



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Anclajes en formación rocosa para estabilizar muro de
contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta,
El Agustino, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Hernández Vásquez, Edward David (ORCID: 0000-0002-7676-9081)

Segovia Rey, Edwards Hugo (ORCID: 0000-0003-0489-8199)

ASESOR:

Ing. Mg. Contreras Velásquez, José Antonio (0000-0001-5630-1820)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Edward Hernández

El presente trabajo va dedicado en primer lugar a Dios, el que permite que llegue hasta donde estoy, seguido de mi familia, por su constante apoyo y en especial dedicación a mi Padre, aunque ya no esté presente, fue el que me motivo a seguir esta carrera.

Edwars Segovia

Dedico este trabajo a mi hijo y esposa por el apoyo incondicional
A mis padres por su apoyo y sobre todo a Dios por darme las fuerzas para avanzar día a día en mi camino

Agradecimiento

Agradecemos a nuestras familias por el apoyo constante, a nuestro asesor Ing. Mg José Contreras Velásquez por guiarnos en nuestro proyecto de investigación y a los ingenieros que ayudaron a realización de los cálculos

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. MÉTODO.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.3 Población, muestra y muestreo	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5 Procedimientos	13
3.6 Método de análisis de datos	13
3.7 Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	22
VI. CONCLUSIONES.....	24
VII. RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS	26

Índice de tablas

Tabla 01: Cuadro de longitudes de empotramiento en roca	16
Tabla 02: Resultados de muro sin anclaje	17
Tabla 03: Resultados de muro con anclaje	18
Tabla 04: Calculo de F.S. al deslizamiento	19
Tabla 05: Calculo de F.S. al vuelco	20

Índice de figuras

Figura 01: trabajo de medición de terreno a estudiar 01	15
Figura 02: trabajo de medición de terreno a estudiar 02	15
Figura 03: trabajo de estudio de rocas 01	15
Figura 04: trabajo de estudio de rocas 02	15
Figura 05: Factores de seguridad de la Norma CE-020	16
Figura 06: Perfil de muro sin anclaje	17
Figura 07: Formulas de resistencia de los anclajes	18
Figura 08: perfil de muro con anclaje	19
Figura 09: desplazamiento del muro en el SAP2000	20

Índice de anexos

- Anexo 1: Declaratoria de autenticidad de los autores
- Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor
- Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables
- Anexo 4: Instrumento de recolección de datos
- Anexo 5: Matriz de Consistencia
- Anexo 6: Validacion de TURNITIN
- Anexo 7: Matriz de evaluación del informe de investigación
- Anexo 8: Estudio de rocas (laboratorio M & V)
- Anexo 9: Plano de niveles lugar de estudio
- Anexo 10: Instrumento de recolección de datos
- Anexo 11: Ficha técnica Aceros Arequipa
- Anexo 12: Excel de diseño
- Anexo 13: Resultados del SAP200
- Anexo 14: Panel fotográfico (topografía)
- Anexo 15: Panel fotográfico (estudio de rocas)
- Anexo 16: Validación de instrumento
- Anexo 17: Método de Rankine y Mononobe-Okabe
- Anexo 18: Comparativo de presupuesto de muro sin anclaje y muro con anclaje

Índice de abreviaturas

UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
CISMID	Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.
MML	Municipalidad Metropolitana de Lima
RCS	Resistencia a la Compresión Simple
Kg/cm ²	Kilogramos sobre centímetro cuadrado
Ton	Toneladas
Cm	Centímetros
Mts	Metros
Fsv	Factor de seguridad al vuelvo
Fsd	Factor de seguridad al deslizamiento
°	Grados
Φ	Angulo de fricción

Resumen

El objetivo de nuestra investigación determinó que el uso de anclaje en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

La investigación se planteó del tipo aplicada, porque se tomaron los conocimientos previos que se tienen sobre los muros de contención y los estudios que se realizaron a las rocas con el uso de anclaje de acero corrugado. El diseño fue experimental, puesto que en el desarrollo de la investigación se recogió las muestras del sitio a estudiar para elaborar los ensayos de roca. Luego se hizo un instrumento para mejorar la estabilidad del muro de contención manipulando la variable, luego se obtuvo el mejor resultado para dar solución al problema planteado. Se concluyó que el acero corrugado usado como anclaje en la formación rocosa, si influye en la estabilidad del muro de contención, gracias al aporte que brinda el anclaje se pudo reducir la geometría y el desplante de cimentación del muro, cumpliendo con todos los factores de seguridad dados por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Palabras clave: Anclaje, Macizo rocoso, Cimentación, Muro de contención.

Abstract

The objective of our research determined that the use of anchoring in rock formation influences the stability of the retaining wall.

The investigation was considered of the applied type, because the previous knowledge that is had on the retaining walls and the studies that were carried out on the rocks with the use of corrugated steel anchor were taken. The design was experimental, since in the development of the investigation the samples were collected from the site to be studied to prepare the rock tests. Then an instrument was made to improve the stability of the retaining wall by manipulating the variable, then the best result was obtained to solve the problem posed. It was concluded that the corrugated steel used as an anchor in the rock formation, if it influences the stability of the retaining wall, thanks to the contribution provided by the anchor, the geometry and displacement of the foundation of the wall could be reduced, complying with all the factors of security given by the National Building Regulations.

Keywords: Anchorage, Rocky massif, Foundations, Retaining wall.

I. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de un lugar en donde vivir, obliga a las personas a levantar sus viviendas en laderas de cerros, acondicionando las viviendas con muros de piedra seca, comúnmente llamados pircas, siendo estas estructuras no muy confiables e inestables ante empujes ejercidos por el relleno y por los sismos. Según De los Ríos (2008) concluyo en su tesis, que los muros de piedra o pircas que se usan hoy en día en distintos asentamientos humanos de la capital son altamente vulnerables, poniendo en peligro la integridad física y material de sus habitantes, le que lleva a las personas a levantar sus viviendas con pircas, es que en algunos casos encuentran roca donde van a cimentar sus viviendas.

Un estudio realizado por la UNI y el CISMID, con un convenio del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013), considera al cerro El Agustino, estar conformada por rocas ígneas y sedimentarias, estables y con pendiente moderada, tomándola como formación rocosa, esto complica la construcción de alguna defensa contra deslizamientos de tierra y roca y a su vez la construcción de viviendas con alguna estructura mínima, por tal motivo las personas prefieren hacer sus pircas.

En el distrito de El Agustino, se vio la falta de muros de contención, si en estos lugares ocurriese un sismo, los resultados serían muy trágicos, “los empujes dinámicos ocasionados por los sismos llegan alcanzar magnitudes que causan daños significativos a las estructuras de retención, llegando en algunos casos a la falla” (Gonzales y Romo, 2014, p. 518).

En una parte del cerro El Agustino, la cual está formada por rocas de distintos tipos, se ubica el asentamiento humano Hatary Llacta, en este tipo de suelo se dificulta la construcción de alguna estructura de contención, lo que nos puso en la necesidad de buscar alternativas de solución, que contrarresten los efectos ocasionados por los empujes de tierra o por algún sismo, se planteó estabilizar el muro mediante el uso de anclajes a la roca para su posterior muro de contención “Los cimientos semi-profundos enclavados en rocas se consideran una opción viable para los cimientos en presencia de cargas [...] debido al bajo asentamiento y la alta capacidad de carga” (Rezazadeh y Eslami, 2017, p. 1140), con la finalidad de evitar el trabajo de remoción de la roca para cimentar el muro, se

aplicando los anclajes. “los pernos de roca se instalan en general en la interfaz entre concreto y roca como medida de seguridad adicional contra fallas de volcado” (Ljungberg, 2016, p. iii), por último, en la guía para la habilitación urbana en asentamientos humanos y mitigación del riesgo (2013) de la MML nos dan algunas recomendaciones para cimentar sobre roca “Si es rocoso, se debe cavar hasta encontrar la roca y hacer los agujeros con taladro para anclaje de fierro. [...]. Si el cimiento lleva fierro, lo decidirá un profesional competente. Con un taladro se realiza un hueco de al menos 40 cm en la roca. Con pegamiento epóxido o cemento líquido, fija el fierro al hueco. El fierro anclado deberá continuar hasta lo alto del muro.” (p. 26)

Habiendo sabido la realidad problemática, se planteó el Problema General y los Problemas Específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue: ¿Cómo influye el anclaje de acero corrugado en formación rocosa para la estabilidad de muro de contención en el pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta- El Agustino 2020?, Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención?

PE2: ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención?

PE3: ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 80 cm de empotramiento en formación rocosa influye la estabilidad de muro de contención?

La justificación de la investigación fue:

La presente tesis se justifica teóricamente ya que se fundamenta en conocimientos existentes con el propósito de aportar una teoría de anclajes con acero corrugado para muros de contención en formaciones rocosas.

También busco determinar una metodología de cálculo que permita pre dimensionar un muro de contención fundado sobre macizo rocoso y reforzado con anclaje de acero corrugado.

En el actual informe de investigación se resaltaron los beneficios sociales, las personas que residen en las laderas del cerro, no correrán riesgo de desprendimientos de las pircas ubicadas al frente de sus viviendas, dado que se buscó la estabilización del muro de contención con anclajes en la roca.

Otro de los beneficios son los económicos, dado que se buscó evitar el trabajo de remoción de la roca para la construcción del muro de contención, disminuyendo porcentualmente el costo con la aplicación de los anclajes de acero corrugado sobre formaciones rocosas.

El Objetivo General fue: Determinar si el anclaje de acero corrugado en formación rocosa influye en la estabilidad del muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta- El Agustino 2020. Los Objetivos Específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

OE2: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

OE3: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 80 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

La intención de esta investigación fue validar nuestra hipótesis general: El uso de anclaje de acero corrugado en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención en el pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta – El Agustino 2020. Las Hipótesis Específicas fueron las siguientes:

HE1: El anclaje de acero corrugado de 0.40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

HE2: El anclaje de acero corrugado de 0.60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

HE3: El anclaje de acero corrugado de 0.80 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se citarán los antecedentes investigados (artículos de revistas y tesis), que se usaran como referencias para nuestra investigación, resaltando las conclusiones, también comentarios y opiniones que realizaron los autores, empezaremos con los antecedentes internacionales:

Para Valladares (2015): nos dice que no existe un método para el análisis de estabilización de taludes con anclaje, eso lo llevo a buscar un método alternativo utilizando un sistema de anclaje, cuya finalidad era validar su procedimiento y a la vez sirva como apoyo en la toma de decisiones de los profesionales en ingeniería civil, añadió en su cálculo del factor de seguridad al deslizamiento, la resistencia que le otorga el anclaje, lo que aumento las fuerzas resistentes. Así mismo. Para Gallardo (2013): resalta la falta de estudios al momento de construir sobre macizo rocoso, dado que se considera su alta resistencia a compresión que lo hace un material indeformable, aunque en su capítulo 3 nos dice que las obras realizadas sobre macizo rocoso, en su gran mayoría necesitan de soportes artificiales o tratamiento para soportar las estructuras y a la vez disminuir el esfuerzo ejercido sobre el macizo rocoso. Así mismo. Para De La Cruz y Sánchez (2010): nos dicen que el fin de estos anclajes en roca, ayudan a eliminar los deslizamientos y vuelcos en cimientos de diferentes estructuras, dado la complejidad de hacer excavaciones en roca, también sugieren para saber la calidad de la roca, tener en cuenta que el macizo rocoso hay discontinuidades, al momento de hacer el diseño geotécnico. Seguidamente. Para Ros (2006): se propuso estudiar los tipos de anclajes que se están utilizando hoy en día. Además, dice que el uso de la barra es el más efectivo, porque su proceso de instalación es rápido y de bajo costo, cuyo modo de instalación es anclar hacia el terreno una barra de acero corrugada, y con el uso de cartuchos de resinas para mejor adherencia entre la barra y el terreno y, por último. Para Calavera y Cabrera (1969): describen los pasos a seguir para el dimensionamiento de muros de contención, haciendo cálculos de las distintas dimensiones del muro. Analizando primero los empujes en servicio y posteriormente ampliando las cargas para su posterior cálculo.

Ahora seguiremos con antecedentes investigados para nuestra investigación, de ámbito nacional. Según More y Taipicuri (2019) en su investigación, busco plantear un método de cálculo para cimentación en macizo rocoso, reforzado con

pernos de anclaje, haciendo comparativos mediante tablas, para saber el comportamiento del macizo rocoso, concluyo que la longitud del anclaje no tiene una relación con respecto al RCS y también, el RCS pudo hallar el área de la zapata. Así mismo. Para Suyo (2016) es su artículo, concluyo la importancia de hacer una investigación geotécnica dado que esos resultados le dieron información valiosa al momento de diseñar, dando estabilidad y seguridad a la cimentación de la estructura, (zapata de línea de transmisión) sobre roca, realizo trabajos de campo, laboratorio y gabinete. También. Para Bernuy y Bueno (2015): nos dice que los estudios de suelo se hicieron para determinar la capacidad portante, también los cálculos a considerar al momento de diseñar, los cuales uso los métodos de Coulomb y Rankine para su diseño principalmente de los empujes que ejerce el relleno al muro. También considero el impacto ambiental que conllevaría la instalación de muros de contención en la zona y, por último. Para Giraldo (2018): En su artículo, nos dice que la capacidad del anclaje no guarda una relación lineal con su longitud, alcanzado un valor máximo de torna asintótica, lo cual indica que, para longitudes superiores, la capacidad de anclaje tiende a mantenerse invariable.

Antes de poder exponer nuestro tema daremos a conocer los distintas teorías y enfoques conceptuales a utilizar en esta investigación, mediante el cual esperamos sea más fácil comprender nuestro trabajo.

Empezaremos mencionando sobre los anclajes. Según Ortiz, Fernández y Blas (2003) “métodos de refuerzo de la roca, pero de todos el tendón o perno es el más efectivo, rápido de instalar y de bajo costo [...] anclaje longitudinal, que también puede ser muy variado, pero mencionaremos solo a la lechada de cemento y a la resina epóxica, esta última muy eficiente en sostenimiento inmediato y donde existen aguas corrosivas y otras restricciones.” (p. 43) así también para Vlachopoulos, Cruz y Forbes (2018) “consiste en una varilla de acero simple que está anclada química o mecánicamente en un extremo” (p. 223)

Así como lo dicen sobre este tema otros autores. Según Páez y Hamon (2018) nos dice que el acero anclado con epóxido: “consisten en barras roscadas o conformadas que se cementan utilizando compuestos químicos de dos componentes formados. Estos se cargan principalmente a través de dispositivos de fijación del anclaje embebido y la sollicitación puede ser de flexión, tracción,

corte o una combinación de las anteriores.” (p. 59) y también para Ruda y Páez (2017) “se identificó que la longitud efectiva de anclaje para dos diámetros de varilla corrugada, en dos concretos de resistencia alta mediante ensayos a tracción directa, es once veces el diámetro de la varilla. Las recomendaciones del proveedor al definir la longitud de anclaje como doce veces el diámetro de la varilla, garantizarían que el acero de refuerzo satisfaga las solicitudes de resistencia.” (p. 152) y también para Chen (2014) “es un perno de roca convencional con pequeñas costillas muy separadas, alta capacidad de carga y pequeña deformación. Está unido a la lechada / roca a lo largo de toda su longitud a través del enclavamiento mecánico entre las costillas del perno y la lechada” (p. 430). De estos autores podemos definir que los anclajes de acero corrugado son varillas incrustadas en la roca, pueden ser con cemento o epóxico, y su finalidad es aumentar las fuerzas resistentes de algún elemento estructural (en nuestro caso, muro de contención) y así garantizar su estabilidad.

Otro de los temas a entender es la formación rocosa. Para Mateos, Ferrer y González (2002) “es una combinación de roca intacta y fracturas, y es muy difícil obtener datos fiables de la resistencia del conjunto en laboratorio, debido a la dificultad de obtener una muestra inalterada que sea representativa del macizo.” (p. 417) y otra teoría también sería de la Inestabilidad de talud. “los deslizamientos o desprendimiento pendiente abajo, de una masa de suelo, roca o mezcla de ambos en forma lenta o rápida, generalmente de gran magnitud” (Zúñiga, *et. al*, 2017, p. 22) “Los deslizamientos de tierra son fenómenos naturales importantes que degradan la superficie de la Tierra” (Himinaya, Satake y Oki. 2019, p. 224) Por ultimo sobre este tema tenemos a Cuanalo, Bernal y Polanco (2014) “una superficie que excede la resistencia al corte del material, caracterizada por el movimiento del suelo, que puede incluir bloques, fragmentos de rocas, escombros y/o suelos que caen por las fuerzas de gravedad.” (p. 5691), de estos autores definimos que una formación rocosa es un conjunto de rocas, compuesta por discontinuidades, y aunque sepamos que es un material con alta capacidad de carga, se deben realizar algunos estudios adicionales, ya que, al estar en pendiente, también es susceptible a deslizamientos.

Para entender la resistencia a compresión simple de la roca, citaremos a Galván y Restrepo (2016) “La resistencia a compresión simple se determina

mediante el “ensayo de resistencia a compresión uniaxial, de una forma directa. El ensayo consiste en aplicar una fuerza axial F a una probeta cilíndrica de área A , llevándola hasta la rotura mediante una prensa” (p. 11) así también para Vargas, Vega, Alcarraz, Chavarría y Castañeda (2014) “es un ensayo para la clasificación de la roca por su resistencia. La relación entre los esfuerzos aplicados en el ensayo es: La resistencia a compresión simple de las piedras que se utilizan como revestimientos o como pavimentos, se determinan sobre formas paralelepípedicas, en lugar de formas cilíndricas, que es lo habitual para determinar la resistencia a compresión simple de cualquier material” (p. 10), para Wang, Wan y Zhao (2020) “es el parámetro más utilizado para evaluar la estabilidad en la ingeniería de masas de roca. En la práctica, la determinación adecuada del RCS de la roca es de importancia crítica en el diseño de estructuras de ingeniería geotécnica (p. 4). Con estos conceptos definimos que la RCS es un ensayo a la roca igual al ensayo que se realiza a la probeta de concreto para determinar su resistencia a compresión y capacidad de carga.

Otro de los temas por aclarar son los muros de contención. Para Gayatri (2008) “para retener la masa del suelo al suelo comercial que no puede sostenerse verticalmente por sí mismos [...] estar diseñados para soportar las presiones laterales de tierra y agua, los efectos de las cargas de sobrecarga, el peso propio del muro” (p.1) así también para Khajehzadeh, Raihan, El-Shafie y Eslami (2010) “se define como una estructura cuyo propósito principal es proporcionar soporte lateral para el suelo o la roca. [...]con el propósito de mantener la presión del suelo que surge del relleno” (p 5500) y también Temur y Bekdas (2016) “son estructuras construidas para resistir suelos entre dos elevaciones diferentes” (p.764) y para Muro de contención de piedra seca. – “son estructuras tradicionales de bajo costo hechas de piedras destinadas a estabilizar, soportar el relleno y evitar la erosión del suelo.” (Rivas, Quispe y Santacruz, 2019, p. 39) “con el fin de poder ocupar terrenos tan inclinados, las construcciones se realizan sobre micro rellenos, denominados pircas, sostenidos por muros con piedras sin argamasa o sacos de arena.” (Robert y Sierra, 2009, p. 599), con las definiciones de estos autores, podemos decir que los muros de contención son elementos estructurales cuya función es retener masas de tierra y rocas en distintos niveles y que deberían estar diseñados para resistir esas cargas y otras

adicionales, por último, las pircas son también muros, pero estos no garantizan su estabilidad al estar faltos de algún cementante que los una.

Para comprender las fuerzas que soportan los muros, tenemos que entender que son los empujes de tierra. Para Jara (2008) “el empuje de tierras sobre muro de contención resulta frecuentemente mediante los cálculos simplificados, los cuales tienen una base empírica y analítica, [...] Coulomb y Rankine tienen los métodos de más amplia aplicación.” Para Luu y Zargarbashi (2017) “Las presiones de tierra verticales y laterales impuestas desde el suelo se calcularon sobre la base de los parámetros del suelo del material retenido in situ o del material importado según convenga” (p. 4) seguidamente tenemos el Empuje de Coulomb “asume un deslizamiento muy pequeño en la cara posterior del muro y la presión del suelo actúa normal al plano de la cara” (Ortega, 2015, p. 76). También para Afanador, Sanjuán y Medina (2012) el método de empuje de Rankine: “establece una distribución triangular de esfuerzos horizontales sobre la cara vertical que contiene el suelo granular, con una resultante denominada empuje activo, localizada en el centroide de la distribución triangular, a $H/3$ desde la base de la estructura siendo H la altura del muro.” (p. 98) y por último para los análisis de empuje de tierra producido por un sismo tenemos a Mononobe-Okabe. Para Yazdani, Azad, Hassan y Talatahari (2013) nos dice que es método propuesto para determinar la presión lateral de la tierra de suelos granulares sin cohesión durante el terremoto y es una versión modificada de la teoría de Coulomb (p. 01) Para Terzariol, Aiassa y Arrúa (2004) se basó en una teoría sobre el comportamiento de una cuña que se desliza sobre un plano de falla que actúa sobre un muro de contención a través de coeficientes sísmico horizontal y vertical, que multiplicados por el peso de la cuña dan como resultado dos acciones adicionales a las consideradas por la teoría estática de Coulomb”, entonces diremos que los empujes de tierra son fuerzas que actúan en la cara posterior del muro y son generados por el relleno, y que los métodos de Rankine y Coulomb son usados para un análisis estático y Mononobe Okabe para un análisis sísmico.

Conociendo los empujes que debe soportar un muro de contención, ahora debemos saber que se considera para una buena estabilidad externa. Para Barros, Saravia, Valdés, Serrano y Gaytán (2019), pide “determinar la presión de la tierra, estática y dinámica, verificar los factores de seguridad al deslizamiento y

vuelco, estos también estática y dinámica, y por último la capacidad de soporte del suelo.” (p. 262). Para comprender que involucran los análisis estáticos y dinámicos, citaremos a Lemus, Moraga y Lemus (2017) “primero el análisis estático: las fuerza son el peso propio del muro, el peso del relleno retenido, las presiones ejercidas en la pared del muro que originan el deslizamiento y vuelco, y también la sobrecarga.” (p. 176) mientras tanto para el análisis sísmico: “se tiene en cuenta tanto las fuerzas como la presión del caso estático y se agrega a las fuerzas de inercia sísmica del suelo, presión sísmica del suelo, tensiones de fricción sísmica y presión sísmica debido a una sobrecarga permanente” (p. 177), de esto definimos que, se deben analizar todas las fuerzas que actúan, tanto estático como sísmico para garantizar su estabilidad.

