



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Efecto del uso de puntales de madera en el proceso constructivo demuros anclados para minimizar los asentamientos verticales, Miraflores**

**AUTOR(ES):**

Carhuachin Ricapa Robert John (ORCID: 0000-0003-4029-6988)

**ASESOR(A):**

Ing. Marco Antonio Cerna Vasquez (ORCID: 0000-0002-8259-5444.)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

Este proyecto de investigación está dedicado a mis padres y así como también a mis hijos por su apoyo incondicional y su aliento para lograr mis objetivos profesionales.

### **Agradecimiento**

Agradecimiento a nuestra Universidad Cesar Vallejo y también un agradecimiento especial a nuestro asesor Marco Antonio Cerna Vasquez por la paciencia y los conocimientos brindados durante el desarrollo del proyecto de investigación, también a nuestros familiares por su apoyo y colaboración.

## Índice de contenidos

### Contenido

Índice de contenidos .....	IV
Contenido .....	IV
Índice de tablas .....	V
Índice de figuras .....	VII
Índice de anexos .....	VIII
Índice de abreviaturas .....	IX
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. MÉTODO .....	13
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación</b> .....	14
<b>3.2 Variables y operacionalización</b> .....	15
<b>3.3 Población, muestra y muestreo</b> .....	16
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	16
<b>3.5 Procedimientos</b> .....	17
<b>3.6 Método de análisis de datos</b> .....	18
<b>3.7 Aspectos éticos</b> .....	19
IV. RESULTADOS .....	20
V. DISCUSIÓN .....	36
VI. CONCLUSIONES .....	40
VII. RECOMENDACIONES .....	43
REFERENCIAS .....	45
ANEXOS .....	49
<b>Objetivo Del Procedimiento en estudio</b> .....	76
<b>Metodología</b> .....	76
<b>Ubicación y Descripción del Área de Estudio</b> .....	81
TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE .....	81
<b>Ubicación y Descripción del Área de Estudio</b> .....	101
TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE .....	101

## Índice de tablas

Tabla 1. Ubicación de ensayos .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Analisis granulometrico .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Curva granulometrica .....	¡Error! Marcador no definido.4
Tabla 4. Resultados de ensayos .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Capacidad portante .....	¡Error! Marcador no definido.5
Tabla 6. Modulo de reaccion del suelo .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Modulo de Balastro.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Características de la madera.....	27
Tabla 9. Compresión a la madera.....	28
Tabla 10. Asentamientos reales en relleno.....	30
Tabla 11. Asentamientos reales con puntales.....	31
Tabla 12. Comparativos asentamientos reales.....	31
Tabla 13. Modulo Balastro – Asentamientos.....	32
Tabla 14. Asentamientos teóricos Excel.....	32
Tabla 15. Asentamientos teóricos en relleno – Safe.....	33
Tabla 16. Asentamientos teóricos en puntales – Safe.....	33
Tabla 17. Comparaivo asentamientos teóricos.....	33
Tabla 18. Resultados Signficancia – Spss.....	34
Tabla 19. Diagrama de cajas – Spss.....	34



## Índice de figuras

Figura 1. Esquema de tecnicas .....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Esquema de procedimientos .....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Esquema de propuesta .....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Ubicacion de ensayos y muestras.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Ficha de campo.....	¡Error! Marcador no definido.0

## Índice de anexos

Anexo 1: Declaratoria de autenticidad del (de los) autor(es).....	50
Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor .....	51
Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables .....	50
Anexo 6: Tablas descriptivas de SPSS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 7: Resultado de asentamiento.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 8. Tabla de asentamientos – 2015 .....	88
Anexo 9: Historial de deformación.....	89
Anexo 10: Densidad natural por el método de reemplazo de agua en excavación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 11: Ensayo para determinación de la densidad relativa – salida....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 12: Ensayo para determinación de la densidad relativa- entrada...	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 13: Ensayo de compresión de madera perpendicular al grano .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 14: Densidad natural por el método de reemplazo de agua .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 15: Informe de capacitación para aplicación de puntales en muros anclados .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 16: Localización.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 17: Análisis y estudios respectivos para su desarrollo	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 18: Turnitin .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 19: Juicio de experto .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



## Índice de abreviaturas

PE: Problema específico

HE: Hipótesis específica

OE: Objetivo específico

Ho: Hipótesis nula

Ha: Hipótesis alterna

## Resumen

El problema de la investigación fue ¿De qué manera el análisis del uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados minimiza Los asentamientos verticales? El objetivo de la investigación fue determinar como el Análisis del uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados minimizara Los asentamientos verticales.