Siguiendo con los mismos autores, mencionaron sobre los factores de seguridad, tanto estática como sísmica. “el fallo se desarrolla en el modelo cuando uno de los cuatro factores es inferior a 1, esto significa que las fuerzas o momentos de retención no son capaces de soportar las fuerzas de deslizamiento y los momentos de vuelco del sistema. (p. 178) también tenemos a Khajehzadeh, *et al* (2010) nos dice que la falla por volteo de muro. “momentos de estabilización deben ser mayores que los momentos de vuelco para evitar la rotación de la pared [...] resultan principalmente del peso propio de la estructura, mientras que la fuente principal de los momentos de vuelco es la presión activa de la tierra” (p 5503) y para Falla Yadav, Padade, Dahale y Meshram (2018) por deslizamiento del muro. “La presión ejercida sobre la estructura se denomina presión de tierra lateral. Bajo tal presión lateral, la pared puede deslizarse” (p. 523), entonces podremos decir que los factores de seguridad son necesarios en los cálculos para garantizar la estabilidad del muro.

Como un complemento a nuestra investigación, citaremos algunos fragmentos del Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma CE-020 (2012) Estabilización de suelos y taludes, en su capítulo 7.2.2 Diseño Geotécnico de Muro nos dice que el profesional responsable debe pre dimensionar un muro, considerando como mínimo, la seguridad al vuelco, la seguridad al deslizamiento, la seguridad en la cimentación, la capacidad resistente de la base y las deformaciones y en su capítulo 8.6 Método del Factor de seguridad global nos dicen que el factor de seguridad al vuelco debe ser ≥ 2 y el factor de seguridad al

deslizamiento debe ser ≥ 1.5 . También mencionaremos parte de la Norma E-030 Diseño Sismorresistente, en su capítulo 2.1 Zonificación, cataloga como Zona 4 a la zona costera del Perú, donde se encuentra la ciudad de Lima y el distrito de El Agustino, al ser Zona 4 le corresponde el factor 0.45 que se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido y es una fracción de la aceleración de la gravedad, y por último, de esta norma usamos el capítulo 5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles el cual da límites de la distorsión de estructuras de concreto armado.

Para q el anclaje de acero corrugado cumpla con su resistencia a la fluencia debe tener un empotramiento que garantice esa resistencia. La norma E-060, en su capítulo 12, nos da alcances de cuanto debería ser ese empotramiento el cual no debe ser menor a 30 cm.

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

“La investigación aplicada [...] concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destinan sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantean la sociedad” (Baena ,2014, p11) Nuestro tipo de investigación fue aplicada, porque se tomó los conocimientos que se tienen previos de los muros de contención y los estudios para estabilización de muro en las rocas con el uso de anclajes de acero corrugado.

La investigación experimental se presentó mediante el manejo de una variable, en condiciones rigurosamente controladas, para poder describir de qué modo o por qué causa se produce una contexto o suceso característico (Palella y Martins, 2012). El diseño de investigación fue experimental; puesto que en el desarrollo de la investigación se recogió las muestras del sitio a estudiar para elaborar los ensayos de roca. Luego se hizo un instrumento donde plasmamos la metodología a usar para la estabilidad del muro de contención manipulando la variable, luego se obtuvo el mejor resultado para dar solución al problema planteado.

3.2 Variable y Operacionalización

Según Borja (2012): “Una variable es una propiedad cuyo contenido puede variar y cuya variación es susceptible de medirse y observarse en forma directa o indirecto” (p. 23) y la operacionalización: “Es el proceso mediante el cual se explica cómo se medirán las variables formuladas en la hipótesis, para lo cual en muchos casos habrá que descomponerlas en indicadores susceptibles de poder medirse” (p. 24), en nuestra investigación identificamos a la variable independiente: anclaje en formación rocosa, y a la variable dependiente: estabilización de muro de contención.

Variable independiente: anclaje en formación rocosa

“es un perno de roca convencional con pequeñas costillas muy separadas, alta capacidad de carga y pequeña deformación. Está unido a la lechada / roca a lo largo de toda su longitud a través del enclavamiento mecánico entre las costillas del perno y la lechada” (Chen, 2014, p. 430)

Variable dependiente: estabilización de muro de contención

“para retener la masa del suelo al suelo comercial que no puede sostenerse verticalmente por sí mismos [...] estar diseñados para soportar las presiones laterales de tierra y agua, los efectos de las cargas de sobrecarga, el peso propio del muro” (Gayatri, 2018, p.1)

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según Borja (2012) “se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio.” (p. 30) y también para Hernández, Fernández y Baptista, (2014) “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p. 174)

Muestra población se basó a 197 metros lineales de formación rocosa presentes en el lugar de investigación.

3.3.2 Muestra

Según Hernández (*et al.*) (2014) “es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población.” (p.173)

Nuestra muestra se basó en 10 metros lineales de formación rocosa, repartidos en toda la población, tal muestra es representativa ya que reúne las características de toda la población.

3.3.3 Muestreo

Según Hernández (*et al.*) (2014) “En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador” (p. 176) y también para Borja (2012) “En este caso la selección de los elementos no depende de la probabilidad sino del criterio del investigador.” (p. 32).

Nuestra investigación tendrá un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que elegiremos los 10 metros lineales representativos como muestra del terreno en el cual realizaremos los estudios pertinentes, dado que toda la zona cuenta con las mismas características.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Hicimos visita y visualización al campo (toma de fotos y toma de muestras)
- Se realizó la topografía con equipo propio para ver las curvas de nivel
- Se realizó el estudio de mecánica de rocas para saber la calidad de la roca, capacidad portante y peso específico, este trabajo lo realizo un laboratorio certificado.
- Hicimos uso de la ficha técnica dado por el fabricante de acero corrugado que usamos como anclaje.
- Realizamos un instrumento de recolección de datos, donde se detalla la topografía hecha por nosotros, el cual será validado por tres (03) ingenieros civiles,

3.5 Procedimientos

Luego de tener los datos específicos del tipo de roca que se presentó en el terreno a estudiar (peso específico, resistencia a la compresión simple y capacidad portante) se procedió al trabajo de gabinete:

Se realizó un predimensionamiento de muro de contención sin presencia de anclajes de manera manual con las características del suelo (ángulo de fricción y peso específico de relleno), ingresamos estos datos al Excel para los cálculos, revisamos que pasen los factores de seguridad planteados, en primera instancia los cálculos no fueron alentadores. En ese momento introducimos el anclaje en los cálculos, con uso de un Excel desarrollado por nosotros.

Las fichas técnicas del acero corrugado dado por los fabricantes, tal ficha nos dio datos de la resistencia tracción del acero. Con este dato y el estudio de roca, realizamos el predimensionamiento del muro.

Seguidamente se realizará el diseño del muro en Sap2000 en el cual se verificarán si los resultados dado por el Excel, cumplen con los análisis estáticos y dinámicos y se verán los deslizamientos relativos ocasionados por los empujes (dinámico).

3.6 Método de análisis de datos

En nuestro método de análisis de datos, hicimos uso del Excel donde ingresamos los datos recogidos en campo y fuimos tanteando algunas geometrías de muro sin anclaje, seguidamente realizamos lo mismo, pero ya incluyendo los datos del anclaje.

3.7 Aspectos éticos

Las éticas del investigador son aquellas en las que se ven los lados positivos o negativos que va tener un avance científico, en otras palabras, ver el daño o beneficio que puede tener un descubrimiento o avance hacia la humanidad.

La ética es como una guía del actuar humano con visión al mejoramiento de la conducta del individuo y conducta social. La ética busca introducirse en la vida de cada persona con una serie de valores que la orienten hacia una armonía con el mismo y con la sociedad.

La ética también juega un papel importante, al momento de ser una reguladora de la conducta humana, pero también, estos aspectos positivos han ocasionado: incomunicación, intolerancia, incomprensión, individualismo, destrucción y desprecio por la vida humana.

Por último, los criterios éticos de una investigación deben responder a la reflexión que el investigador debe hacerse con respecto a los efectos que conllevarían: los alcances, las consecuencias, las relaciones que se establecen con los sujetos involucrados en el estudio y en la manera en que redacta sus resultados.

Para nuestro trabajo aplicamos los siguientes criterios:

Primero. - Para nuestro tema a investigar, usaremos párrafos de tesis, libros y revistas, las citas a usar serán debidamente citadas y en algunos casos parafraseadas, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 690, buscando que el contenido tenga coherencia con nuestro trabajo.

Segundo. - los estudios que haremos en la investigación, tanto en el estudio de rocas y el levantamiento topográfico serán con empresas del rubro para obtener datos reales, haciendo q nuestro trabajo se reflejen resultados verdaderos. además, nuestros estudios y muestras serán validadas por 3 ingenieros civiles que revisarán y verificarán nuestro trabajo.

Tercero. -no alteramos ni manipularemos nuestras variables a nuestro favor, haciendo real nuestros cálculos y proyecciones, sabemos q una mala proyección será perjudicial en los resultados.

Cuarto. - tener la disposición de que nuestro trabajo y resultados se sometan a cualquier revisión que se pida.

IV. RESULTADOS

Comenzamos realizando la visita a campo, realizando la visualización y medición del terreno, obteniendo así las curvas de niveles y las alturas de las pircas que posteriormente se registró en nuestro instrumento de recolección de datos (anexo 10) se pueden visualizar más imágenes en el anexo 14.



Figura 1 y 2: trabajo de medición de terreno a estudiar

Cualquier estructura debe tener un estudio de suelos para fines de cimentación, en nuestro caso realizamos el estudio de rocas con un laboratorio, el cual nos proporcionó información del tipo de roca, resistencia a la compresión Simple y también la carga admisible de la roca, el cual se puede verificar en el anexo 08 y se pueden visualizar más0 imágenes en el anexo15



Figura 3 y 4: trabajo de estudio de rocas

Con los datos de la medición de terreno se obtuvo la altura promedio que tendría el muro, se definió que sería de 2.50 mts y para saber las propiedades del anclaje de acero corrugado a usar, se empleó la ficha técnica de la empresa Aceros Arequipa (anexo 11) el cual nos proporcionó la resistencia a fluencia del acero.

Para determinar la profundidad de empotramiento del anclaje en roca, haremos uso de una citación, donde según Ruda y Páez (2017) concluye con sus ensayos, que, para cualquier diámetro de acero corrugado, el empotramiento debe ser once veces el diámetro de la varilla y que la recomendación del proveedor es doce veces, esto para que cumpla su resistencia a la fluencia, también la norma E-060 nos dice que el empotramiento no debe ser menor a 30 cm, por tal motivo en la tabla 3 exponemos la longitud que nos recomiendan versus las que planteamos, con estas longitudes.

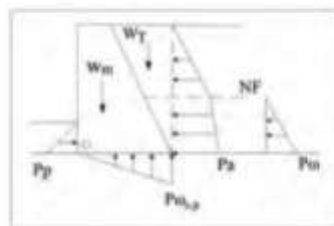
Φ	N° veces Φ				
5/8"	12	19	25	38	50
1.59	19.08 cm	30.00 cm	40.00 cm	60.00 cm	80.00 cm

Tabla 01: Cuadro de longitudes de empotramiento en roca

Se hace uso de la norma CE-020 Estabilización de suelos y taludes, en su capítulo 8.6 donde se toman los datos que nos brinda para los factores de seguridad a utilizar.

8.6 MÉTODO DEL FACTOR DE SEGURIDAD GLOBAL (FSG).

- CRITERIO DE VUELCO.- Se deberá cumplir lo siguiente:



$$F.S. \text{ VUELCO} = \frac{\Sigma M_0 \text{ FUERZAS ESTABILIZANTES}}{\Sigma M_0 \text{ FUERZAS DESESTABILIZANTES}} \geq 2.0$$

$$\Sigma M_{\text{FUERZAS EST.}} = f(P_p, W_m, W_v)$$

$$\Sigma M_{\text{FUERZAS DESEST.}} = f(P_a, P_m, P_{m,p})$$

- CRITERIO DE DESLIZAMIENTO.- Se deberá cumplir lo siguiente:

$$F.S. \text{ DESLIZAMIENTO} = \frac{\Sigma F_H \text{ RESISTENTES}}{\Sigma F_H \text{ MOVILIZADAS}} \geq 1.5$$

Figura 05: Factores de seguridad de la Norma CE-020

Ya con estos datos, son ingresados en dos Excel realizados por nuestra autoría y revisados por 03 ingenieros civiles especializados en estructuras, dándonos la conformidad del formato a utilizar. Se emplearon fórmulas de mecánica de suelos (anexo 17), validados para los cálculos de presiones de tierra. En nuestro primer Excel se ingresaron datos para un cálculo de muro sin anclaje, utilizando la teoría de Rankine el cual nos dio los siguientes resultados.

GEOMETRIA			FUERZA ACTUANTE	MOMENTO ACTUANTE	FUERZA RESISTENTE	MOMENTO RESISTENTE	VERIFICACION AL DESLIZAMIENTO	VERIFICACION AL VOLTEO	VERIFICACION DE PRESIONES
CORONA	BASE	ALTURA							
0.25 m	0.60 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	0.90 tn	0.40 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.25 m	0.80 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.53 tn	1.47 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.25 m	1.00 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.85 tn	2.23 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.25 m	1.20 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	2.16 tn	3.15 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme

0.30 m	0.60 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.27 tn	0.88 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.30 m	0.80 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.58 tn	1.51 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.30 m	1.00 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.90 tn	2.28 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.30 m	1.20 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	2.21 tn	3.21 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme

Tabla 02: Resultados de muro sin anclaje

El muro sin anclaje que cumplió con los factores de seguridad fue el de corona 0.30 mts, base de 1.2 mts, el cual fue demasiado ancho para nuestros fines.

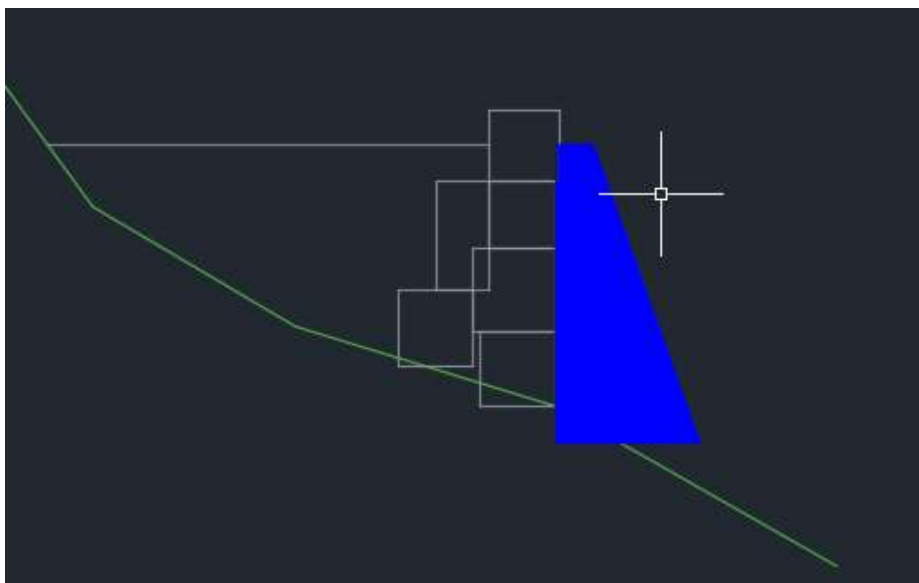


Figura 06: perfil de muro sin anclaje

Seguidamente, con el segundo Excel, se ingresaron los mismos datos que usamos en el Excel anterior, incluimos aquí la fuerza resistente proporcionado por el uso de 4 anclajes, para encontrar dicho aporte, se hizo uso la metodología usada por los tesisistas De La Cruz y Sánchez, citada en nuestros antecedentes.

- Longitud de Anclaje: se calcula

$$u = \frac{f_s d_b}{4 L_{des}}$$

u = esfuerzo de adherencia promedio
 db = diametro de la barra
 L des= longitud de la barra que se ancla
 f's = fluencia del anclaje

$$T_u = \pi B_s L_s S_r$$

Tu = resistencia del anclaje
 Bs = diametro de la barra
 Ls = longitud de la barra que se ancla
 Sr = esfuerzo de adherencia promedio

Figura 07: Formulas de resistencia de los anclajes

En esta parte, a diferencia del Excel sin anclaje donde se usó Rankine, para este muro con anclaje usamos el método de Mononobe-Okabe para incluir el tema de sismo, identificamos la zona donde se encuentra el distrito de El Agustino, haciendo uso de la Norma E-030 Diseño Sismorresistente, el cual nos da una Zona 4 con un factor 0.45 el cual se introdujo en los cálculos para el método de Mononobe-Okabe, consiguiendo los siguientes resultados.

GEOMETRIA			LON- GITU- D DE BARRA DE AN- CLAJE	FUER- ZA ACTU- ANTE	MOMEN- TO ACTUANTE	FUER- ZA RE- SIS- TENTE	MO- MEN- TO RE- SIS- TENTE	VERIFICA- CION AL DE- SLI- ZAMIENTO	VERIFICA- CION AL VOLTEO	VERIFICA- CION DE PRESIONES
CORONA	BASE	ALTURA								
0.25 m	0.40 m	2.50 m	0.40 m	2.72 tn	4.02 tn.m	9.45 tn	3.85 tn.m	Conforme	Cambiar geometría	No es conforme
0.25 m	0.60 m	2.50 m	0.40 m	2.72 tn	4.02 tn.m	10.08 tn	4.31 tn.m	Conforme	Cambiar geometría	No es conforme
0.30 m	0.40 m	2.50 m	0.60 m	2.72 tn	4.02 tn.m	19.13 tn	8.17 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
0.30 m	0.50 m	2.50 m	0.60 m	2.72 tn	4.02 tn.m	19.44 tn	8.39 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
0.30 m	0.40 m	2.50 m	0.80 m	2.72 tn	4.02 tn.m	32.54 tn	14.20 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme

Tabla 03: Resultados de muro con anclaje

b.1) Momento estabilizante

Accion	Fuerza = Peso de Elementos	Brazo de Palanca	Momento Estabilizado	Factor de Amplificac	Momento Amplificado
Muro 01	1.58 tn	0.35 m	0.55 tn.m		0.55 tn.m
Muro 02	0.42 tn	0.13 m	0.06 tn.m		0.06 tn.m
Muro 03	0.21 tn	0.10 m	0.02 tn.m		0.02 tn.m
anclajes	17.24 tn	0.45 m	7.76 tn.m		7.76 tn.m
					8.39 tn.m

Momento Resistentes - Estabilizadora

MEr = 8.39 tn.m

b.2) Momento Volcamiento - Actuante Amplificada

Accion	Fuerza Actuante	Brazo de Palanca	Momento Actuante	Factor de Amplificac	Momento Amplificado
Fa1	0.14 tn	1.25 m	0.17 tn.m	1.70	0.29 tn.m
Fa2	1.78 tn	1.50 m	2.67 tn.m	1.40	3.73 tn.m
					4.02 tn.m

b.3) Verificacion del Factor de Seguridad

Factor de Seguridad Calculado =	2.09	Conforme
Factor de Seguridad Requerido FVD =	2.00	

Tabla 05: Calculo de F.S. al vuelco

Para verificación de desplazamientos en la corona, hicimos uso del software SAP2000 en cual nos dio los siguientes resultados.

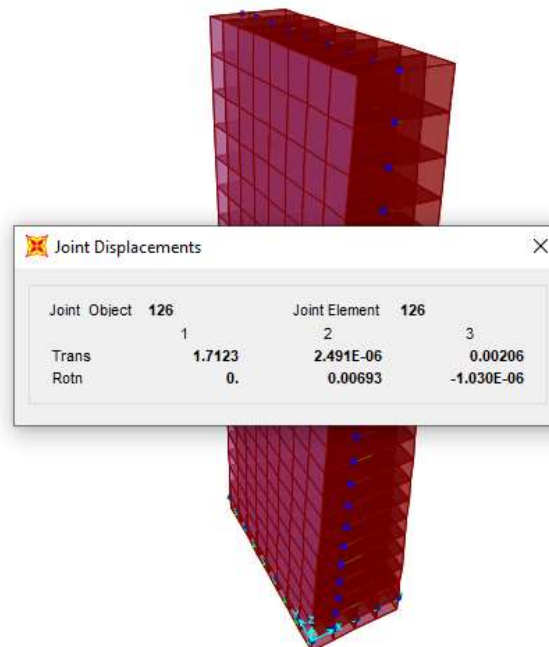


Figura 09: Desplazamientos del muro en el Sap2000

Como se aprecia en la figura 09, el desplazamiento en el centro de la corona, cuyo valor está identificado en el Trans-1 es 1.71 medido en centímetros, el cual utilizando la norma E-030, usamos el capítulo 5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles el cual da límites de la distorsión de estructuras de concreto armado, el cual nos pide que el desplazamiento dividido con la altura, debe ser menor a 0.007, entonces:

$$1.71 \text{ cm} / 250 \text{ cm} = 0.00684$$

El muro propuesto cumple con la planteado, dado que nos dio un resultado de 0.00684 que es menor a 0.007, dato que nos lo pide en la norma E-030.

V. DISCUSIÓN

- ✓ Según Valladares (2012) el uso de los anclajes puede aportar una fuerza estabilizante externa, donde se alcance un factor de seguridad aceptable contra un tipo de falla, con el uso de los anclajes logro estabilizar un talud de roca, el cual en sus cálculos sin anclaje le daba un factor de seguridad menor a 1 y después adicionando el anclaje logro valores de factor de seguridad mayor a 1.4, además usa la resistencia a tracción del anclaje dado por el fabricante y lo adecua en sus cálculos, este procedimiento apoya nuestra hipótesis general que fue: “el uso de anclaje de acero corrugado asegura la estabilidad de muro de contención”, dado que con el uso de los anclajes logramos también estabilizar el muro reduciendo así su geometría, pero cumpliendo con los factores de seguridad, también hicimos uso de la ficha técnica del acero corrugado alcanzado por su fabricante.
- ✓ Según De La Cruz y Sánchez (2010) en sus estudios demostraron que los anclajes en roca, ayudan a eliminar los deslizamientos y vuelcos en cimientos de torres de alta tensión, dado la complejidad de hacer excavaciones en roca, demuestra en la metodología usada, el aporte que dan los anclajes , aprovechando su fuerza resistente, con esta afirmación dado por estos tesisistas, comprueban que el uso de anclajes influye en la estabilidad de nuestro muro de contención, permitiéndonos reducir su volumen, sin afectar sus factores de seguridad.
- ✓ Según More y Taipicuri (2019) ellos sustentan que los usos de los anclajes permitirán reducir las dimensiones del cimiento, generándose ahorros económicos y de tiempo ya que, al anclarlas en la roca, se incrementará la capacidad de carga y estabilidad en la interacción entre terreno y estructura, realizando cálculos solo con el RCS de la roca y el peso específico, este trabajo compatibiliza con el nuestro, dado que se buscó generar un ahorro económico y de tiempo, porque se redujo la geometría del muro y el proceso de cimentación.
- ✓ Según Ruda y Páez (2017) nos dice que la longitud de empotramiento debería ser 11 veces el diámetro, pero los fabricantes recomiendan que sea 12 veces, también la Norma E-060 pide que no sea menor a 30 cm. Y según

Giraldo (2018) que los anclajes fijados a más de 1.20 mts (4 pies), mantienen su capacidad de anclar constante, por tal motivo nuestras longitudes de empotramiento fueron seleccionadas entre 40 cm, 60 cm y 80 cm.

VI. CONCLUSIONES

1. El anclaje de acero corrugado si estabiliza el muro de contención, dado que otorgo una fuerza adicional resistente, con esto se validó nuestra hipótesis general planteada, además de cumplir nuestro objetivo general planteado
2. El estudio de rocas nos recomendó un desplante de cimentación de 0.50 mts, pero con el aporte del anclaje se logró reducir a 0.20 mts, representando una reducción de 60%.
3. Se logró con el uso de los anclajes, realizar la reducción de la geometría del muro de contención hasta en un 70% con respecto al muro sin anclaje.
4. Se cumplió con los objetivos específicos, donde los cálculos cumplieron los factores de seguridad propuestos, pero se escogió el anclaje de 60cm de empotramiento en formación rocosa por ser de un valor promedio de las 3 mediciones.
5. Con el software SAP2000 se logró comprobar los desplazamientos laterales en la corona del muro, el cual cumplió con lo estipulado en la Norma E-030 Diseño Sismoresistente, dándonos un valor de 0.00684
6. El muro de contención sin anclajes nos dio un dimensionamiento de 1.20 mts en la base y 0.30 cm en la corona, el cual no sería factible aplicar por la pendiente del terreno, sería propenso a derrumbe y no cumplir su objetivo.
7. El muro de contención con anclaje nos dio un dimensionamiento de 0.50 mts en la base y 0.30 en la corona con un empotramiento de 0.60 mts en formación rocosa, esta medida se adapta mejor a la pendiente presente en el lugar de investigación.

VII. RECOMENDACIONES

1. Antes de recomendar un sistema de anclaje en roca, se debe hacer un análisis de estabilidad para determinar si la estructura en cuestión es capaz de sostenerse por sí misma. (realizar el análisis topográfico) Si no lo es, los anclajes pueden aportar una fuerza estabilizante externa.
2. Antes de realizar trabajos de anclaje en roca, se recomienda realizar los estudios de roca donde se debe verificar el tipo de roca y que esta cumpla al menos con un 75% a más de la clasificación RQD.
3. El cálculo presentado de los anclajes para muro, solo es válido para alturas de 2.5 metros como máximo, si se requiere alturas mayores buscar otras alternativas, dado que no podemos garantizar el comportamiento de la formación rocosa con respecto a mayores presiones.
4. La metodología planteada solo es válida para el uso del acero corrugado como anclaje, porque usamos la resistencia a la fluencia de f_y : 4 200 Kg/cm².
5. Para realizar estos trabajos se debe hacer limpieza del lugar, eliminando las impurezas y desprendimientos de algunas rocas que estén sueltas, posteriormente se realizan los trazos del muro y ubicaciones de los anclajes, se proceden hacer las perforaciones, para 1 metro lineal se realizan 4 perforaciones espaciados cada 25cm con una profundidad de 60cm. Introducimos los aceros corrugados de $\frac{3}{4}$ " y para protegerlo de la corrosión usamos lechada de cemento. E ingresan al muro unos 90 cm, se realiza el solado para nivelación de terreno, seguidamente se realiza el encofrado con la geometría propuesta, se realiza adiciona el concreto al encofrado, al día siguiente se puede desencofrar por ser vertical y se procede a su respectivo curado.

REFERENCIAS

TESIS

1. BERNUY, Robín y BUENO, Alcides. Estabilización de ladera con muros de contención y estudio de impacto ambiental para la protección de viviendas en el barrio de san isidro del distrito de San Marcos – Huari, Ancash. Tesis (título de ingeniería civil). Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 147 pp.
2. DE LA CRUZ, Juan y SANCHEZ, María. Diseño geotécnico de la cimentación a base de zapatas aisladas ancladas en roca para el menonita. Tesis (título de ingeniería civil). México D.F. Instituto Politécnico Nacional, 2010. 110 pp.
3. DE LOS RIOS, Dora. Estudio semi-empirico de muros de piedra tipo pirca utilizados como cimentación de viviendas en aa. hh. de Lima Metropolitana. Tesis (título de ingeniería civil) Lima. Universidad Ricardo Palma, 2008. 265 pp.
4. GALLARDO, Miguel. Cimentaciones en roca. Tesis (título de ingeniería civil). México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México. 2013. 197 pp.
5. JARA, Gonzalo. Compuestos al diseño de estructuras de contención de tierras y su interacción con el terreno, para su empleo en obras de infraestructura viaria, tesis doctoral, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 2008. 426 pp.
6. MORE, Alexander y TAIPICURI, Luzmery. Método de cálculo para predimensionar zapatas ancladas en roca para cimentaciones de torre de alta tensión, tesis (bachiller ingeniería civil), Lima, Universidad Peruana de ciencias aplicadas, 2019. 17 pp.
7. ROS, Antonio, Manual de Anclajes para minería y obra civil, tesis (ingeniería minera), Cartagena, Universidad Politécnica de Cartagena, 2006. 318 pp.
8. VALLADARES, Paul. Estabilidad de taludes con anclas. Tesis (título de ingeniería civil). México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México. 2015. 89 pp.

REVISTAS

1. AFANADOR, Nelson, SANJUAN, Yalitza, MEDINA, David, Diseño sísmico de muros de contención en gravedad y voladizo. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*. 2(20), 97-104, junio 2012. ISSN: 1692-7257
2. Analytical and experimental analysis of retaining wall in static and seismic conditions: a review por Pankajkumar Yadav [et al]. India. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 9(2): 522-530, febrero 2018. ISSN: 0976-6308
3. Alternativas de solución contra riesgos por erosión en el Barrio la Alcantarilla en Pachuca, Hidalgo por José Zúñiga [et al]. México. *Revista de Ingeniería Civil*. 1(1): 19-28, setiembre 2017. ISSN: 0213-8468
4. CALAVERA, J, CABRERA, A. un método para el proyecto de muros de contención, *Informes de la construcción*, 22 (210): 67-98, mayo 1969, ISSN: 1988-3234.
5. CHEN, Yu. Experimental study and stress analysis of rock bolt anchorage performance. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 6(5): 428-437, 2014, ISSN: 1674-7755
6. CUANALO, O, BERNAL, E, POLANCO, G. Geotechnical stability analysis, fragility of structures and velocity of movement to assess landslides vulnerability. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 5689–5720. Setiembre 2014. ISSN: 2195-9269
7. Design of Retaining Wall por Punde Gayatri V. [et al.]. [s.l.]: *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, 5(4): 1-7, febrero 2018. ISSN: 2348-4470
8. Economic Design of Retaining Wall Using Particle Swarm Optimization with Passive Congregation por Mohammad Khajehzadeh. [et al.]. Iran: *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(11): 5500- 5507, 2010. ISSN: 1991-8178
9. Extended “Mononobe-Okabe” Method for Seismic Design of Retaining Walls por Yazdani [et al.] *Journal of Applied Mathematics*, 2013: 10 pg. ISSN: 1687-0042

10. GALVAN, Manolo y RESTREPO, Ivan. Correlación de la resistencia a compresión uniaxial con la humedad y porosidad eficaz en rocas. *DYNA*. 83(198): 9-15, setiembre 2016. ISSN: 0012- 7353.
11. GIRALDO, Emiliano. Capacidad de anclaje de los split sets en función de su longitud efectiva de anclaje. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica*. 21(41): 9-16, junio 2018. ISSN: 1561-0888
12. GONZALES, Claudia. ROMO, Miguel. Empuje dinámico en estructuras de retención con inclusión compresible. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. 15 (4): 517-527, diciembre 2014 ISSN: 1405-7743
13. HIMINAYA, Yukio, SATAKE, Kenji y OKI, Taikan. Human Geoscienc. *Advances in Geological Science*. Marzo 2019. ISSN: 2524-3829.
14. LEMUS, Luis, MORAGA, Nelson y LEMUS, Roberto. Influence of backfill soil shear strength parameters on retaining walls stability. *Revista de la Construcción*. 16(2): 175-188, 2017. ISSN: 0718-915X
15. LJUNGBERG, Jakob. Pullout test of rock bolts at the Lima Hydropower station. *Degree project in civil engineering and urban management*. Setiembre 2016. ISSN: 1103-4297
16. MATEOS, Rosa, FERRER, Monserrat y González Luis. Los materiales rocosos de la Sierra de Tramuntana (Mallorca). Caracterización geomecánica y clasificación geotécnica. *Boletín Geológico y Minero*. 113(4): 415-427. Setiembre 2002. ISSN: 0366-0176
17. ORTIZ, Oswaldo, FERNANDEZ, Francisco y BLAS, Wilfredo. Sostenimiento activo de excavaciones mineras subterráneas y a cielo abierto mediante el mortero de resina en pernos y tendones de anclaje. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica*. 6(11). 2003, ISSN: 1561-0888
18. PAEZ, Diego y HAMON, Jeniffer. Estudio de la resistencia a tracción en anclajes estructurales posinstalados con adhesivo epóxido. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. 17(33): 57-70. diciembre 2018. ISSN: 1692-3324

19. Retaining Wall based on mechanically stabilized tire stack por Barros [et al.]. Valparaíso. Revista Ingeniería de Construcción. 34(3): 252-267. Mayo 2019. ISSN: 0718-5073
20. REZAZADEH, Samieh, ESLAMI, Abolfazl. Empirical methods for determining shaft bearing capacity of semi-deep foundations socketed in rocks. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 9(6): 1140-1151. Diciembre 2017. ISSN: 1674-7755
21. RIVAS, Gram, QUISPE, Elliot y SANTRACRUZ, Sandra. State of the art of DSRW test equipment subjected to side loads and equipment proposal for static testing at natural scale. *Journal TECNIA*. 29(2): 39-47. diciembre 2019. ISSN: 0375-7765
22. ROBERT, Jeremy y SIERRA, Alexis. Construction et renforcement de la vulnérabilité dans deux espaces marginaux de Lima Construction and vulnerability intensification in two marginal spaces of Lima. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*. 38(3): 595-621. Diciembre 2009. ISSN: 0303-7495
23. RUDA, Yuber y PAEZ, Diego. Anclajes posinstalados en concreto de alta resistencia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. 27(2): 137-156. Marzo 2017. ISSN: 0124-8170
24. SUYO, Epifanio, Modelo de investigaciones geológicas y geotécnicas para definir la cimentación de estructuras de líneas de transmisión eléctrica. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica*. 19(37), junio 2016. ISSN: 1561-0888
25. TEMUR, Rasim y BEKDAS, Gebrail. Teaching learning-based optimization for design of cantilever retaining walls. *Structural Engineering and Mechanic*, 57(4): 763-783, enero 2016. ISSN: 1225-4568
26. TERZARIOL, Roberto, AISSA, Gonzalo y ARRÚA, Pedro. Diseño sísmico de estructuras de contención en suelos granulares. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Vial*. 4(2): 153-166, 2004. ISSN: 1535-0088
27. VLACHOPOULOS, Nicholas, CRUZ, Daniel y FORBES, Bradley. Utilizing a novel fiber optic technology to capture the axial responses of fully grouted rock bolts. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 10(2): 222-235, abril 2018. ISSN: 1674- 77554

28. WANG, Min, WAN, Wen y ZHAO Yanlin. Prediction of the uniaxial compressive strength of rocks from simple index tests using a random forest predictive model. *Comptes Rendus Mécanique*, 378(1): 3-32, 2020. ISSN: 1873-7234

OTROS

1. Estudios de microzonificación geotécnica sísmica y evaluación del riesgo en zonas ubicadas en los distritos de Carabayllo y El Agustino (provincia y departamento de Lima); distrito del Cusco (provincia y departamento del Cusco); y distrito de alto selva alegre (provincia y departamento de Arequipa): Universidad Nacional de Ingeniería. 2013}
2. Guía para la habilitación urbana en asentamientos humanos y mitigación de riesgos. Municipalidad Metropolitana de Lima, 2013
3. Informe de la visita al Laboratorio de Mecánica de Rocas de la FIGMM por Vargas [et al.] Universidad Nacional de Ingeniería. 2014. Disponible en : <https://es.slideshare.net/Evargs1992/ensayos-en-mecnica-de-rocas>
4. LUU, Kenny y Zargarbashi, Saman. Design of the Retaining Wall Structures on the M4 Smart Motorway Project, Sydney .8 th Australian Small Bridges Conference.
5. ORTEGA, Juan. Diseño de estructuras de concreto armado Tomo 2. Lima. Empresa Editora Macro EIRL. 2015, 252 pp. ISBN 978-612-304-252-3
6. Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE-020 y Norma: E-030

Anexo 01: Declaratoria de autenticidad del (de los) autor(es)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LOS AUTORES

Nosotros, Hernández Vásquez, Edward David y Segovia Rey, Edwards Hugo, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Sede Ate, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado “Anclajes para cimentar en macizo rocoso un muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta, El Agustino, 2020” son:

1. De nuestra autoría
2. El presente Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación /Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

Ate,

.....
Hernández Vásquez Edward David

DNI: 44643411

.....
Segovia Rey, Edwards Hugo

DNI: 41126423

Anexo 02: Declaratoria de autenticidad del asesor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo,,
docente de la Facultad / Escuela de Posgrado y
Escuela Profesional / Programa Académico de la Universidad
César Vallejo (filial o sede), revisor (a) del trabajo de
investigación / tesis titulado(a):
“
.....” del (de los)
estudiante(s),
constato que la investigación tiene un índice de similitud de% verificable
en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin
filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y he concluido que cada una de las coincidencias
detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que
corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los
documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo
dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha,

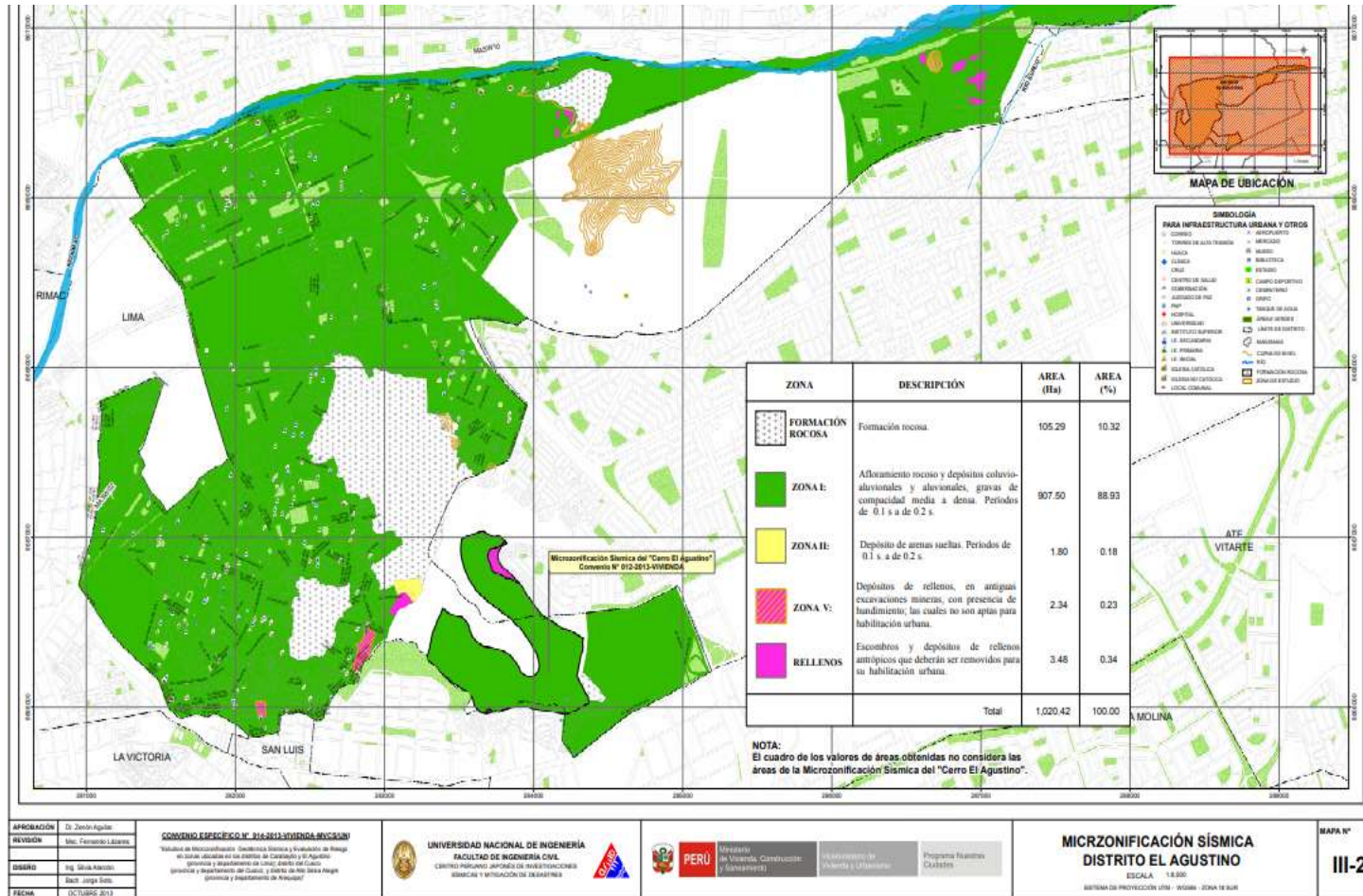
.....
Ing. Mg. Contreras Velásquez, José Antonio

DNI:

Anexo 03. Matriz de Operacionalización de variables

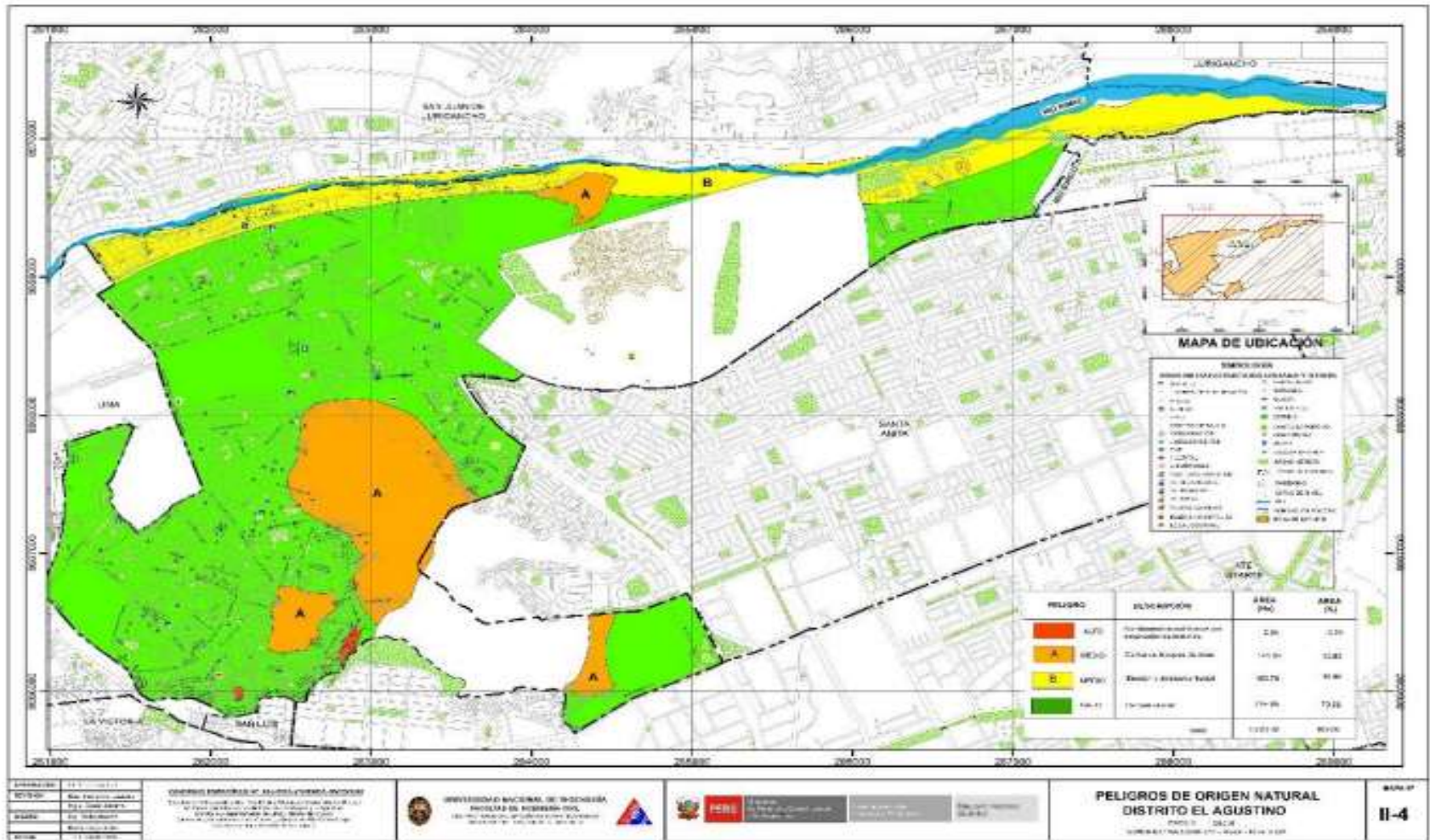
Variables de estudio	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V. DEPENDIENTE: ESTABILIZACION DE MURO DE CONTENCION	“para retener la masa del suelo al suelo comercial que no puede sostenerse verticalmente por sí mismos [...] estar diseñados para soportar las presiones laterales de tierra y agua, los efectos de las cargas de sobrecarga, el peso propio del muro” (Gayatri, 2018, p.1)	Realizar los estudios de ingeniería básica como: topografía, estudio de mecánica de suelos, para obtener datos de campo para diseñar los muros a diferentes profundidades de anclajes.	- Estudio de Mecánica de rocas	- Angulo de fricción relleno - Capacidad portante - Peso especifico - RCS	ϕ grados kg/cm ² Ton/m ³ Kg/cm ²
			- Estabilidad de muro de contención	- Factor de seguridad Deslizamiento Vuelco - Análisis estático (Rankine) - Análisis dinámico (M-O)	> 1.5 > 2 Ton Ton
			- Diseño de Muro de Contención con SAP2000	- Asentamiento - Desplazamientos	Cm
V. INDEPENDIENTE: ANCLAJES EN FORMACION ROCOSA	“es un perno de roca convencional con pequeñas costillas muy separadas, alta capacidad de carga y pequeña deformación. Está unido a la lechada / roca a lo largo de toda su longitud a través del enclavamiento mecánico entre las costillas del perno y la lechada” (Chen, 2014, p. 430)	Realizar ensayos para obtener datos de campo y laboratorio para seleccionar el tipo de anclaje que mejorara el diseño del muro	Geometría de Anclaje de acero corrugado	- Longitud - Diámetro	cm Pulg.
			Resistencia de los anclajes	- Resistencia a la fluencia - Resistencia a Tracción	Kg/cm ² Kg/cm ²

Anexo 04: Instrumento de recolección de datos



Mapa de microzonificación sísmica del Distrito de El Agustino

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Y Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.