Esta investigación será Aplicada, Experimental y Cuantitativa, y busca evaluar la influencia de la colocación de puntales de madera bajo el muro de concreto, como si fuesen pilotes, para apoyarlo en un mejor estrato. Para esto, se realizarán dos modelos con el programa SAFE con y sin puntales. El suelo será modelado como un resorte siguiendo el método de Winkler. Estos resultados serán contrastados con un ensayo experimental donde se realizarán las mediciones en campo de las mismas condiciones modeladas.

Finalmente, se presentarán los resultados de los asentamientos. Se concluye que colocar puntales de madera disminuye los asentamientos verticales en el muro anclado.

**Palabras clave:** Muros Anclados, Puntales De Madera, Asentamientos

## **Abstract**

The research problem was: How does the analysis of the use of wooden props in the construction process of anchored walls minimize vertical settlements? The objective of the investigation was to determine how the analysis of the use of wooden props in the construction process of anchored walls will minimize vertical settlements.

This research will be Applied, Experimental and Quantitative, and seeks to evaluate the influence of the placement of wooden props under the concrete wall, as if they were piles, to support it in a better stratum. For this, two models will be made with the SAFE program with and without struts. The soil will be modeled like a spring following the Winkler method. These results will be contrasted with an experimental test where measurements will be made in the field under the same modeled conditions.

Finally, the results of the settlements will be presented. It is concluded that placing wooden struts reduces vertical settlements in the anchored wall.

**Keywords:** Anchored Walls, Wooden Struts, Settlements

## **I. INTRODUCCIÓN**

Ante posibles deslizamientos verticales en edificaciones con varios sótanos se generó la necesidad de mejores sistemas de contención, entre ellos el uso de muros anclados como solución que. Se evaluó investigaciones en las cuales se identificó el problema y esto permitió presentar el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

Ante la demanda de vivienda en el distrito de Miraflores, se genera la necesidad, que los proyectos construyan la mayor cantidad de pisos posibles para poder tener más área vendible. Por otro lado, ofrecer una vivienda que tenga acceso a un estacionamiento exclusivo hace más atractivo el producto para los consumidores; para ello, las municipalidades son más estrictas para aprobar proyectos de arquitectura solicitando que se cumpla con la cantidad mínima de estacionamientos por vivienda. Esto genera que los nuevos proyectos necesiten una mayor cantidad de estacionamientos, y la solución más común es colocar los estacionamientos en los sótanos.

El riesgo de derrumbes de taludes durante excavaciones es latente. En respuesta de esto el ministerio de vivienda publicó una actualización de la norma E050 en el año 2018, en la cual se añade un capítulo de excavaciones. En este capítulo se menciona que el estudio de suelos indicara cual es el sistema recomendado para estabilizar los taludes. Según el ingeniero Ricaldi (2020), en la municipalidad de San Borja se ha incrementado la exigencia de los proyectos con más de un sótano y se está pidiendo que el sistema de estabilización de taludes sea el de muros anclados.

Según el ingeniero Dunnay (2020), durante el proceso de construcción de un muro anclado existe una etapa que comprende el vaciado del muro, el fraguado del concreto y el posterior tensado del anclaje, en el cual este se encuentra apoyado sobre un relleno no controlado. Esto es debido a que se deben dejar unos mechones de acero expuestos en la parte inferior del muro para poder empalmar el refuerzo longitudinal, por lo que se genera una zona que tiene que ser rellenada. En la práctica común de la ingeniería peruana no se contempla un procedimiento que controle las características de dicho suelo, lo cual origina que no tenga la capacidad de soportar el peso del muro y se generen asentamientos verticales.

Estos a su vez genera una variación en las consideraciones asumidas entre el anclaje diseñado y la realidad lo cual produce comportamientos no esperados como fisuras y agrietamientos en las edificaciones contiguas.

A su vez, estudios realizados por Vilcas (2018) recomienda mejorar las características del suelo con la inclusión de un material resistente con el fin de disminuir los asentamientos.

Según Gavidia (2019) menciona: “Los pilotes son cimentaciones profundas que permiten transmitir cargas a estratos de suelo más resistentes y evitan grandes deformaciones en el terreno.” El pilotaje es un sistema muy utilizado para mejorar la capacidad portante del suelo.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Qué efecto tiene el uso de puntales de madera hacia los asentamientos verticales durante el proceso constructivo de muros anclados?

- **PE1:** ¿Qué efecto tiene el uso de puntales de madera hacia los asentamientos teóricos de muros anclados durante su proceso constructivo?
- **PE2:** ¿Qué efecto tiene el uso de puntales de madera hacia los asentamientos reales de muros anclados durante su proceso constructivo?

**La justificación de este estudio** se basó en la investigación del uso de puntales de madera como pilotes para darle una mejor capacidad de soporte a los Muros Anclados siendo que esta sea factible y viable en su uso y desempeño para lograr el objetivo requerido.