Mapa de peligro del Distrito de El Agustino

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Y Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.

Fotos de la zona



Imagen 01: Vista Longitudinal del Pasaje 4 del A.H. Hatary Llacta
Fuente: elaboración propia



Imagen 02: Muro de Piedra Seca (pirca) presente en pasaje 4
Fuente: elaboración propia



Imagen 03: Vivienda construida sobre pirca cerca del pasaje 4
Fuente: elaboración propia

UBICACIÓN DEL PROYECTO



FIGURA Plano de ubicación desde satélite
FUENTE: GOOGLE EARTH



FIGURA Plano de ubicación de la zona
FUENTE: GOOGLE MAPS

Anexo 05: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo influye el anclaje de acero corrugado en formación rocosa para la estabilidad de muro de contención en el pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta- El Agustino 2020?,</p> <p>Problemas específicos</p> <p>PE1 ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención?</p> <p>PE2: ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención?</p> <p>PE3: ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 80 cm de empotramiento en formación rocosa influye la estabilidad de muro de contención?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar si el anclaje de acero corrugado en formación rocosa influye en la estabilidad del muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta-El Agustino 2020</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>OE1: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.</p> <p>OE2: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.</p> <p>OE3: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 80 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El uso de anclaje de acero corrugado en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención en el pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta – El Agustino 2020.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>HE1: El anclaje de acero corrugado de 0.40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.</p> <p>HE2: El anclaje de acero corrugado de 0.60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.</p> <p>HE3: El anclaje de acero corrugado de 0.80 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.</p>	<p>V. INDEPENDIENTE:</p> <p>ANCLAJES EN FORMACION ROCOSA</p> <p>V. DEPENDIENTE:</p> <p>ESTABILIZACION DE MURO DE CONTENCIÓN</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Diseño: Experimental</p>

Anexo 06: TURNITIN



Anexo 07: Matriz de Evaluación del Informe de Investigación

MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA PROFESIONAL:	Ingeniería Civil	CICLO:	X
DOCENTE:	Ing. José Antonio Contreras Velásquez		
TÍTULO:	Anclajes en formación rocosa para estabilizar muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta, El Agustino, 2020		
ESTUDIANTE(S):	<ul style="list-style-type: none"> • Hernández Vásquez, Edward David • Segovia Rey, Edwards Hugo 		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	Diseño Sísmico y estructural		

INDICADORES	PUNTAJE MÁXIMO	J1	J2
TÍTULO			
El tema de investigación es innovador.	3		
El título se refiere al objetivo de la investigación, contiene la(s) variable(s) y los límites espaciales y temporales cuando corresponda.	1		
La redacción del título no excede las 20 palabras.			
RESUMEN			
Contiene los elementos necesarios mínimos.	2		
No excede las 200 palabras.			
Contiene el abstract.	2		
Presenta las palabras claves y keywords.	1		
INTRODUCCIÓN			
Está redactada en prosa y sin subtítulos.			
Describe la realidad problemática de manera precisa y concisa.	3		
Justifica porqué y para qué realiza la investigación apoyándose en referencias actualizadas.	2		
Los objetivos y las hipótesis se relacionan directamente con la formulación del problema/preguntas de investigación.	2		
Tiene de 2 a 3 páginas.			
MARCO TEÓRICO			
Se redacta en prosa y sin subtítulos.			
Presenta una síntesis de los antecedentes investigados a nivel nacional e internacional.	4		

Incluye las teorías y enfoques conceptuales donde se enmarca la investigación.	4		
Tiene entre 5 a 7 páginas (pregrado) / 7 a 10 páginas (maestría)/ 10 a 15 páginas (doctorado).			
METODOLOGÍA			
Está redactada en tiempo pasado.			
Determina adecuadamente el tipo de investigación.	2		
Selecciona adecuadamente el diseño de investigación.	2		
Identifica y operacionaliza/categoriza adecuadamente las variables/categorías de estudio, según corresponda.	3		
Establece la población y justifica la determinación de la muestra/escenarios y participantes, según corresponda.	3		
Propone la(s) técnica(s) e instrumento(s) de recolección de datos, de ser necesario presenta evidencia de la validez y confiabilidad.	3		
Describe detalladamente los procedimientos de obtención de los datos/información.	3		
Describe el método de análisis de datos/información.	3		
Describe los aspectos éticos aplicados en su investigación.	3		
Tiene mínimo 4 páginas.			
RESULTADOS			
Redacta en tiempo pasado.			
Presenta los resultados en función a los objetivos, aplicando los métodos de análisis pertinentes.	7		
Tiene mínimo 3 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 7 páginas (doctorado).			
DISCUSIÓN			
Sintetiza los principales hallazgos.	6		
Apoya y compara los resultados encontrados con las teorías y literatura científica actual.	6		
Describe las fortalezas y debilidades la metodología utilizada.	6		
Describe la relevancia de la investigación en relación con el contexto científico social en el que se desarrolla.	7		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 6 páginas (maestría) y 8 páginas (doctorado).			
CONCLUSIONES			
Presenta los principales hallazgos como síntesis de la investigación respondiendo los objetivos de la investigación.	5		
Tiene mínimo 1 página.			
RECOMENDACIONES			

Las recomendaciones son pertinentes relacionándose con los hallazgos de la investigación y con el planteamiento de futuras investigaciones.	3		
Tiene mínimo 1 página.			
REFERENCIAS			
Utiliza citas en el interior del documento de acuerdo a Normas Internacionales (ISO 690, APA y VANCOUVER).	5		
Incluye como mínimo 30 referencias (pregrado), 40 referencias (maestría) y 50 referencias (doctorado) de los últimos 5 años, en coherencia con las citas utilizadas en el documento.	5		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 6 páginas (doctorado).			
FORMATO			
Emplea el tipo y tamaño de fuente adecuado.			
Numera las páginas adecuadamente.			
El documento respeta las normas de redacción y ortografía.	4		
Los márgenes están configurados de acuerdo a la guía de investigación de fin de programa.			
TOTAL	100		
SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN			
Sobre la investigación			
Demuestra que el tema es innovador y aporta nuevos enfoques a la ciencia.	10		
Explica la relevancia de la investigación.	8		
Demuestra dominio temático.	8		
Demuestra conocimiento en la aplicación del método científico.	8		
Interpreta claramente sus resultados.	8		
Justifica y analiza los hallazgos.	10		
Sintetiza las ideas principales en sus conclusiones.	8		
Organización de la exposición			
Explica en forma clara y coherente.	8		
Utiliza adecuadamente el material de apoyo audiovisual.	8		
Realiza la presentación dentro del tiempo estipulado.	8		
Responde adecuadamente las preguntas formuladas.	8		
Presentación personal y modales adecuados	8		

TOTAL		100			
OBSERVACIONES INFORME DE INVESTIGACIÓN					
		JORNADA DE INVESTIGACIÓN 1 (J1)	FIRMAS	JORNADA DE INVESTIGACIÓN 2 (J2)	FIRMAS
		Fecha:		Fecha:	
I N F O R M E	<u>Jurado 1</u>				
	<u>Jurado 2</u>				
	<u>Jurado 3</u>				
S U S T E N T A C I Ó N	<u>Jurado 1</u>				
	<u>Jurado 2</u>				
	<u>Jurado 3</u>				

IMPORTANTE- REQUISITOS DE APROBACIÓN:

- **Jornada 1:** Si el informe de investigación obtiene menos de 40 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Igualmente, si el estudiante al sustentar obtiene menos de 80 puntos debe ser inhabilitado.
- **Jornada 2:** Si el informe de investigación obtiene menos de 80 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Debiendo convertir el puntaje obtenido por el estudiante a una escala vigesimal solo en esta jornada.

Anexo 08: Estudio de rocas (laboratorio M & V)



INFORME DE ENSAYO N° 007 - 2020 - M&V

PROYECTO : "Anclaje en formación rocosa para estabilización de muro de contención en pasaje LI 4 del asentamiento humano Hatary Lacta, El Agustino, 2020"	
UBICACIÓN : Distrito El Agustino - Lima E 282627.961 N 8668042.669	ING. RESPONSABLE : MEPP / JEMS
MUESTRA: Roca ígnea Andesita Porfídica	TECNICO : KRA
SOLICITANTE : Edward David Hernández Vásquez Edwards Hugo Segovia Rey	FECHA : 30.06.2020

MINEROLOGÍA DE ROCA ÍGNEA ANDESITA PORFÍDICA

La Andesita es la roca ígnea que comúnmente contiene los yacimientos de cobre ubicados en nuestra Cordillera de Los Andes.

Se pueden distinguir en ella una matriz oscura de material silicio y cristales denominados fenocristales; por estas cualidades se denomina Andesita Porfídica.

La andesita es una roca ígnea extrusiva y también subvolcánica que es de composición química intermedia, es decir que tiene entre el 52 al 63% de sílice (SiO₂), comúnmente suele tener textura porfídica y a veces afanítica, además, mineralógicamente se compone de anfíbol, plagioclasas y piroxenos principalmente.

PROPIEDADES:

Serie ígnea, subalcalina.

Color, Gris oscuro, Gris intermedio.

Brillo y Dureza, Opaco satinado - duro.



Observaciones:

- Extracción diamantino y tallado, ejecutado por nuestro personal.
- Fecha de orden de ensayo: 2020.06.19
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



ING. MATEO PACHECO PUQUIO
REG. CIP 25379
Lima, 30 de Junio del 2020

M&V (17)
m&v/m&v
O.S. N°007

Coop. San Miguel Mz D L1 B Int 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A L1.6 Urb. Los Gracianos 1ª Etapa - Callao.
Teléfono: (511) 661-9143. Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5610 (WhatsApp)
LIMA - PERU

m.v.ingasac@hotmail.com
colaboracion@mvingenieros.com
www.mvingenieros.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

PROYECTO : Tesis "Anclaje en formación rocosa para estabilización de muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Liacta, El Agustino, 2020"

MUESTRA : Ubicación E 282627.961 N 8668042.669 ING. RESPONSABLE : mpp / jema

SOLICITADO : Edward David Hernández Vásquez TECNICO : kra

Edwards Hugo Segovia Rey FECHA : 20.06 al 25.06.2020

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

CÓDIGO DE MUESTRA	2-01		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A	2350.0		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B	1520.5		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS C=(A-B)	829.5		
PESO DE MATERIAL SECO D	2347.0		
VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)	826.5		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C	2.829		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2.833		
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2.840		
ABSORCIÓN (%)	0.13		

OBSERVACIONES:

- Extracción diamantino y tallado, ejecutado por nuestro personal.
- Fecha de orden de ensayo: 2020.06.19




ING. MATEO PACHECO PUGUIO
 REG.-GIP 25379

Lima, 30 de Junio del 2020

M&V (2/7)
 mpp/jema/kra
 O.S. N° 007

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

PROYECTO : Tesis "Anclaje en formación rocosa para estabilización de muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Liacta, El Agustino, 2020"

MUESTRA : Ubicación E 262627.961 N 8668042.869

SOLICITADO : Edward David Hernández Vásquez
Edwards Hugo Segovia Rey

ING. RESPONSABLE : mpp / jems

TECNICO : kra

FECHA : 20.06 al 25.06.2020

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

CÓDIGO DE MUESTRA	Z-02		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A	2515.0		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B	1625.3		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS C=(A-B)	889.7		
PESO DE MATERIAL SECO D	2511.3		
VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)	886.0		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C	2.823		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2.827		
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2.834		
ABSORCIÓN (%)	0.15		

OBSERVACIONES:

- Extracción diamantino y tallado, ejecutado por nuestro personal.
- Fecha de orden de ensayo: 2020.06.19



[Firma manuscrita]
ING. MATEO PACHECO PUQUIO
REG. CIP 25379
Lima, 30 de Junio del 2020

M&V (3/7)
mpp/jems/kra
O.S. N° 007



INFORME DE ENSAYO N° 007 - 2020 - M&V

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

PROYECTO : Tesis "Anciaje en formación rocosa para estabilización de muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llaeta, El Agustino, 2020"
 MUESTRA : Ubicación E 282627.961 N 8668042.689 ING. RESPONSABLE : mpp / jems
 SOLICITADO : Edward David Hernández Vásquez TECNICO : kra
 Edwards Hugo Segovia Rey FECHA : 20.06 al 25.06.2020

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

CÓDIGO DE MUESTRA	Z-03		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A	2145.3		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B	1394.2		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACÍOS C=(A-B)	751.1		
PESO DE MATERIAL SECO D	2143.0		
VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)	748.8		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C	2.853		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2.856		
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2.862		
ABSORCIÓN (%)	0.11		

OBSERVACIONES:
 - Extracción diamantino y tallado, ejecutado por nuestro personal.
 - Fecha de orden de ensayo: 2020.06.19



(Firma manuscrita)
ING. MATEO PACHECO PUQUIO
 REG. CIP 25379
 Lima, 30 de Junio del 2020

M&V (4/7)
 mpp/jems/kra
 O.S. N° 007

Coop. San Miguel Mz D11, B, It. 1 - Urb. Campo - S.21, / Mz. A.11, 6 Urb. Los Graseoles 1° Etapa - Calleo
 Telfax: (511) 661-9143. Celular RFC: (511) 94778-9986 (WhatsApp) / BITEI: 93073-5810 (WhatsApp)
 LIMA - PERU [mvp_ingm@icmail.com](mailto:mpp@ingm.com)
cotizaciones@mvingenieros.com
www.mvingenieros.com



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 007 - 2020 - M&V

SOLICITANTE	Edward David Hernández Vásquez Edwards Hugo Segovia Rey	MUESTRA	Testigos Diamantinos
PROYECTO DE TESIS	*Andaje en formación rocosa para estabilización de muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Ujacta, El Agustino, 2020*	DESCRIPCIÓN	10 x 20 cm perforación cilíndrica
UBICACIÓN	El Agustino - LIMA	CANTIDAD	06 unidades
FECHA DE RECEPCIÓN	2020.06.20	FECHA DE ENSAYO	2020.06.20 al 06.27

ASTM D2938 - 95 (2002) MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE MUESTRAS DE NÚCLEO DE ROCA INTACTA (RETIRADO 2005)

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	MÓDULO DE ROTURA	
								(Mpa)	(kg/cm ²)
1	Z-01 E 282627.961 N 8968042.669	20/06/20	27/06/20	7	10.1	80.1	76.350	94	953
2		20/06/20	27/06/20	7	10.1	80.1	75.250	92	939

Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión

Marca : ELE INTERNACIONAL Modelo : N° 36-3058A02 Serie : N° 08090000008

Fecha de calibración: 2020.02.05 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static universal testing machines"

Observaciones

- Extracción diamantino y tallado, ejecutado por nuestro personal.
- Fecha de orden de ensayo: 2020.06.19
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm²) y carga en kilogramos (kg). Roca ígnea Andesita porfídica.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




ING. MATEO BAGHETTO BUGLIO
 REG. CIP 25379
 Lima, 30 de Junio del 2020

M&V (5/7)
mvgkrafra
O.S. N°007

Coop. San Miguel Mz D Lt B Int 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz A Lt 6 Urb. Los Grastos 1° Etapa - Callao
 Telfax: (511) 661-9143 Celular/BPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
 LIMA, PERU

m.v.ing@sac@hotmail.com
cotizaciones@mvingenieros.com
www.mvingenieros.com



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 007 - 2020 - M&V

SOLICITANTE : Edward David Hernández Vásquez
Edwards Hugo Segovia Rey

PROYECTO DE TESIS : "Anclaje en formación rocosa para estabilización de muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Huary Uacta, El Agustino, 2020"

UBICACIÓN : El Agustino - LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 2020.06.20

MUESTRA : Testigos Diamantinos

DESCRIPCIÓN : 10 x 20 cm perforación cilíndrica

CANTIDAD : 05 unidades

FECHA DE ENSAYO : 2020.06.20 al 06.27

ASTM D2938 - 95 (2002) **MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE MUESTRAS DE NÚCLEO DE ROCA INTACTA (RETIRADO 2005)**

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	MÓDULO DE ROTURA	
								(Mpa)	(kg/cm ²)
1	Z-02 E 282927.951 N 8665042.689	20/06/20	27/06/20	7	10.0	78.5	77,450	97	987
2		20/06/20	27/06/20	7	10.0	78.5	73,600	92	938

Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión

Marca : ELE INTERNATIONAL	Modelo : N° 36-3088/02	Serie : N° 080900000005
Fecha de calibración : 2020.02.05 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static universal testing machines"		

Observaciones

- Extracción diamantino y tallado, ejecutado por nuestro personal.
- Fecha de orden de ensayo: 2020.06.19
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm²) y carga en kilogramos (kg). Roca ígnea Andesita porfídica.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



(Firma manuscrita)
ING. MATEO PACHECO PUCURO
 RRR: CIP 25379
 Lima, 30 de Junio del 2020

M&V (8/7)
 mpp/kra/kra
 O.S. N°007



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 007 - 2020 - M&V

SOLICITANTE : Edward David Hernández Vásquez
Edwards Hugo Segovia Rey
MUESTRA : Testigos Diamantinos
DESCRIPCIÓN : 10 x 20 cm perforación cilíndrica

PROYECTO DE TESIS : "Anclaje en formación rocosa para estabilización de muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Helary Lacta, El Agustino, 2020"

UBICACIÓN : El Agustino - LIMA
CANTIDAD : 06 unidades
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020.06.20
FECHA DE ENSAYO : 2020.06.20 al 06.27

ASTM D2938 - 95 (2002) : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE MUESTRAS DE NÚCLEO DE ROCA INTACTA (RETIRADO 2005)

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	MÓDULO DE ROTURA	
								(Mpa)	(kg/cm ²)
1	Z-03 E 282627.961 N 8668042.669	20/06/20	27/06/20	7	10.1	80.1	75,000	92	936
2		20/06/20	27/06/20	7	10.0	78.5	74,100	93	944

Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión

Marca : ELE INTERNATIONAL **Modelo** : N° 36-3088/02 **Serie** : N° 080900000008
Fecha de calibración: 2020.02.05 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static uniaxial testing machines"

Observaciones

- Extracción diamantino y tallado, ejecutado por nuestro personal.
- Fecha de orden de ensayo: 2020.06.19
- Se reporta el diámetro en cm, área (cm²) y carga en kilogramos (kg). Roca ignea Andesita porfídica.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



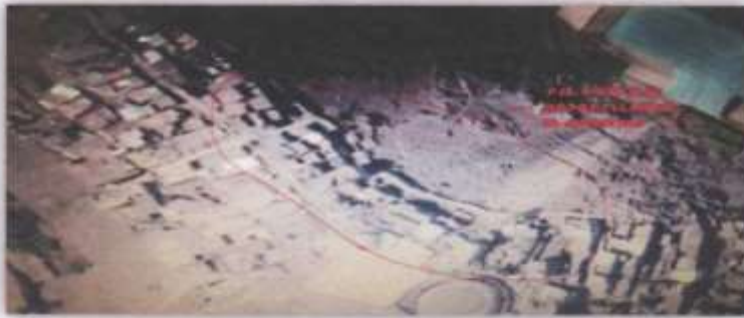
(Firma manuscrita)
ING. MATEO PACHECO PUCUIO
 REG. CIP 25379
 Lima, 30 de Junio del 2020

M&V (7/7)
 mpp/kra/kra
 O.S. N°007



**INFORME DE MECANICA DE SUELOS
FINES DE CIMENTACION**

**INVESTIGACION: ANCLAJES PARA CIMENTAR EN
FORMACIÓN ROCOSA MUROS DE CONTENCIÓN EN
PASAJE 4 DEL ASENTAMIENTO HUMANO HATARY
LLACTA, EL AGUSTINO 2019**



DISTRITO : EL AGUSTINO
PROVINCIA : LIMA
REGIÓN : LIMA

JUNIO DEL 2020

Grupo: San Miguel 161-D11, E. 20, 1 - Urb. Campey - S.J.L. - Mz. A-U. 8 Urb. Los Olivos 1ª Etapa - Callao.
Teléfono: 011 (001-9147) Callao R.P.C 011 (04779-9889) (Mushka) - ENTEL 94073-0810 (Mushka)
LIMA-PERU

011 (001-9147) Callao R.P.C 011 (04779-9889) (Mushka) - ENTEL 94073-0810 (Mushka)
LIMA-PERU



INDICE

1.0 GENERALIDADES

- 1.1 Objeto del Estudio.
- 1.2 Datos del Establecimiento
- 1.2 Ubicación y Acceso a la Zona de Estudio
- 1.3 Características del Proyecto.
- 1.4 Geología General y Local.
- 1.5 Geomorfología

2.0 EXPLORACION DE CAMPO

- 2.1 Trabajos de campo

3.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

- 3.1 Cálculo de la Capacidad Admisible

ANEXOS

- Anexo I : Resultados de Ensayos de Laboratorio
- Anexo II : Panel Fotográfico





ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

INFORME TECNICO

1.0 GENERALIDADES

1.1 Objeto del Estudio

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo en un terreno ubicado dentro de terreno perteneciente al proyecto "Anclajes para Cimentar en formación Rocosa Muros De Contención en Pasaje 4 Del Asentamiento Humano Hatary Llacta, El Agustino 2019", ubicado en el distrito del Agustino, Provincia de Lima, Departamento de Lima, por medio de trabajos de campo ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos y labores de gabinete, recomendaciones y conclusiones para la cimentación.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico superficial de la zona, que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Recomendaciones técnicas de cimentación para las estructuras proyectadas.

1.2 Datos del Proyecto

Anclajes para Cimentar en formación Rocosa Muros De Contención en Pasaje 4 Del Asentamiento Humano Hatary Llacta, El Agustino 2019

1.3 Ubicación y Acceso a la Zona de Estudio

La zona del proyecto se encuentra ubicada en:

El distrito del San agustino está situado en la parte oriental de la provincia de Lima, en la cuenca del río Rimac, limita al norte con el distrito de san juan de Lurigancho, al este con el distrito de Lurigancho, al sureste con el distrito de santa Anita ya te vitarte, al suroeste con la victoria, al oeste con el Rimac.





1.4 Características del Proyecto

El presente informe de estudio corresponde al estudio de mecánica de suelos de la investigación de Anclajes para Cimentar en formación Rocosa Muros De Contención en Pasaje 4 Del Asentamiento Humano Hatary Llacta, El Agustino 2019

1.5 Geología General y Local

1.5.1 Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio han sido modelados por eventos de geodinámica externa y/o interna y describen la presencia de una planicie aluvial donde se emplaza gran parte de las edificaciones del distrito. la unidad de cerros y colinas que conforman el batolito intrusivo que contornea la planicie aluvial, el cauce del río Rimac conformando una terraza fluvial aledaña y depósitos coluviales adyacentes a los cerros colindantes.

1.5.2 Geología Regional

La cartografía geológica elaborada por el INGEMMET y publicada en el cuadrángulo de 25j, describe la geología en el contexto regional que incluye Lima Metropolitana y la parte baja de la cuenca del río Rimac, donde los materiales terrestres consisten principalmente de depósitos aluviales y marinos.

Los depósitos Aluviales están reconocidos con la denominación de Depósito Cuaternarios, conformados por depósitos aluviales del Cuaternario Reciente y la roca del pleistoceno de origen aluviales y del fondo marino.

La obra se ubicará sobre un manto de material depositado en el cuaternario reciente y el pleistoceno. el deposito es de origen aluvial originado por el río Rimac. El valle en el sector del proyecto es de mediana amplitud y se interrumpe en algunos sectores por conos aluviales que desembocan en el río. En los alrededores se han ubicado afloramientos igneos del grupo Santa Rosa y Atocongo pertenecientes al Batolito de la Costa con rocas identificadas como Tonalitas, Granodioritas y Dioritas.

La geodinámica externa de la zona en estudio no presenta mayor peligro, en cuanto a la geodinámica interna se deberá tener en cuenta el ambiente sismo tectónico, por ubicarse el área en una zona altamente sísmica.



Figura N°4: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chosica: Ingemet Carta Geológica



Figura 01: Fuente INGEMET

1.5.3 Depósitos aluviales

El área de estudio comprende a los depósitos cuaternarios clasificados como depósitos aluviales. Estos están constituidos por materiales acarreados por los ríos que bajan de la variante occidental andina cortando a las rocas terciarias, mesozoicas y Batolito Costanero, tapizando el piso de los valles. Habiéndose depositado una parte en el trayecto y gran parte a lo largo y ancho de sus abanicos aluviales, dentro de ellos tenemos: aluviales pleistocénicos y aluviales recientes.



1.5.4 Geología Local

Los afloramientos rocosos existentes en el área del Distrito de el Agustino son de origen igneo, de naturaleza granítica, que afloran en las inmediaciones de la Av. Riva agüero y en el extremo oriental del distrito.

1.5.5 aspectos sísmicos

La ciudad de Lima se ubica en la costa Occidental de Sudamérica, en una franja desértica entre el Océano Pacífico y los Andes. Lima está localizada en los conos de deyección de los ríos Rimac y Chillón que descienden de los Andes al Océano Pacífico. la región es parte del Cinturón Círculo-Pacífico, que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo. los sismos se originan principalmente por la subducción de la placa de Nazca, bajo la placa sudamericana. Esta zona ha generado sismos de alta magnitud con periodos de recurrencia relativamente cortos.

Según los mapas de zonificación sísmica y mapa de máximas Intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones, el distrito de Lurigancho-Chosica se encuentra comprendido en la Zona 3, correspondiéndole una sísmicidad alta y una intensidad de IX a X en la escala Mercalli Modificada.

Las Intensidades Sísmicas observadas en el Perú realizado por Alva el al (1984). el cual se basó en Mapas de isosistas de Sismos Peruanos y datos de Intensidades puntuales de sismos históricos recientes.



Se considerando por la norma Técnica E-030 "Diseño Sismo resistente" del Reglamento Nacional de Construcciones, en base a la distribución espacial de los sismos en el área de influencia, se recomienda tomar un sismo base de diseño de VIII MM y adoptar una aceleración sísmica máxima de 0.45g.

Figura 03: Plano de Zonificación Sísmica del Perú (Segun RNE E-030)





De acuerdo con la información Sismológica, en el Departamento de Junín se han producido sismos con intensidades promedio de VI-VII, según la Escala de Mercalli Modificada. Por otra parte, la zona en estudio se encuentra ubicada en la zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo con la Norma Técnica de Edificación E-030-Diseño Sismo Resistente. La fuerza cortante total (V) puede calcularse de acuerdo con las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R}$$

De acuerdo a la Norma Peruana de diseño sismo resistente E-030, hemos establecido los parámetros sísmicos para esta área del Proyecto:

ZONA SISMICA		FACTOR DE ZONA Z		
3		0.45		
PARAMETROS DEL SUELO				
TIPO	DESCRIPCIÓN	T _L (s)	T _p (s)	S
S0	Roca o Suelos Muy Rígidos	3.0	0.3	0.80
VELOCIDADES DE PROPAGACION DE ONDAS DE CORTE		MAYOR A 1500 m/s		

Tabla 17: Parametros Sísmicos

2.0 EXPLORACION DE CAMPO Y ENSAYOS

Se realizaron los siguientes ensayos:

2.1.1 Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

2.1.2 Muestreo No Disturbado

Se tomaron muestras no disturbadas del fondo de la calicata con la finalidad de encontrar su densidad natural.

2.1.3 Determinación de Peso Específico relativo de los Sólidos. (MTC E-113(2016))

Definido como el coeficiente entre el peso específico del suelo y el peso específico del agua a una temperatura de 4°C.





2.1.4 Clasificación de los suelos SUCS (ASTM D 2487)

Los suelos han sido clasificados de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS – ASTM D-2487), para ello se hizo uso del programa Clas y Clasif. (Ver Cuadro de Clasificación de Suelos).

3.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION

En la zona de estudio, su cimentación estará apoyada sobre un afloramiento rocoso. El cual no se considera el asentamiento y su presión admisible estará basado por el tipo de roca, estado y condición climáticas.

Según el Manual de Diseño Obras civiles de la comisión federal electricidad de México, el cálculo del esfuerzo admisible para roca maciza es:

$$q_{ad} = K \cdot R_c / 3$$

Dónde

q_{ad} = Presión de contado en roca permisible (Kg/cm²)

R_c = Resistencia a la compresión uniaxial (Kg/cm²)

K = Coeficiente adimensional que depende del desplazamiento de las discontinuidades y de la diferencia que pueda existir entre las resistencias entre la masa rocosa y la de los especímenes ensayados en el laboratorio.

Cuadro N° 07: Factor de Multiplicador K

RQD (%)	A	B	C	D	E
100-95	3.8	4.3	5.0	5.2	6.1
95-90	1.4	1.6	1.9	2.0	2.3
90-75	0.28	0.32	0.38	0.40	0.46
75-50	0.049	0.056	0.066	0.069	0.081
50-25	0.015	0.016	0.019	0.020	0.024
25-0	Calcular q _{ad} para masa de suelo equivalente				





El tipo de roca encontrada es una volcánica intrusiva llamada Tonalita (grano fino).

Si:

$R_c = 938 \text{ Kg/cm}^2$ (Roca Tonalita)

$R_{QQ} = 75 \%$

$K = 0.069$

(Por evaluación de la clasificación Bieniawski)

Reemplazando se tiene:

$$q_{ad} = 21.57 \text{ kg/m}^2$$

5.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como al análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El terreno en estudio se encuentra en el Pasaje 4 Del Asentamiento Humano Hatary Liacta, El Agustino
- La resistencia del terreno es = 6.53 kg/cm^3
- El Distrito de Lima se encuentra en la Zona 4 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú; por lo tanto, empleará un factor de zona de $Z=0.45$ g, un factor de amplificación del suelo $S=0.8$ y con periodos de $T_H=0.3$ seg y $T_L= 3.00$.





RESUMEN

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION
"Anclajes para Cimentar en formación Rocosa Muros De Contención en Pasaje 4 Del
Asentamiento Humano Hatary Llacta, El Agustino 2019"

De conformidad con la Norma Técnica E-050, la siguiente información, deberá transcribirse en los planos de cimentaciones. Esta información no es limitada y deberá cumplirse con todo lo especificado en el presente estudio de suelos y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

TIPO DE CIMENTACION

Cimentación Superficial
 Muro de Contención – Rectangular

ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACION

Clasificación SUCS: Roca

PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION

- **PROFUNDIDAD CIMENTACION**
 Muro de Contención Cuadrada DF = 0.5 m
- **PRESION ADMISIBLE**
 Muro de Contención B = 0.8 m Qad = 21.57 kg/cm²
- **ASENTAMIENTO DIFERENCIAL ACEPTABLE**
 Muro de Contención Δ = 0.0058 = 1/500

PARAMETROS SISMICO DEL SUELO

ZONA SISMICA		FACTOR DE ZONA Z		
4 (SISMICO)		0.45		
PARAMETROS DEL SUELO				
TIPO	DESCRIPCION	T _i (s)	T _p (s)	S
SD	ROCA	3.0	0.3	0.80

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION

Licueccion: No Presenta (Mediana Plasticidad, Sin Presencia de N.A.F.)
 Colapso: No Presenta (Alto Peso Volumetrico y Regular L.L.)
 Expansión: No presenta

ESTABILIDAD DE SUELOS

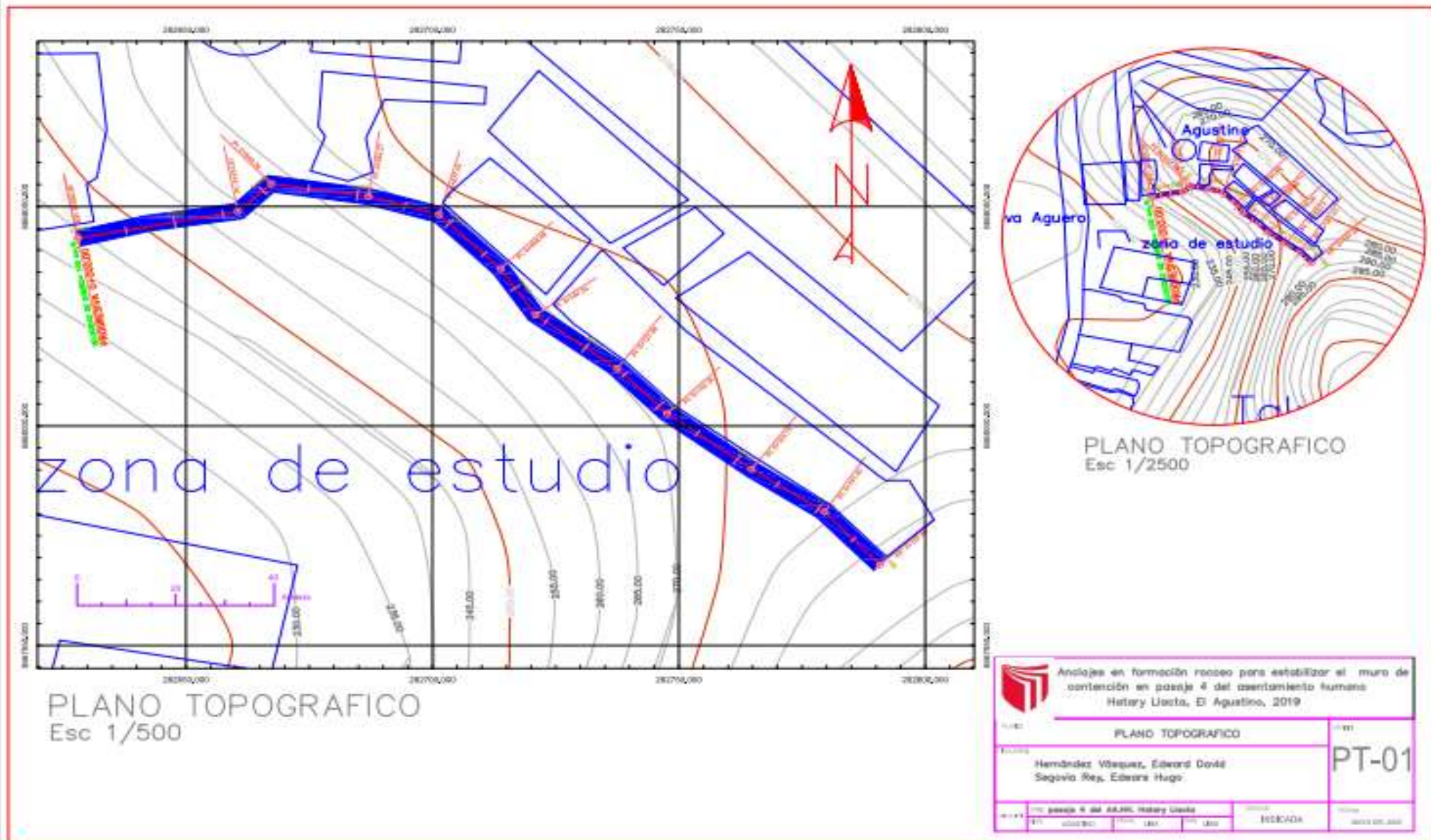
Empleando los métodos de Bishop, Spencer, Jambu, Morgenstern-Price, se ha determinado que el talud del suelo en el muro de contención es estable con un factor de seguridad 1.50



Mateo Pacheco Puguio
ING. MATEO PACHECO PUGUIO
 REG. CIP 25379
 Lima, 30 de Junio del 2020

Grupo M & V Ingenieros S.A. - Calle Comercio 1141 - Blo. A, J. N. 800 - Los Olivos 17 - Lima - Perú
 Teléfono: (51) 01 467 9743 - Calle Comercio 1141 - Blo. A, J. N. 800 - Los Olivos 17 - Lima - Perú
 E-MAIL: M&V@M&VINGENIEROS.COM
 WWW.M&VINGENIEROS.COM

Anexo 09: plano de niveles lugar de estudio.



Anexo 10: instrumento de recolección de datos



INTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS Y TOPOGRAFIA

TESIS: Anclajes en formación rocosa para estabilizar el muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta, El Agustino, 2020

1. Ubicación

Distrito : EL AGUSTINO
Provincia : LIMA
Departamento : LIMA

2. Dimensiones

DESCRIPCION	IMAGEN - GRAFICO
LONGITUD	

David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo

	
ANCHO DE VIA	

	
<p>ALTURA DE BORDE</p>	

3. Evaluación visual del terreno

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

David

Segovia Rey, Edwards Hugo

- 3.1 Clasificación SUCS del suelo : ROCA
- 3.2 Cargas Existentes : carga peatonal
- 3.3 Cobertura Vegetal : ninguna

4. Evaluación Topográfica:

4.1 Descripción de Equipos

DESCRIPCION	IMAGEN - GRAFICO
<p>NIVEL: PENTAX AP 281 (calibrada, enero 2020)</p>	
<p>GPS: GPS GARMIN ETREX 30X</p>	

David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



4.2 Metodología Utilizada

El levantamiento topográfico consistirá en realizar una poligonal abierta con el uso del equipo (nivel) haciendo cambio de estación para poder radiar toda la zona de estudio, luego ingresaremos la información en el software civil 3D para obtener la superficie

4.3 Nombre y referencia de la estación o BM

DESCRIPCION	IMAGEN - GRAFICO
Coordenadas Geográficas o UTM De la toma con GPS: Coordenada Norte: 8668041.77 Coordenada Este: 282625.55	

4.3 Recolección de Datos
CUADRO DE COORDENADAS POLIGONAL ABIERTA

PUNTOS	COORD ESTE	COORD NORTE	ALTURA	DESCRIPCION
1	282625.5494	8668033.777	238.9512	"TN"
2	282629.5494	8668033.777	239.7845	"TN"
3	282709.5494	8668033.777	267.7373	"TN"
4	282713.5494	8668033.777	268.8927	"TN"
5	282717.5494	8668033.777	270.5042	"EST 05"
6	282721.5494	8668033.777	271.6977	"TN"
7	282725.5494	8668033.777	272.955	"TN"
8	282729.5494	8668033.777	273.343	"TN"
9	282733.5494	8668033.777	273.7309	"TN"
10	282737.5494	8668033.777	274.2157	"TN"
11	282741.5494	8668033.777	274.5649	"TN"
12	282745.5494	8668033.777	274.9141	"TN"
13	282625.5494	8668037.777	239.9788	"TN"
14	282693.5494	8668037.777	264.8528	"TN"
15	282697.5494	8668037.777	265.9323	"TN"
16	282701.5494	8668037.777	267.4194	"TN"
17	282705.5494	8668037.777	267.9482	"TN"
18	282709.5494	8668037.777	269.1129	"TN"
19	282713.5494	8668037.777	270.4286	"TN"
20	282717.5494	8668037.777	272.1734	"TN"
21	282721.5494	8668037.777	273.2657	"TN"
22	282725.5494	8668037.777	273.6537	"TN"
23	282729.5494	8668037.777	274.1059	"TN"
24	282733.5494	8668037.777	274.604	"TN"
25	282737.5494	8668037.777	274.9532	"TN"
26	282741.5494	8668037.777	275.178	"TN"
27	282625.5494	8668041.777	241.7492	"BM"
28	282629.5494	8668041.777	243.7952	"EST 01"
29	282633.5494	8668041.777	245.1598	"TN"
30	282637.5494	8668041.777	246.5331	"TN"
31	282641.5494	8668041.777	247.9029	"TN"
32	282645.5494	8668041.777	249.6905	"TN"
33	282649.5494	8668041.777	251.1269	"TN"
34	282653.5494	8668041.777	252.5421	"TN"
35	282657.5494	8668041.777	254.0065	"TN"
36	282709.5494	8668041.777	270.8313	"TN"
37	282713.5494	8668041.777	272.6454	"TN"

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

David

Segovia Rey, Edwards Hugo

38	282717.5494	8668041.777	273.5764	"TN"
39	282621.5494	8668045.777	242.3531	"TN"
40	282625.5494	8668045.777	244.1361	"TN"
41	282629.5494	8668045.777	245.492	"TN"
42	282633.5494	8668045.777	246.874	"TN"
43	282637.5494	8668045.777	248.4036	"TN"
44	282641.5494	8668045.777	250.0383	"TN"
45	282645.5494	8668045.777	251.4369	"TN"
46	282649.5494	8668045.777	252.8489	"TN"
47	282653.5494	8668045.777	254.2897	"TN"
48	282657.5494	8668045.777	255.7158	"TN"
49	282661.5494	8668045.777	257.4275	"TN"
50	282665.5494	8668045.777	258.8703	"TN"
51	282669.5494	8668045.777	260.26	"TN"
52	282637.5494	8668049.777	250.3572	"TN"
53	282641.5494	8668049.777	251.747	"TN"
54	282645.5494	8668049.777	253.1637	"TN"
55	282649.5494	8668049.777	254.5729	"TN"
56	282653.5494	8668049.777	256.0785	"TN"
57	282657.5494	8668049.777	258.0432	"EST 02"
58	282661.5494	8668049.777	259.4823	"TN"
59	282665.5494	8668049.777	260.8915	"TN"
60	282669.5494	8668049.777	261.9106	"TN"
61	282673.5494	8668049.777	262.5935	"TN"
62	282677.5494	8668049.777	264.3733	"TN"
63	282681.5494	8668049.777	265.3769	"TN"
64	282685.5494	8668049.777	267.1034	"TN"
65	282689.5494	8668049.777	268.1002	"TN"
66	282693.5494	8668049.777	269.2071	"EST 04"
67	282697.5494	8668049.777	270.3397	"TN"
68	282701.5494	8668049.777	271.5692	"TN"
69	282705.5494	8668049.777	273.5893	"TN"
70	282709.5494	8668049.777	274.5035	"TN"
71	282713.5494	8668049.777	275.0398	"TN"
72	282717.5494	8668049.777	275.2375	"TN"
73	282685.5494	8668053.777	268.5039	"TN"
74	282689.5494	8668053.777	269.5817	"TN"
75	282693.5494	8668053.777	270.6995	"TN"
76	282697.5494	8668053.777	272.0464	"TN"
77	282701.5494	8668053.777	273.9055	"TN"
78	282621.5494	8668057.777	247.7784	"TN"
79	282625.5494	8668057.777	248.8051	"TN"
80	282629.5494	8668057.777	250.3239	"TN"

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

David

Segovia Rey, Edwars Hugo


124	282735.8031	8668023.403	272.1374	"TN"
125	282740.8031	8668023.403	272.9038	"TN"
126	282745.8031	8668023.403	273.8527	"TN"
127	282750.8031	8668023.403	274.884	"TN"
128	282730.8031	8668028.403	272.5258	"TN"
129	282735.8031	8668028.403	273.0107	"TN"
130	282740.8031	8668028.403	273.4957	"TN"
131	282745.8031	8668028.403	274.3252	"TN"
132	282750.8031	8668028.403	275.352	"TN"
133	282784.9082	8667956.428	287.3683	"TN"
134	282789.9082	8667956.428	288.3405	"TN"
135	282794.9082	8667956.428	289.5439	"TN"
136	282799.9082	8667956.428	290.7914	"TN"
137	282784.9082	8667961.428	286.4965	"TN"
138	282789.9082	8667961.428	287.3934	"TN"
139	282794.9082	8667961.428	288.3085	"TN"
140	282799.9082	8667961.428	288.9635	"TN"
141	282779.9082	8667966.428	283.4885	"TN"
142	282784.9082	8667966.428	284.8955	"TN"
143	282789.9082	8667966.428	286.5099	"ESTA 08"
144	282794.9082	8667966.428	287.4185	"TN"
145	282799.9082	8667966.428	288.2765	"TN"
146	282764.9082	8667971.428	278.7475	"TN"
147	282774.9082	8667981.428	279.508	"TN"
148	282779.9082	8667981.428	279.734	"TN"
149	282784.9082	8667981.428	279.9181	"TN"
150	282789.9082	8667981.428	280.7836	"TN"
151	282794.9082	8667981.428	282.1943	"TN"
152	282799.9082	8667981.428	283.611	"TN"
153	282764.9082	8667986.428	277.8149	"TN"
154	282769.9082	8667986.428	279.1001	"EST 07"
155	282774.9082	8667986.428	279.2652	"TN"
156	282779.9082	8667986.428	279.4926	"TN"
157	282784.9082	8667986.428	279.6767	"TN"
158	282789.9082	8667986.428	279.8608	"TN"

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

David

Segovia Rey, Edwards Hugo

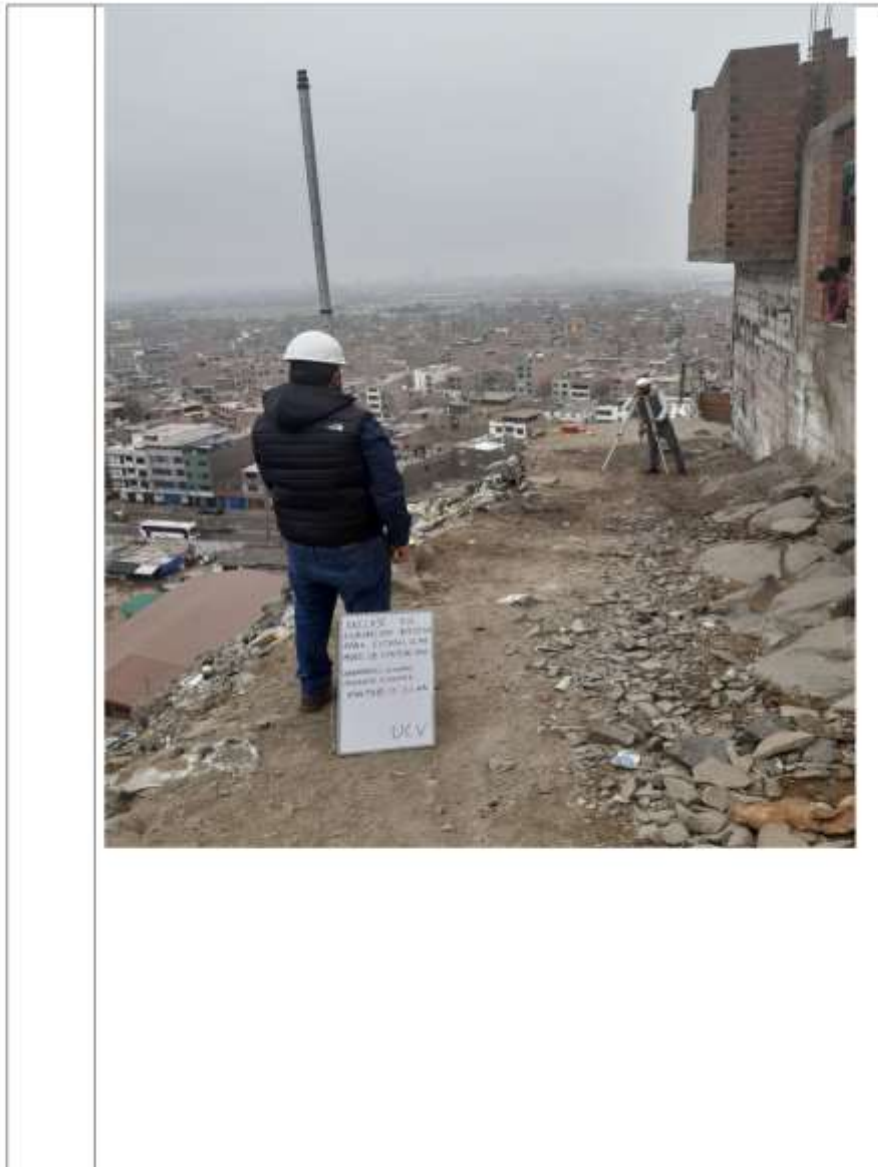
4.4 Fotografías de la toma de Puntos

PUNTO	IMAGEN
	

David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

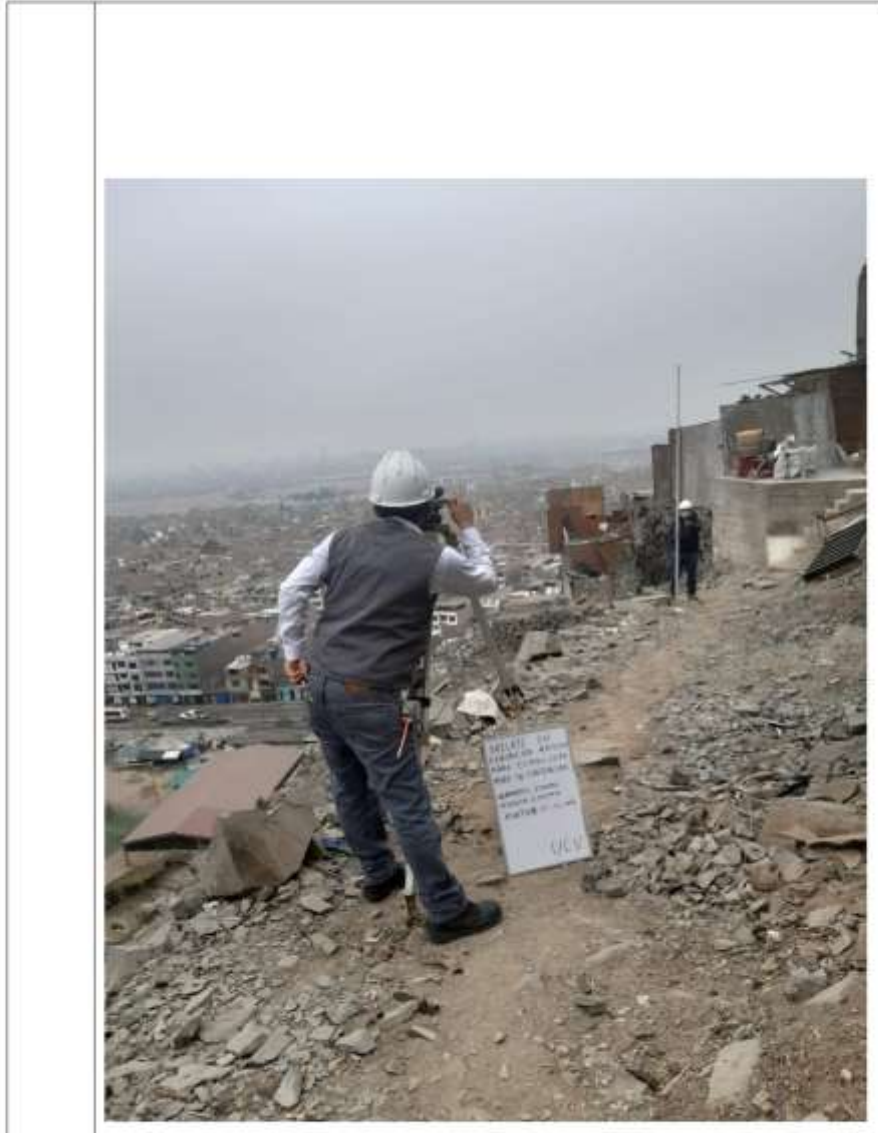
Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo



David

Elaborado por tesistas: Hernández Vásquez, Edward

Segovia Rey, Edwards Hugo

Anexo 11: ficha técnica Aceros Arequipa

Fierro Corrugado

ASTM A615-GRADO 60 / NTP 341.031-GRADO 60

DENOMINACIÓN:
Fierro Corrugado ASTM A615-Grado 60.

DESCRIPCIÓN:
Barras de acero rectas de sección circular, con resaltes Hi-bond de alta adherencia con el concreto.

USOS:
Se utiliza en la construcción de edificaciones de concreto armado de todo tipo: en viviendas, edificios, puentes, obras industriales, etc.

NORMAS TÉCNICAS:
Composición Química, Propiedades Mecánicas y Tolerancias dimensionales:
- ASTM A615 Grado 60.
- Norma Técnica Peruana NTP 341.031 Grado 60.
- Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

PRESENTACIÓN:
Se produce en barras de 9 m y 12 m de longitud en los siguientes diámetros: 6 mm, 8 mm, 3/8", 12 mm, 1/2", 5/8", 3/4", 1" y 1 3/8". Previo acuerdo, se puede producir en otros diámetros y longitudes requeridos por los clientes.

Se suministra en paquetes de 2 toneladas y en varillas. Las barras de 6 mm también se comercializan en rollos de 550 Kg.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

Diámetro de la barra	Diámetro nominal	Diámetro comercial	Peso nominal	Peso comercial
mm	mm	mm	kg/m	kg/m
-	6	28	18.8	0.220
-	8	50	25.1	0.395
3/8	-	71	29.9	0.560
-	12	113	37.7	0.888
1/2	-	129	39.9	0.994
5/8	-	199	49.9	1.552
3/4	-	284	59.8	2.235
1	-	510	79.8	3.973
1 3/8	-	1,006	112.5	7.907

PROPIEDADES MECÁNICAS:
Límite de Fluencia (fy) = 4,280 kg/cm² mínimo.
Resistencia a la Tracción (R) = 6,320 kg/cm² mínimo.
Relación R/fy ≥ 1.25
Alargamiento en 200 mm:
Diámetros:
6 mm, 8 mm, 3/8", 12 mm, 1/2", 5/8" y 3/4" = 9% mínimo
1" = 8% mínimo
1 3/8" = 7% mínimo
Doblado a 180° = Bueno en todos los diámetros.

Los diámetros de doblado especificados por las Normas Técnicas para la prueba de doblado son:

DIÁMETRO de la barra (mm)	6 mm	8 mm	3/8"	12 mm	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 3/8"
DIÁMETRO de doblado (mm)	3.5d	3.5d	3.5d	3.5d	3.5d	3.5d	5.0d	5.0d	7.0d
mm	21.0	28.0	33.3	42.0	44.5	55.6	95.3	127.0	250.7

"d" - se considera el diámetro nominal de la barra establecido por la norma ASTM A615

IDENTIFICACIÓN:
Los fierros son identificados por marcas de laminación en alto relieve que indican el fabricante, el diámetro y el grado del acero.



QCOA01-F100/02/ABR 16



LIMA: Av. Antonio Miró Quesada N° 425, Piso 17, Magdalena del Mar (Ex Juan de Aliaga), Lima 17-Perú. Tlf. (51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059.

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibañez 111, Pque. Industrial, Arequipa-Perú. Tlf. (51)(54) 23-2430 / Fax. (51)(54) 21-9796.

PISCO: Panamericana Sur Km.240, Ica-Perú. Tlf. (51)(56) 58-0830 / Fax. (51)(56) 58-0858.

www.acerosarequipa.com

Encuétranos en:

Este producto fue manufacturado bajo los controles establecidos por Bureau Veritas Certification, aprobando el Sistema Integrado de Gestión que conforma con los certificaciones: ISO 9001:2015 No. AR16.10045 U, ISO 14001:2015 No. AR16.10046 U y OHSAS 18001:2007 No. PE17.0081



Anexo 12: Excel de diseño

1. Excel de Diseño de Muro de Tesis - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Iniciar sesión Compartir

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

O23


DATOS:

SIC 0.50 tn/m2 Sobrecarga
 γ_s 1.900 tn/m3 Peso específico del suelo

γ_m 2.100 tn/m3 Peso específico del Muro
 $\phi =$ 40 Angulo de fricción del Suelo
 $\theta =$ 0 Inclinación del Talud de relleno
 $\sigma_{terreno} =$ 210.00 tn/m2

FSD = 1.5
 FSV = 2.0

tenemos:
Geometria
 a = 0.40 m
 b = 0.00 m
 c = 2.00 m
 d = 0.50 m
 e = 1.15 m



$$K_a = \cos(\theta) \cdot \frac{\cos(\theta) - \sqrt{\cos^2(\theta) - \cos^2(\phi)}}{\cos(\theta) + \sqrt{\cos^2(\theta) - \cos^2(\phi)}}$$

1. Muro Gravedad sin anclaje

0.40 m	1.15 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	2.24 tn	3.08 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
--------	--------	--------	---------	-----------	---------	-----------	----------	----------	----------

GEOMETRIA			FUERZA ACTUANTE	MOMENTO ACTUANTE	FUERZA RESISTENTE	MOMENTO RESISTENTE	VERIFICACION AL DESLIZAMIENTO	VERIFICACION AL VOLTEO	VERIFICACION DE PRESIONES
CORONA	BASE	ALTURA							
0.25 m	0.60 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	0.90 tn	0.40 tn.m	Cambiar Geometria	Cambiar Geometria	No es conforme
0.25 m	0.80 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.53 tn	1.47 tn.m	Cambiar Geometria	Cambiar Geometria	No es conforme
0.25 m	1.00 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.85 tn	2.23 tn.m	Cambiar Geometria	Cambiar Geometria	No es conforme
0.25 m	1.20 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	2.16 tn	3.15 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
0.30 m	0.60 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.27 tn	0.88 tn.m	Cambiar Geometria	Cambiar Geometria	No es conforme
0.30 m	0.80 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.58 tn	1.51 tn.m	Cambiar Geometria	Cambiar Geometria	No es conforme
0.30 m	1.00 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.90 tn	2.28 tn.m	Cambiar Geometria	Cambiar Geometria	No es conforme
0.30 m	1.20 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	2.21 tn	3.21 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme

70%

18:29 18/07/2020

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Iniciar sesión Compartir

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato

Autosuma Rellenar Borrar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

S24

4
5
6 S:
7
8 SIC 0.50 tn/m² Sobrecarga
9 γ_s 1.900 tn/m³ Peso específico del suelo
10 γ_m 2.100 tn/m³ Peso específico del Muro
11 $\phi =$ 40° Angulo de fricción del Suelo
12 $\theta =$ 0° Inclinación del Talud de relleno
13 $\sigma_{terreno} =$ 210.00 tn/m²
14 Longitud de la Barra 0.60 m
15 f de la barra= 0.0153 m 5/8"

20 FSD = 1.5
21 FSV = 2.0

23 tenemos:
24 Geometria
25 a = 0.30 m
26 b = 0.00 m
27 c = 2.00 m
28 d = 0.50 m
29 e = 0.50 m



0.30 m	0.50 m	2.50 m	0.60 m	189 tn	4.02 tn.m	26.14 tn	10.20 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
--------	--------	--------	--------	--------	-----------	----------	------------	----------	----------	----------

GEOMETRIA			LONGITUD DE BARRA DE	FUERZA ACTUANTE	MOMENTO ACTUANTE	FUERZA RESISTENTE	MOMENTO RESISTENTE	VERIFICACION AL DESLIZAMIENTO	VERIFICACION AL VOLTEO	VERIFICACION DE PRESIONES
CORONA	BASE	ALTURA								
0.25 m	0.40 m	2.50 m	0.40 m	189 tn	4.02 tn.m	21.73 tn	4.02 tn.m	Conforme	Cambiar geometria	No es conforme
0.25 m	0.60 m	2.50 m	0.40 m	189 tn	4.02 tn.m	22.36 tn	4.02 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
0.30 m	0.40 m	2.50 m	0.60 m	189 tn	4.02 tn.m	25.83 tn	7.59 tn.m	Conforme	Cambiar geometria	Conforme
0.30 m	0.50 m	2.50 m	0.60 m	189 tn	4.02 tn.m	26.14 tn	10.20 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
0.30 m	0.40 m	2.50 m	0.80 m	189 tn	4.02 tn.m	33.81 tn	9.99 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme



1. Muro Gravedad con anclaje

Anexo 13: corrida SAP2000 para verificación de deformación del muro recomendado

Anexo 14: panel fotográfico topografía de niveles del lugar de estudio





Anexo 15: panel fotográfico estudio de roca del lugar de estudio





Anexo 16: Validación de instrumento



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES VALIDADOR: *maria mechan Venegas*
 1.2. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA: *GHS constructora.*
 1.3. NOMBRE DEL INSTRUMENTO MOTIVO DE EVALUACIÓN: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
 1.4. AUTORIA DEL INSTRUMENTO: EDWARS SEGOVIA REY
 EDWARS HERNANDEZ VASQUEZ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje.										X
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										X
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X
4. Organización	Existe una organización lógica.										X
5. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.								X		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos										X
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico,								X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

EL INSTRUMENTO CUMPLE LOS REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN:



EL INSTRUMENTO NO CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN:



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

LIMA, 15 DE JUNIO DEL 2020

95%

(Signature)
 MARUSAEONEL MECAN VENEGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76645



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES VALIDADOR: GUERRA LOYOLA KEVIN
- 1.2. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA: INDEPENDIENTE
- 1.3. NOMBRE DEL INSTRUMENTO MOTIVO DE EVALUACIÓN: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
- 1.4. AUTORIA DEL INSTRUMENTO: EDWARS SEGOVIA REY
EDWARS HERNANDEZ VASQUEZ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE		MENDIAMENTE		ACEPTABLE		100%						
		40%	45%	50%	55%	60%	65%		70%	75%	80%	85%	90%	95%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje.													X
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. Organización	Existe una organización lógica.													X
5. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.													X
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos													X
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

EL INSTRUMENTO CUMPLE LOS REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN:

X

EL INSTRUMENTO NO CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

LIMA, 15 DE JUNIO DEL 2020

95 %


 Kevin Guerra Loyola
 Ingeniero Civil
 CIP. 208130

Anexo 17: Método de Rankine y Mononobe-Okabe

1.1 Método de Rankine (Rankine, 1857)

En muros de contención con cara vertical que retiene suelo granular de peso específico γ , y talud horizontal, el método de Rankine establece una distribución triangular de esfuerzos horizontales sobre la cara vertical que contiene el suelo granular, con una resultante denominada empuje activo, P_A (ecuación 1) localizada en el centroide de la distribución triangular, a $H/3$ desde la base de la estructura siendo H la altura del muro.

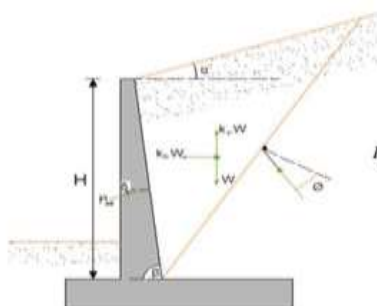
$$P_A = \frac{1}{2} K_A \gamma H^2 \quad [1]$$

El coeficiente de empuje activo K_A (ecuación 2) está dado en función del ángulo de fricción interna de suelo ϕ .

$$K_A = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad [2]$$

TEORÍA DE MONONOBE – OKABE

- Debido a la presencia del movimiento sísmico, las fuerzas que actúan sobre la cuña de falla de suelo, son esencialmente las mismas que se usan para el cálculo de la presión activa en ausencia de condiciones sísmicas, con la adición de los coeficientes “ K_h ” y “ K_v ”, mismos que están definidos de la siguiente manera:



Presión activa en condiciones sísmicas

$$P_{ae} = \gamma_{suelo} * H * (1 - K_v) * K_{ae}$$

$$K_{ae} = \frac{\text{sen}^2(\phi + \beta - \theta')}{\cos\theta' + \text{sen}\beta * \text{sen}(\beta - \theta' - \delta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi - \theta' - \alpha)}{\text{sen}(\beta - \delta - \theta') * \text{sen}(\alpha + \beta)}}\right]}$$

$$\theta' = \tan^{-1}\left[\frac{k_h}{1 - k_v}\right]$$



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Anclajes en formación rocosa para estabilizar muro de contención en
pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta, El Agustino, 2020

AUTOR(ES):

Hernández Vásquez, Edward David (0000-0002-7676-9081)

Segovia Rey, Edwards Hugo (0000-0003-0489-8199)

ASESOR(A):

Ing. Mg. Contreras Velásquez, José Antonio (0000-0001-5630-1820)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Edward Hernández

El presente trabajo va dedicado en primer lugar a Dios, el que permite que llegue hasta donde estoy, seguido de mi familia, por su constante apoyo y en especial dedicación a mi Padre, aunque ya no esté presente, fue el que me motivo a seguir esta carrera.

Edwars Segovia

Dedico este trabajo a mi hijo y esposa por el apoyo incondicional
A mis padres por su apoyo y sobre todo a Dios por darme las fuerzas para avanzar día a día en mi camino

Agradecimiento

Agradecemos a nuestras familias por el apoyo constante, a nuestro asesor Ing. Mg José Contreras Velásquez por guiarnos en nuestro proyecto de investigación y a los ingenieros que ayudaron a realización de los cálculos

Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. MÉTODO.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.3 Población, muestra y muestreo	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5 Procedimientos	13
3.6 Método de análisis de datos	13
3.7 Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	22
VI. CONCLUSIONES.....	24
VII. RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS	¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas

Tabla 01: Cuadro de longitudes de empotramiento en roca	16
Tabla 02: Resultados de muro sin anclaje	17
Tabla 03: Resultados de muro con anclaje	18
Tabla 04: Calculo de F.S. al deslizamiento	19
Tabla 05: Calculo de F.S. al vuelco	20

Índice de figuras

Figura 01: trabajo de medición de terreno a estudiar 01	15
Figura 02: trabajo de medición de terreno a estudiar 02	15
Figura 03: trabajo de estudio de rocas 01	15
Figura 04: trabajo de estudio de rocas 02	15
Figura 05: Factores de seguridad de la Norma CE-020	16
Figura 06: Perfil de muro sin anclaje	17
Figura 07: Formulas de resistencia de los anclajes	18
Figura 08: perfil de muro con anclaje	19
Figura 09: desplazamiento del muro en el SAP2000	20

Índice de anexos

- Anexo 1: Declaratoria de autenticidad de los autores
- Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor
- Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables
- Anexo 4: Instrumento de recolección de datos
- Anexo 5: Matriz de Consistencia
- Anexo 6: Validacion de TURNITIN
- Anexo 7: Matriz de evaluación del informe de investigación
- Anexo 8: Estudio de rocas (laboratorio M & V)
- Anexo 9: Plano de niveles lugar de estudio
- Anexo 10: Instrumento de recolección de datos
- Anexo 11: Ficha técnica Aceros Arequipa
- Anexo 12: Excel de diseño
- Anexo 13: Resultados del SAP200
- Anexo 14: Panel fotográfico (topografía)
- Anexo 15: Panel fotográfico (estudio de rocas)
- Anexo 16: Validación de instrumento
- Anexo 17: Método de Rankine y Mononobe-Okabe
- Anexo 18: Comparativo de presupuesto de muro sin anclaje y muro con anclaje

Índice de abreviaturas

UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
CISMID	Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.
MML	Municipalidad Metropolitana de Lima
RCS	Resistencia a la Compresión Simple
Kg/cm ²	Kilogramos sobre centímetro cuadrado
Ton	Toneladas
Cm	Centímetros
Mts	Metros
Fsv	Factor de seguridad al vuelvo
Fsd	Factor de seguridad al deslizamiento
°	Grados
Φ	Angulo de fricción

Resumen

El objetivo de nuestra investigación determinó que el uso de anclaje en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

La investigación se planteó del tipo aplicada, porque se tomaron los conocimientos previos que se tienen sobre los muros de contención y los estudios que se realizaron a las rocas con el uso de anclaje de acero corrugado. El diseño fue experimental, puesto que en el desarrollo de la investigación se recogió las muestras del sitio a estudiar para elaborar los ensayos de roca. Luego se hizo un instrumento para mejorar la estabilidad del muro de contención manipulando la variable, luego se obtuvo el mejor resultado para dar solución al problema planteado. Se concluyó que el acero corrugado usado como anclaje en la formación rocosa, si influye en la estabilidad del muro de contención, gracias al aporte que brinda el anclaje se pudo reducir la geometría y el desplante de cimentación del muro, cumpliendo con todos los factores de seguridad dados por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

.

Palabras clave: Anclaje, Macizo rocoso, Cimentación, Muro de contención.

Abstract

The objective of our research determined that the use of anchoring in rock formation influences the stability of the retaining wall.

The investigation was considered of the applied type, because the previous knowledge that is had on the retaining walls and the studies that were carried out on the rocks with the use of corrugated steel anchor were taken. The design was experimental, since in the development of the investigation the samples were collected from the site to be studied to prepare the rock tests. Then an instrument was made to improve the stability of the retaining wall by manipulating the variable, then the best result was obtained to solve the problem posed. It was concluded that the corrugated steel used as an anchor in the rock formation, if it influences the stability of the retaining wall, thanks to the contribution provided by the anchor, the geometry and displacement of the foundation of the wall could be reduced, complying with all the factors of security given by the National Building Regulations.

Keywords: Anchorage, Rocky massif, Foundations, Retaining wall.

I. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de un lugar en donde vivir, obliga a las personas a levantar sus viviendas en laderas de cerros, acondicionando las viviendas con muros de piedra seca, comúnmente llamados pircas, siendo estas estructuras no muy confiables e inestables ante empujes ejercidos por el relleno y por los sismos. Según De los Ríos (2008) concluyo en su tesis, que los muros de piedra o pircas que se usan hoy en día en distintos asentamientos humanos de la capital son altamente vulnerables, poniendo en peligro la integridad física y material de sus habitantes, le que lleva a las personas a levantar sus viviendas con pircas, es que en algunos casos encuentran roca donde van a cimentar sus viviendas.

Un estudio realizado por la UNI y el CISMID, con un convenio del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013), considera al cerro El Agustino, estar conformada por rocas ígneas y sedimentarias, estables y con pendiente moderada, tomándola como formación rocosa, esto complica la construcción de alguna defensa contra deslizamientos de tierra y roca y a su vez la construcción de viviendas con alguna estructura mínima, por tal motivo las personas prefieren hacer sus pircas.

En el distrito de El Agustino, se vio la falta de muros de contención, si en estos lugares ocurriese un sismo, los resultados serían muy trágicos, “los empujes dinámicos ocasionados por los sismos llegan alcanzar magnitudes que causan daños significativos a las estructuras de retención, llegando en algunos casos a la falla” (Gonzales y Romo, 2014, p. 518).

En una parte del cerro El Agustino, la cual está formada por rocas de distintos tipos, se ubica el asentamiento humano Hatary Llacta, en este tipo de suelo se dificulta la construcción de alguna estructura de contención, lo que nos puso en la necesidad de buscar alternativas de solución, que contrarresten los efectos ocasionados por los empujes de tierra o por algún sismo, se planteó estabilizar el muro mediante el uso de anclajes a la roca para su posterior muro de contención “Los cimientos semi-profundos enclavados en rocas se consideran una opción viable para los cimientos en presencia de cargas [...] debido al bajo asentamiento y la alta capacidad de carga” (Rezazadeh y Eslami, 2017, p. 1140), con la finalidad de evitar el trabajo de remoción de la roca para cimentar el muro, se

aplicando los anclajes. “los pernos de roca se instalan en general en la interfaz entre concreto y roca como medida de seguridad adicional contra fallas de volcado” (Ljungberg, 2016, p. iii), por último, en la guía para la habilitación urbana en asentamientos humanos y mitigación del riesgo (2013) de la MML nos dan algunas recomendaciones para cimentar sobre roca “Si es rocoso, se debe cavar hasta encontrar la roca y hacer los agujeros con taladro para anclaje de fierro. [...]. Si el cimiento lleva fierro, lo decidirá un profesional competente. Con un taladro se realiza un hueco de al menos 40 cm en la roca. Con pegamiento epóxido o cemento líquido, fija el fierro al hueco. El fierro anclado deberá continuar hasta lo alto del muro.” (p. 26)

Habiendo sabido la realidad problemática, se planteó el Problema General y los Problemas Específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue: ¿Cómo influye el anclaje de acero corrugado en formación rocosa para la estabilidad de muro de contención en el pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta- El Agustino 2020?, Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención?

PE2: ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención?

PE3: ¿Cómo el anclaje de acero corrugado de 80 cm de empotramiento en formación rocosa influye la estabilidad de muro de contención?

La justificación de la investigación fue:

La presente tesis se justifica teóricamente ya que se fundamenta en conocimientos existentes con el propósito de aportar una teoría de anclajes con acero corrugado para muros de contención en formaciones rocosas.

También busco determinar una metodología de cálculo que permita pre dimensionar un muro de contención fundado sobre macizo rocoso y reforzado con anclaje de acero corrugado.

En el actual informe de investigación se resaltaron los beneficios sociales, las personas que residen en las laderas del cerro, no correrán riesgo de desprendimientos de las pircas ubicadas al frente de sus viviendas, dado que se buscó la estabilización del muro de contención con anclajes en la roca.

Otro de los beneficios son los económicos, dado que se buscó evitar el trabajo de remoción de la roca para la construcción del muro de contención, disminuyendo porcentualmente el costo con la aplicación de los anclajes de acero corrugado sobre formaciones rocosas.

El Objetivo General fue: Determinar si el anclaje de acero corrugado en formación rocosa influye en la estabilidad del muro de contención en pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta- El Agustino 2020. Los Objetivos Específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

OE2: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

OE3: Determinar si el anclaje de acero corrugado de 80 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

La intención de esta investigación fue validar nuestra hipótesis general: El uso de anclaje de acero corrugado en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención en el pasaje 4 del asentamiento humano Hatary Llacta – El Agustino 2020. Las Hipótesis Específicas fueron las siguientes:

HE1: El anclaje de acero corrugado de 0.40 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

HE2: El anclaje de acero corrugado de 0.60 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

HE3: El anclaje de acero corrugado de 0.80 cm de empotramiento en formación rocosa influye en la estabilidad de muro de contención.

II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se citarán los antecedentes investigados (artículos de revistas y tesis), que se usaran como referencias para nuestra investigación, resaltando las conclusiones, también comentarios y opiniones que realizaron los autores, empezaremos con los antecedentes internacionales:

Para Valladares (2015): nos dice que no existe un método para el análisis de estabilización de taludes con anclaje, eso lo llevo a buscar un método alternativo utilizando un sistema de anclaje, cuya finalidad era validar su procedimiento y a la vez sirva como apoyo en la toma de decisiones de los profesionales en ingeniería civil, añadió en su cálculo del factor de seguridad al deslizamiento, la resistencia que le otorga el anclaje, lo que aumento las fuerzas resistentes. Así mismo. Para Gallardo (2013): resalta la falta de estudios al momento de construir sobre macizo rocoso, dado que se considera su alta resistencia a compresión que lo hace un material indeformable, aunque en su capítulo 3 nos dice que las obras realizadas sobre macizo rocoso, en su gran mayoría necesitan de soportes artificiales o tratamiento para soportar las estructuras y a la vez disminuir el esfuerzo ejercido sobre el macizo rocoso. Así mismo. Para De La Cruz y Sánchez (2010): nos dicen que el fin de estos anclajes en roca, ayudan a eliminar los deslizamientos y vuelcos en cimientos de diferentes estructuras, dado la complejidad de hacer excavaciones en roca, también sugieren para saber la calidad de la roca, tener en cuenta que el macizo rocoso hay discontinuidades, al momento de hacer el diseño geotécnico. Seguidamente. Para Ros (2006): se propuso estudiar los tipos de anclajes que se están utilizando hoy en día. Además, dice que el uso de la barra es el más efectivo, porque su proceso de instalación es rápido y de bajo costo, cuyo modo de instalación es anclar hacia el terreno una barra de acero corrugada, y con el uso de cartuchos de resinas para mejor adherencia entre la barra y el terreno y, por último. Para Calavera y Cabrera (1969): describen los pasos a seguir para el dimensionamiento de muros de contención, haciendo cálculos de las distintas dimensiones del muro. Analizando primero los empujes en servicio y posteriormente ampliando las cargas para su posterior cálculo.

Ahora seguiremos con antecedentes investigados para nuestra investigación, de ámbito nacional. Según More y Taipicuri (2019) en su investigación, busco plantear un método de cálculo para cimentación en macizo rocoso, reforzado con

pernos de anclaje, haciendo comparativos mediante tablas, para saber el comportamiento del macizo rocoso, concluyo que la longitud del anclaje no tiene una relación con respecto al RCS y también, el RCS pudo hallar el área de la zapata. Así mismo. Para Suyo (2016) es su artículo, concluyo la importancia de hacer una investigación geotécnica dado que esos resultados le dieron información valiosa al momento de diseñar, dando estabilidad y seguridad a la cimentación de la estructura, (zapata de línea de transmisión) sobre roca, realizo trabajos de campo, laboratorio y gabinete. También. Para Bernuy y Bueno (2015): nos dice que los estudios de suelo se hicieron para determinar la capacidad portante, también los cálculos a considerar al momento de diseñar, los cuales uso los métodos de Coulomb y Rankine para su diseño principalmente de los empujes que ejerce el relleno al muro. También considero el impacto ambiental que conllevaría la instalación de muros de contención en la zona y, por último. Para Giraldo (2018): En su artículo, nos dice que la capacidad del anclaje no guarda una relación lineal con su longitud, alcanzado un valor máximo de torna asintótica, lo cual indica que, para longitudes superiores, la capacidad de anclaje tiende a mantenerse invariable.

Antes de poder exponer nuestro tema daremos a conocer las distintas teorías y enfoques conceptuales a utilizar en esta investigación, mediante el cual esperamos sea más fácil comprender nuestro trabajo.

Empezaremos mencionando sobre los anclajes. Según Ortiz, Fernández y Blas (2003) “métodos de refuerzo de la roca, pero de todos el tendón o perno es el más efectivo, rápido de instalar y de bajo costo [...] anclaje longitudinal, que también puede ser muy variado, pero mencionaremos solo a la lechada de cemento y a la resina epóxica, esta última muy eficiente en sostenimiento inmediato y donde existen aguas corrosivas y otras restricciones.” (p. 43) así también para Vlachopoulos, Cruz y Forbes (2018) “consiste en una varilla de acero simple que está anclada química o mecánicamente en un extremo” (p. 223)

Así como lo dicen sobre este tema otros autores. Según Páez y Hamon (2018) nos dice que el acero anclado con epóxido: “consisten en barras roscadas o conformadas que se cementan utilizando compuestos químicos de dos componentes formados. Estos se cargan principalmente a través de dispositivos de fijación del anclaje embebido y la sollicitación puede ser de flexión, tracción,

corte o una combinación de las anteriores.” (p. 59) y también para Ruda y Páez (2017) “se identificó que la longitud efectiva de anclaje para dos diámetros de varilla corrugada, en dos concretos de resistencia alta mediante ensayos a tracción directa, es once veces el diámetro de la varilla. Las recomendaciones del proveedor al definir la longitud de anclaje como doce veces el diámetro de la varilla, garantizarían que el acero de refuerzo satisfaga las solicitudes de resistencia.” (p. 152) y también para Chen (2014) “es un perno de roca convencional con pequeñas costillas muy separadas, alta capacidad de carga y pequeña deformación. Está unido a la lechada / roca a lo largo de toda su longitud a través del enclavamiento mecánico entre las costillas del perno y la lechada” (p. 430). De estos autores podemos definir que los anclajes de acero corrugado son varillas incrustadas en la roca, pueden ser con cemento o epóxico, y su finalidad es aumentar las fuerzas resistentes de algún elemento estructural (en nuestro caso, muro de contención) y así garantizar su estabilidad.

Otro de los temas a entender es la formación rocosa. Para Mateos, Ferrer y González (2002) “es una combinación de roca intacta y fracturas, y es muy difícil obtener datos fiables de la resistencia del conjunto en laboratorio, debido a la dificultad de obtener una muestra inalterada que sea representativa del macizo.” (p. 417) y otra teoría también sería de la Inestabilidad de talud. “los deslizamientos o desprendimiento pendiente abajo, de una masa de suelo, roca o mezcla de ambos en forma lenta o rápida, generalmente de gran magnitud” (Zúñiga, *et. al*, 2017, p. 22) “Los deslizamientos de tierra son fenómenos naturales importantes que degradan la superficie de la Tierra” (Himinaya, Satake y Oki. 2019, p. 224) Por ultimo sobre este tema tenemos a Cuanalo, Bernal y Polanco (2014) “una superficie que excede la resistencia al corte del material, caracterizada por el movimiento del suelo, que puede incluir bloques, fragmentos de rocas, escombros y/o suelos que caen por las fuerzas de gravedad.” (p. 5691), de estos autores definimos que una formación rocosa es un conjunto de rocas, compuesta por discontinuidades, y aunque sepamos que es un material con alta capacidad de carga, se deben realizar algunos estudios adicionales, ya que, al estar en pendiente, también es susceptible a deslizamientos.

Para entender la resistencia a compresión simple de la roca, citaremos a Galván y Restrepo (2016) “La resistencia a compresión simple se determina

mediante el “ensayo de resistencia a compresión uniaxial, de una forma directa. El ensayo consiste en aplicar una fuerza axial F a una probeta cilíndrica de área A , llevándola hasta la rotura mediante una prensa” (p. 11) así también para Vargas, Vega, Alcarraz, Chavarría y Castañeda (2014) “es un ensayo para la clasificación de la roca por su resistencia. La relación entre los esfuerzos aplicados en el ensayo es: La resistencia a compresión simple de las piedras que se utilizan como revestimientos o como pavimentos, se determinan sobre formas paralelepípedicas, en lugar de formas cilíndricas, que es lo habitual para determinar la resistencia a compresión simple de cualquier material” (p. 10), para Wang, Wan y Zhao (2020) “es el parámetro más utilizado para evaluar la estabilidad en la ingeniería de masas de roca. En la práctica, la determinación adecuada del RCS de la roca es de importancia crítica en el diseño de estructuras de ingeniería geotécnica (p. 4). Con estos conceptos definimos que la RCS es un ensayo a la roca igual al ensayo que se realiza a la probeta de concreto para determinar su resistencia a compresión y capacidad de carga.

Otro de los temas por aclarar son los muros de contención. Para Gayatri (2008) “para retener la masa del suelo al suelo comercial que no puede sostenerse verticalmente por sí mismos [...] estar diseñados para soportar las presiones laterales de tierra y agua, los efectos de las cargas de sobrecarga, el peso propio del muro” (p.1) así también para Khajehzadeh, Raihan, El-Shafie y Eslami (2010) “se define como una estructura cuyo propósito principal es proporcionar soporte lateral para el suelo o la roca. [...]con el propósito de mantener la presión del suelo que surge del relleno” (p 5500) y también Temur y Bekdas (2016) “son estructuras construidas para resistir suelos entre dos elevaciones diferentes” (p.764) y para Muro de contención de piedra seca. – “son estructuras tradicionales de bajo costo hechas de piedras destinadas a estabilizar, soportar el relleno y evitar la erosión del suelo.” (Rivas, Quispe y Santacruz, 2019, p. 39) “con el fin de poder ocupar terrenos tan inclinados, las construcciones se realizan sobre micro rellenos, denominados pircas, sostenidos por muros con piedras sin argamasa o sacos de arena.” (Robert y Sierra, 2009, p. 599), con las definiciones de estos autores, podemos decir que los muros de contención son elementos estructurales cuya función es retener masas de tierra y rocas en distintos niveles y que deberían estar diseñados para resistir esas cargas y otras

adicionales, por último, las pircas son también muros, pero estos no garantizan su estabilidad al estar faltos de algún cementante que los una.

Para comprender las fuerzas que soportan los muros, tenemos que entender que son los empujes de tierra. Para Jara (2008) “el empuje de tierras sobre muro de contención resulta frecuentemente mediante los cálculos simplificados, los cuales tienen una base empírica y analítica, [...] Coulomb y Rankine tienen los métodos de más amplia aplicación.” Para Luu y Zargarbashi (2017) “Las presiones de tierra verticales y laterales impuestas desde el suelo se calcularon sobre la base de los parámetros del suelo del material retenido in situ o del material importado según convenga” (p. 4) seguidamente tenemos el Empuje de Coulomb “asume un deslizamiento muy pequeño en la cara posterior del muro y la presión del suelo actúa normal al plano de la cara” (Ortega, 2015, p. 76). También para Afanador, Sanjuán y Medina (2012) el método de empuje de Rankine: “establece una distribución triangular de esfuerzos horizontales sobre la cara vertical que contiene el suelo granular, con una resultante denominada empuje activo, localizada en el centroide de la distribución triangular, a $H/3$ desde la base de la estructura siendo H la altura del muro.” (p. 98) y por último para los análisis de empuje de tierra producido por un sismo tenemos a Mononobe-Okabe. Para Yazdani, Azad, Hassan y Talatahari (2013) nos dice que es método propuesto para determinar la presión lateral de la tierra de suelos granulares sin cohesión durante el terremoto y es una versión modificada de la teoría de Coulomb (p. 01) Para Terzariol, Aiassa y Arrúa (2004) se basó en una teoría sobre el comportamiento de una cuña que se desliza sobre un plano de falla que actúa sobre un muro de contención a través de coeficientes sísmico horizontal y vertical, que multiplicados por el peso de la cuña dan como resultado dos acciones adicionales a las consideradas por la teoría estática de Coulomb”, entonces diremos que los empujes de tierra son fuerzas que actúan en la cara posterior del muro y son generados por el relleno, y que los métodos de Rankine y Coulomb son usados para un análisis estático y Mononobe Okabe para un análisis sísmico.

Conociendo los empujes que debe soportar un muro de contención, ahora debemos saber que se considera para una buena estabilidad externa. Para Barros, Saravia, Valdés, Serrano y Gaytán (2019), pide “determinar la presión de la tierra, estática y dinámica, verificar los factores de seguridad al deslizamiento y

vuelco, estos también estática y dinámica, y por último la capacidad de soporte del suelo.” (p. 262). Para comprender que involucran los análisis estáticos y dinámicos, citaremos a Lemus, Moraga y Lemus (2017) “primero el análisis estático: las fuerza son el peso propio del muro, el peso del relleno retenido, las presiones ejercidas en la pared del muro que originan el deslizamiento y vuelco, y también la sobrecarga.” (p. 176) mientras tanto para el análisis sísmico: “se tiene en cuenta tanto las fuerzas como la presión del caso estático y se agrega a las fuerzas de inercia sísmica del suelo, presión sísmica del suelo, tensiones de fricción sísmica y presión sísmica debido a una sobrecarga permanente” (p. 177), de esto definimos que, se deben analizar todas las fuerzas que actúan, tanto estático como sísmico para garantizar su estabilidad.

Siguiendo con los mismos autores, mencionaron sobre los factores de seguridad, tanto estática como sísmica. “el fallo se desarrolla en el modelo cuando uno de los cuatro factores es inferior a 1, esto significa que las fuerzas o momentos de retención no son capaces de soportar las fuerzas de deslizamiento y los momentos de vuelco del sistema. (p. 178) también tenemos a Khajehzadeh, *et al* (2010) nos dice que la falla por volteo de muro. “momentos de estabilización deben ser mayores que los momentos de vuelco para evitar la rotación de la pared [...] resultan principalmente del peso propio de la estructura, mientras que la fuente principal de los momentos de vuelco es la presión activa de la tierra” (p 5503) y para Falla Yadav, Padade, Dahale y Meshram (2018) por deslizamiento del muro. “La presión ejercida sobre la estructura se denomina presión de tierra lateral. Bajo tal presión lateral, la pared puede deslizarse” (p. 523), entonces podremos decir que los factores de seguridad son necesarios en los cálculos para garantizar la estabilidad del muro.

Como un complemento a nuestra investigación, citaremos algunos fragmentos del Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma CE-020 (2012) Estabilización de suelos y taludes, en su capítulo 7.2.2 Diseño Geotécnico de Muro nos dice que el profesional responsable debe pre dimensionar un muro, considerando como mínimo, la seguridad al vuelco, la seguridad al deslizamiento, la seguridad en la cimentación, la capacidad resistente de la base y las deformaciones y en su capítulo 8.6 Método del Factor de seguridad global nos dicen que el factor de seguridad al vuelco debe ser ≥ 2 y el factor de seguridad al

deslizamiento debe ser ≥ 1.5 . También mencionaremos parte de la Norma E-030 Diseño Sismorresistente, en su capítulo 2.1 Zonificación, cataloga como Zona 4 a la zona costera del Perú, donde se encuentra la ciudad de Lima y el distrito de El Agustino, al ser Zona 4 le corresponde el factor 0.45 que se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido y es una fracción de la aceleración de la gravedad, y por último, de esta norma usamos el capítulo 5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles el cual da límites de la distorsión de estructuras de concreto armado.

Para q el anclaje de acero corrugado cumpla con su resistencia a la fluencia debe tener un empotramiento que garantice esa resistencia. La norma E-060, en su capítulo 12, nos da alcances de cuanto debería ser ese empotramiento el cual no debe ser menor a 30 cm.

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

“La investigación aplicada [...] concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destinan sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantean la sociedad” (Baena ,2014, p11) Nuestro tipo de investigación fue aplicada, porque se tomó los conocimientos que se tienen previos de los muros de contención y los estudios para estabilización de muro en las rocas con el uso de anclajes de acero corrugado.

La investigación experimental se presentó mediante el manejo de una variable, en condiciones rigurosamente controladas, para poder describir de qué modo o por qué causa se produce una contexto o suceso característico (Palella y Martins, 2012). El diseño de investigación fue experimental; puesto que en el desarrollo de la investigación se recogió las muestras del sitio a estudiar para elaborar los ensayos de roca. Luego se hizo un instrumento donde plasmamos la metodología a usar para la estabilidad del muro de contención manipulando la variable, luego se obtuvo el mejor resultado para dar solución al problema planteado.

3.2 Variable y Operacionalización

Según Borja (2012): “Una variable es una propiedad cuyo contenido puede variar y cuya variación es susceptible de medirse y observarse en forma directa o indirecto” (p. 23) y la operacionalización: “Es el proceso mediante el cual se explica cómo se medirán las variables formuladas en la hipótesis, para lo cual en muchos casos habrá que descomponerlas en indicadores susceptibles de poder medirse” (p. 24), en nuestra investigación identificamos a la variable independiente: anclaje en formación rocosa, y a la variable dependiente: estabilización de muro de contención.

Variable independiente: anclaje en formación rocosa

“es un perno de roca convencional con pequeñas costillas muy separadas, alta capacidad de carga y pequeña deformación. Está unido a la lechada / roca a lo largo de toda su longitud a través del enclavamiento mecánico entre las costillas del perno y la lechada” (Chen, 2014, p. 430)

Variable dependiente: estabilización de muro de contención

“para retener la masa del suelo al suelo comercial que no puede sostenerse verticalmente por sí mismos [...] estar diseñados para soportar las presiones laterales de tierra y agua, los efectos de las cargas de sobrecarga, el peso propio del muro” (Gayatri, 2018, p.1)

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según Borja (2012) “se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio.” (p. 30) y también para Hernández, Fernández y Baptista, (2014) “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p. 174)

Muestra población se basó a 197 metros lineales de formación rocosa presentes en el lugar de investigación.

3.3.2 Muestra

Según Hernández (*et al.*) (2014) “es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población.” (p.173)

Nuestra muestra se basó en 10 metros lineales de formación rocosa, repartidos en toda la población, tal muestra es representativa ya que reúne las características de toda la población.

3.3.3 Muestreo

Según Hernández (*et al.*) (2014) “En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador” (p. 176) y también para Borja (2012) “En este caso la selección de los elementos no depende de la probabilidad sino del criterio del investigador.” (p. 32).

Nuestra investigación tendrá un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que elegiremos los 10 metros lineales representativos como muestra del terreno en el cual realizaremos los estudios pertinentes, dado que toda la zona cuenta con las mismas características.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Hicimos visita y visualización al campo (toma de fotos y toma de muestras)
- Se realizó la topografía con equipo propio para ver las curvas de nivel
- Se realizó el estudio de mecánica de rocas para saber la calidad de la roca, capacidad portante y peso específico, este trabajo lo realizo un laboratorio certificado.
- Hicimos uso de la ficha técnica dado por el fabricante de acero corrugado que usamos como anclaje.
- Realizamos un instrumento de recolección de datos, donde se detalla la topografía hecha por nosotros, el cual será validado por tres (03) ingenieros civiles,

3.5 Procedimientos

Luego de tener los datos específicos del tipo de roca que se presentó en el terreno a estudiar (peso específico, resistencia a la compresión simple y capacidad portante) se procedió al trabajo de gabinete:

Se realizó un predimensionamiento de muro de contención sin presencia de anclajes de manera manual con las características del suelo (ángulo de fricción y peso específico de relleno), ingresamos estos datos al Excel para los cálculos, revisamos que pasen los factores de seguridad planteados, en primera instancia los cálculos no fueron alentadores. En ese momento introducimos el anclaje en los cálculos, con uso de un Excel desarrollado por nosotros.

Las fichas técnicas del acero corrugado dado por los fabricantes, tal ficha nos dio datos de la resistencia tracción del acero. Con este dato y el estudio de roca, realizamos el predimensionamiento del muro.

Seguidamente se realizará el diseño del muro en Sap2000 en el cual se verificarán si los resultados dado por el Excel, cumplen con los análisis estáticos y dinámicos y se verán los deslizamientos relativos ocasionados por los empujes (dinámico).

3.6 Método de análisis de datos

En nuestro método de análisis de datos, hicimos uso del Excel donde ingresamos los datos recogidos en campo y fuimos tanteando algunas geometrías de muro sin anclaje, seguidamente realizamos lo mismo, pero ya incluyendo los datos del anclaje.

3.7 Aspectos éticos

Las éticas del investigador son aquellas en las que se ven los lados positivos o negativos que va tener un avance científico, en otras palabras, ver el daño o beneficio que puede tener un descubrimiento o avance hacia la humanidad.

La ética es como una guía del actuar humano con visión al mejoramiento de la conducta del individuo y conducta social. La ética busca introducirse en la vida de cada persona con una serie de valores que la orienten hacia una armonía con el mismo y con la sociedad.

La ética también juega un papel importante, al momento de ser una reguladora de la conducta humana, pero también, estos aspectos positivos han ocasionado: incomunicación, intolerancia, incomprensión, individualismo, destrucción y desprecio por la vida humana.

Por último, los criterios éticos de una investigación deben responder a la reflexión que el investigador debe hacerse con respecto a los efectos que conllevarían: los alcances, las consecuencias, las relaciones que se establecen con los sujetos involucrados en el estudio y en la manera en que redacta sus resultados.

Para nuestro trabajo aplicamos los siguientes criterios:

Primero. - Para nuestro tema a investigar, usaremos párrafos de tesis, libros y revistas, las citas a usar serán debidamente citadas y en algunos casos parafraseadas, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 690, buscando que el contenido tenga coherencia con nuestro trabajo.

Segundo. - los estudios que haremos en la investigación, tanto en el estudio de rocas y el levantamiento topográfico serán con empresas del rubro para obtener datos reales, haciendo q nuestro trabajo se reflejen resultados verdaderos. además, nuestros estudios y muestras serán validadas por 3 ingenieros civiles que revisarán y verificarán nuestro trabajo.

Tercero. -no alteramos ni manipularemos nuestras variables a nuestro favor, haciendo real nuestros cálculos y proyecciones, sabemos q una mala proyección será perjudicial en los resultados.

Cuarto. - tener la disposición de que nuestro trabajo y resultados se sometan a cualquier revisión que se pida.

IV. RESULTADOS

Comenzamos realizando la visita a campo, realizando la visualización y medición del terreno, obteniendo así las curvas de niveles y las alturas de las pircas que posteriormente se registró en nuestro instrumento de recolección de datos (anexo 10) se pueden visualizar más imágenes en el anexo 14.



Figura 1 y 2: trabajo de medición de terreno a estudiar

Cualquier estructura debe tener un estudio de suelos para fines de cimentación, en nuestro caso realizamos el estudio de rocas con un laboratorio, el cual nos proporcionó información del tipo de roca, resistencia a la compresión Simple y también la carga admisible de la roca, el cual se puede verificar en el anexo 08 y se pueden visualizar más0 imágenes en el anexo15



Figura 3 y 4: trabajo de estudio de rocas

Con los datos de la medición de terreno se obtuvo la altura promedio que tendría el muro, se definió que sería de 2.50 mts y para saber las propiedades del anclaje de acero corrugado a usar, se empleó la ficha técnica de la empresa Aceros Arequipa (anexo 11) el cual nos proporcionó la resistencia a fluencia del acero.

Para determinar la profundidad de empotramiento del anclaje en roca, haremos uso de una citación, donde según Ruda y Páez (2017) concluye con sus ensayos, que, para cualquier diámetro de acero corrugado, el empotramiento debe ser once veces el diámetro de la varilla y que la recomendación del proveedor es doce veces, esto para que cumpla su resistencia a la fluencia, también la norma E-060 nos dice que el empotramiento no debe ser menor a 30 cm, por tal motivo en la tabla 3 exponemos la longitud que nos recomiendan versus las que planteamos, con estas longitudes.

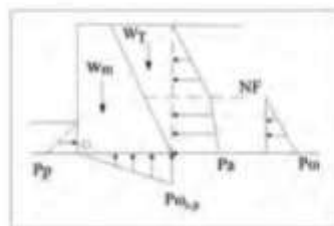
Φ	N° veces Φ				
5/8"	12	19	25	38	50
1.59	19.08 cm	30.00 cm	40.00 cm	60.00 cm	80.00 cm

Tabla 01: Cuadro de longitudes de empotramiento en roca

Se hace uso de la norma CE-020 Estabilización de suelos y taludes, en su capítulo 8.6 donde se toman los datos que nos brinda para los factores de seguridad a utilizar.

8.6 MÉTODO DEL FACTOR DE SEGURIDAD GLOBAL (FSG).

- CRITERIO DE VUELCO.- Se deberá cumplir lo siguiente:



$$F.S. \text{ VUELCO} = \frac{\Sigma M_{\text{FUERZAS ESTABILIZANTES}}}{\Sigma M_{\text{FUERZAS DESESTABILIZANTES}}} \geq 2.0$$

$$\Sigma M_{\text{FUERZAS EST.}} = f(P_s, W_m, W_p)$$

$$\Sigma M_{\text{FUERZAS DESEST.}} = f(P_s, P_m, P_{\text{RES.}})$$

- CRITERIO DE DESLIZAMIENTO.- Se deberá cumplir lo siguiente:

$$F.S. \text{ DESLIZAMIENTO} = \frac{\Sigma F_{\text{H. RESISTENTES}}}{\Sigma F_{\text{H. DESLIZANTES}}} \geq 1.5$$

Figura 05: Factores de seguridad de la Norma CE-020

Ya con estos datos, son ingresados en dos Excel realizados por nuestra autoría y revisados por 03 ingenieros civiles especializados en estructuras, dándonos la conformidad del formato a utilizar. Se emplearon fórmulas de mecánica de suelos (anexo 17), validados para los cálculos de presiones de tierra. En nuestro primer Excel se ingresaron datos para un cálculo de muro sin anclaje, utilizando la teoría de Rankine el cual nos dio los siguientes resultados.

GEOMETRIA			FUERZA ACTUANTE	MOMENTO ACTUANTE	FUERZA RESISTENTE	MOMENTO RESISTENTE	VERIFICACION AL DESLIZAMIENTO	VERIFICACION AL VOLTEO	VERIFICACION DE PRESIONES
CORONA	BASE	ALTURA							
0.25 m	0.60 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	0.90 tn	0.40 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.25 m	0.80 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.53 tn	1.47 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.25 m	1.00 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.85 tn	2.23 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.25 m	1.20 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	2.16 tn	3.15 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme

0.30 m	0.60 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.27 tn	0.88 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.30 m	0.80 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.58 tn	1.51 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.30 m	1.00 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	1.90 tn	2.28 tn.m	Cambiar Geometría	Cambiar Geometría	No es conforme
0.30 m	1.20 m	2.50 m	1.44 tn	1.29 tn.m	2.21 tn	3.21 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme

Tabla 02: Resultados de muro sin anclaje

El muro sin anclaje que cumplió con los factores de seguridad fue el de corona 0.30 mts, base de 1.2 mts, el cual fue demasiado ancho para nuestros fines.

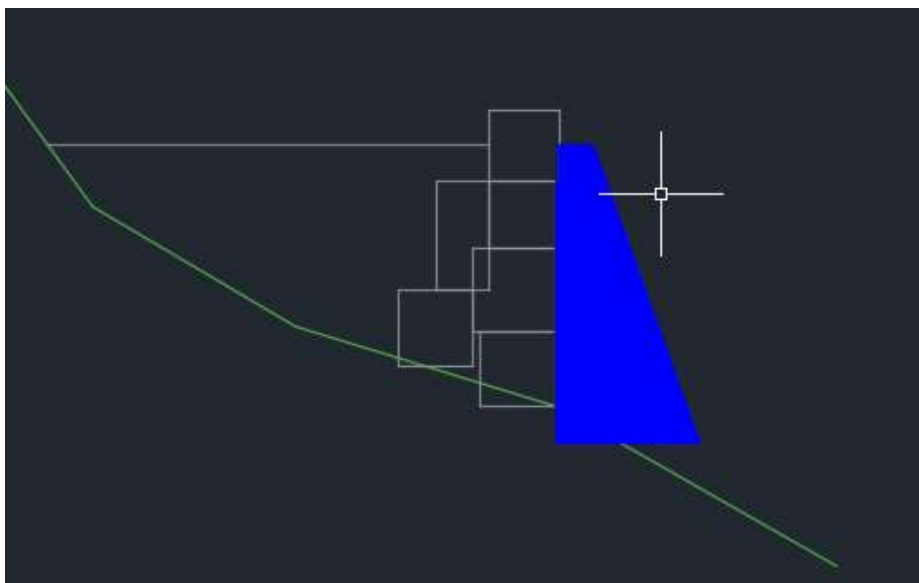


Figura 06: perfil de muro sin anclaje

Seguidamente, con el segundo Excel, se ingresaron los mismos datos que usamos en el Excel anterior, incluimos aquí la fuerza resistente proporcionado por el uso de 4 anclajes, para encontrar dicho aporte, se hizo uso la metodología usada por los tesisistas De La Cruz y Sánchez, citada en nuestros antecedentes.

- Longitud de Anclaje: se calcula

$$u = \frac{f_s d_b}{4 L_{des}}$$

u = esfuerzo de adherencia promedio
 db = diametro de la barra
 L des= longitud de la barra que se ancla
 f's = fluencia del anclaje

$$T_u = \pi B_s L_s S_r$$

Tu = resistencia del anclaje
 Bs = diametro de la barra
 Ls = longitud de la barra que se ancla
 Sr = esfuerzo de adherencia promedio

Figura 07: Formulas de resistencia de los anclajes

En esta parte, a diferencia del Excel sin anclaje donde se usó Rankine, para este muro con anclaje usamos el método de Mononobe-Okabe para incluir el tema de sismo, identificamos la zona donde se encuentra el distrito de El Agustino, haciendo uso de la Norma E-030 Diseño Sismorresistente, el cual nos da una Zona 4 con un factor 0.45 el cual se introdujo en los cálculos para el método de Mononobe-Okabe, consiguiendo los siguientes resultados.

GEOMETRIA			LON- GITU- D DE BARRA DE AN- CLAJE	FUER- ZA ACTU- ANTE	MOMEN- TO ACTUANTE	FUER- ZA RE- SIS- TENTE	MO- MEN- TO RE- SIS- TENTE	VERIFICA- CION AL DE- SLI- ZAMIENTO	VERIFICA- CION AL VOLTEO	VERIFICA- CION DE PRESIONES
CORONA	BASE	ALTURA								
0.25 m	0.40 m	2.50 m	0.40 m	2.72 tn	4.02 tn.m	9.45 tn	3.85 tn.m	Conforme	Cambiar geometría	No es conforme
0.25 m	0.60 m	2.50 m	0.40 m	2.72 tn	4.02 tn.m	10.08 tn	4.31 tn.m	Conforme	Cambiar geometría	No es conforme
0.30 m	0.40 m	2.50 m	0.60 m	2.72 tn	4.02 tn.m	19.13 tn	8.17 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
0.30 m	0.50 m	2.50 m	0.60 m	2.72 tn	4.02 tn.m	19.44 tn	8.39 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme
0.30 m	0.40 m	2.50 m	0.80 m	2.72 tn	4.02 tn.m	32.54 tn	14.20 tn.m	Conforme	Conforme	Conforme

Tabla 03: Resultados de muro con anclaje

b.1) Momento estabilizante

Accion	Fuerza = Peso de Elementos	Brazo de Palanca	Momento Estabilizado	Factor de Amplificac	Momento Amplificado
Muro 01	1.58 tn	0.35 m	0.55 tn.m		0.55 tn.m
Muro 02	0.42 tn	0.13 m	0.06 tn.m		0.06 tn.m
Muro 03	0.21 tn	0.10 m	0.02 tn.m		0.02 tn.m
anclajes	17.24 tn	0.45 m	7.76 tn.m		7.76 tn.m
					8.39 tn.m

Momento Resistentes - Estabilizadora

MEr = 8.39 tn.m

b.2) Momento Volcamiento - Actuante Amplificada

Accion	Fuerza Actuante	Brazo de Palanca	Momento Actuante	Factor de Amplificac	Momento Amplificado
Fa1	0.14 tn	1.25 m	0.17 tn.m	1.70	0.29 tn.m
Fa2	1.78 tn	1.50 m	2.67 tn.m	1.40	3.73 tn.m
					4.02 tn.m

b.3) Verificacion del Factor de Seguridad

Factor de Seguridad Calculado =	2.09	Conforme
Factor de Seguridad Requerido FVD =	2.00	

Tabla 05: Calculo de F.S. al vuelco

Para verificación de desplazamientos en la corona, hicimos uso del software SAP2000 en cual nos dio los siguientes resultados.

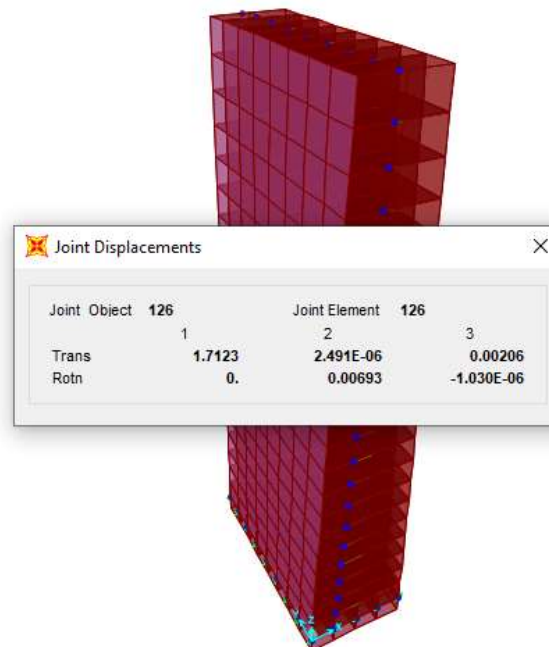


Figura 09: Desplazamientos del muro en el Sap2000

Como se aprecia en la figura 09, el desplazamiento en el centro de la corona, cuyo valor está identificado en el Trans-1 es 1.71 medido en centímetros, el cual utilizando la norma E-030, usamos el capítulo 5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles el cual da límites de la distorsión de estructuras de concreto armado, el cual nos pide que el desplazamiento dividido con la altura, debe ser menor a 0.007, entonces:

$$1.71 \text{ cm} / 250 \text{ cm} = 0.00684$$

El muro propuesto cumple con la planteado, dado que nos dio un resultado de 0.00684 que es menor a 0.007, dato que nos lo pide en la norma E-030.

V. DISCUSIÓN

- ✓ Según Valladares (2012) el uso de los anclajes puede aportar una fuerza estabilizante externa, donde se alcance un factor de seguridad aceptable contra un tipo de falla, con el uso de los anclajes logro estabilizar un talud de roca, el cual en sus cálculos sin anclaje le daba un factor de seguridad menor a 1 y después adicionando el anclaje logro valores de factor de seguridad mayor a 1.4, además usa la resistencia a tracción del anclaje dado por el fabricante y lo adecua en sus cálculos, este procedimiento apoya nuestra hipótesis general que fue: “el uso de anclaje de acero corrugado asegura la estabilidad de muro de contención”, dado que con el uso de los anclajes logramos también estabilizar el muro reduciendo así su geometría, pero cumpliendo con los factores de seguridad, también hicimos uso de la ficha técnica del acero corrugado alcanzado por su fabricante.
- ✓ Según De La Cruz y Sánchez (2010) en sus estudios demostraron que los anclajes en roca, ayudan a eliminar los deslizamientos y vuelcos en cimientos de torres de alta tensión, dado la complejidad de hacer excavaciones en roca, demuestra en la metodología usada, el aporte que dan los anclajes , aprovechando su fuerza resistente, con esta afirmación dado por estos tesisistas, comprueban que el uso de anclajes influye en la estabilidad de nuestro muro de contención, permitiéndonos reducir su volumen, sin afectar sus factores de seguridad.
- ✓ Según More y Taipicuri (2019) ellos sustentan que los usos de los anclajes permitirán reducir las dimensiones del cimiento, generándose ahorros económicos y de tiempo ya que, al anclarlas en la roca, se incrementará la capacidad de carga y estabilidad en la interacción entre terreno y estructura, realizando cálculos solo con el RCS de la roca y el peso específico, este trabajo compatibiliza con el nuestro, dado que se buscó generar un ahorro económico y de tiempo, porque se redujo la geometría del muro y el proceso de cimentación.
- ✓ Según Ruda y Páez (2017) nos dice que la longitud de empotramiento debería ser 11 veces el diámetro, pero los fabricantes recomiendan que sea 12 veces, también la Norma E-060 pide que no sea menor a 30 cm. Y según

Giraldo (2018) que los anclajes fijados a más de 1.20 mts (4 pies), mantienen su capacidad de anclar constante, por tal motivo nuestras longitudes de empotramiento fueron seleccionadas entre 40 cm, 60 cm y 80 cm.

VI. CONCLUSIONES

1. El anclaje de acero corrugado si estabiliza el muro de contención, dado que otorgo una fuerza adicional resistente, con esto se validó nuestra hipótesis general planteada, además de cumplir nuestro objetivo general planteado
2. El estudio de rocas nos recomendó un desplante de cimentación de 0.50 mts, pero con el aporte del anclaje se logró reducir a 0.20 mts, representando una reducción de 60%.
3. Se logró con el uso de los anclajes, realizar la reducción de la geometría del muro de contención hasta en un 70% con respecto al muro sin anclaje.
4. Se cumplió con los objetivos específicos, donde los cálculos cumplieron los factores de seguridad propuestos, pero se escogió el anclaje de 60cm de empotramiento en formación rocosa por ser de un valor promedio de las 3 mediciones.
5. Con el software SAP2000 se logró comprobar los desplazamientos laterales en la corona del muro, el cual cumplió con lo estipulado en la Norma E-030 Diseño Sismoresistente, dándonos un valor de 0.00684
6. El muro de contención sin anclajes nos dio un dimensionamiento de 1.20 mts en la base y 0.30 cm en la corona, el cual no sería factible aplicar por la pendiente del terreno, sería propenso a derrumbe y no cumplir su objetivo.
7. El muro de contención con anclaje nos dio un dimensionamiento de 0.50 mts en la base y 0.30 en la corona con un empotramiento de 0.60 mts en formación rocosa, esta medida se adapta mejor a la pendiente presente en el lugar de investigación.

VII. RECOMENDACIONES

1. Antes de recomendar un sistema de anclaje en roca, se debe hacer un análisis de estabilidad para determinar si la estructura en cuestión es capaz de sostenerse por sí misma. (realizar el análisis topográfico) Si no lo es, los anclajes pueden aportar una fuerza estabilizante externa.
2. Antes de realizar trabajos de anclaje en roca, se recomienda realizar los estudios de roca donde se debe verificar el tipo de roca y que esta cumpla al menos con un 75% a más de la clasificación RQD.
3. El cálculo presentado de los anclajes para muro, solo es válido para alturas de 2.5 metros como máximo, si se requiere alturas mayores buscar otras alternativas, dado que no podemos garantizar el comportamiento de la formación rocosa con respecto a mayores presiones.
4. La metodología planteada solo es válida para el uso del acero corrugado como anclaje, porque usamos la resistencia a la fluencia de f_y : 4 200 Kg/cm².
5. Para realizar estos trabajos se debe hacer limpieza del lugar, eliminando las impurezas y desprendimientos de algunas rocas que estén sueltas, posteriormente se realizan los trazos del muro y ubicaciones de los anclajes, se proceden hacer las perforaciones, para 1 metro lineal se realizan 4 perforaciones espaciados cada 25cm con una profundidad de 60cm. Introducimos los aceros corrugados de $\frac{3}{4}$ " y para protegerlo de la corrosión usamos lechada de cemento. E ingresan al muro unos 90 cm, se realiza el solado para nivelación de terreno, seguidamente se realiza el encofrado con la geometría propuesta, se realiza adiciona el concreto al encofrado, al día siguiente se puede desencofrar por ser vertical y se procede a su respectivo curado.