**El objetivo general** fue determinar el efecto del uso de puntales de madera hacia los asentamientos verticales durante el proceso constructivo de muros anclados . Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Determinar el efecto del uso de puntales de madera hacia los asentamientos teóricos de muros anclados durante su proceso constructivo
- **OE2:** Determinar el efecto del uso de puntales de madera hacia los asentamientos reales de muros anclados durante su proceso constructivo

La hipótesis general, el uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados tiene efecto directo para minimizar los asentamientos verticales. Las hipótesis específicas fueron las siguientes:

- **HE1:** El uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados tiene efecto directo para minimizar los asentamientos teóricos
- **HE2:** El uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados tiene efecto directo para minimizar los asentamientos reales.

## **II. MARCO TEÓRICO**



En el presente capítulo, se expondrán los trabajos de investigación más representativos realizados internacional y nacionalmente, relacionados con los objetivos de estudio planteados en la presente investigación. De acuerdo al desarrollo de la industria de la construcción con el pasar de los años se fueron desarrollando técnicas de mejoramiento en todas sus áreas y procesos, gracias a las investigaciones realizadas y teniendo presente los antecedentes estudiados se identificó y mejoro el proceso constructivo, tanto los antecedentes nacionales e internacionales destacan conclusiones las cuales fueron utilizadas para la elaboración de este proyecto de investigación

Rosero (2015), “Los muros anclados son la mejor técnica para la estabilización de terrenos, para esto se recomienda que se debe verificar la base de la estructura para evitar penetración por las cargas verticales del peso de la estructura ya que es donde ocurren las fallas (p.73). Por lo tanto, sobre esta teoría analizaremos la capacidad de carga y a su vez poder mejorarla y tener una mejor base para la estructura.

Aponte y Sulca (2015), En su tesis de estudio tienen como indicador de una de sus variables en su matriz de consistencia al IMPACTO la cual en su escala de medición la evalúan de: MUY ALTO, ALTO, MODERADO, BAJO llegando a la conclusión que este sistema de muros anclados tiene un alto nivel de impacto a las viviendas vecinas producidas por los asentamientos (p.41). De aquí desprendemos para la elaboración de este proyecto de investigación y poder mitigar los Asentamientos Verticales.

Moyano (2017), En el documento técnico de la empresa Flesan Anclajes SAC Perú describe el proceso constructivo de ejecución de muros anclados y se observa que el muro estará apoyado únicamente sobre la nivelación de relleno puntual producto de la sobre excavación para el traslape de acero que es parte del proceso constructivo de muros anclados (p.5). Se considera este punto importante para que sea mejorado a través de los puntales de madera y así transferir las cargas verticales a un estrato con mejor capacidad de carga.

Según las especificaciones técnicas típicas de la empresa Pilotes Terrates Perú (2017), “En su análisis realizado al proceso constructivo y teniendo como bases el cumplimiento de la norma E050 y E030 se observó que el momento más crítico del proceso constructivo ocurre teniendo el terreno perfilado y el muro

vaciado sin haber tensado los anclajes es en esta etapa que se produce la mayor parte de asentamientos y deformaciones en los terrenos vecinos” (p.5). De aquí partimos que teniendo controlado esta parte del proceso constructivo podemos mitigar los asentamientos en cimientos vecinos.

Vilcas (2018), Plantea un mejoramiento del suelo para su proceso de cimentación ya que teniendo un suelo de poca capacidad de carga es imposible colocar los cimientos sin haber mejorado el terreno de esta forma se cubre ese déficit colocando un material más resistente en su proceso constructivo (p.13). Este mejoramiento de cambiar las características del suelo por una de mayor resistencia demuestra que de esta forma damos una mejor capacidad de soporte a un elemento para evitar asentamientos.

Braja (1981), presento su libro “Fundamentos de la ingeniería Geotécnica” , Los pilotes son elementos estructurales y pueden ser en acero , concreto y madera esto va a depender de las condiciones ambientales y la profundidad de penetración requerida ya que es usado muy a menudo para así garantizar una seguridad estructural la necesidad del uso de estos pilotes es cuando las capas de suelos son muy débiles para transmitir la carga de la super estructura ya que existen asentamientos en cimentaciones poco profundas , los pilotes realizan esta función y la transmiten a un estrato más fuerte (cap18).

Camones (2017), presentó la tesis “Muros anclados para mejorar el análisis de procesos constructivos en Excavaciones profundas del edificio Santo Toribio San Isidro 2017”, para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, Lima - Perú. Tuvo como objetivo analizar las técnicas para excavaciones profundas. El estudio fue de tipo aplicativo, de diseño no experimental. En conclusión, los muros anclados son la mejor alternativa para el desarrollo de proyectos de construcción cuya necesidad sea la de excavar a profundidades mayores a -3., obteniéndose resultados de optimización en seguridad y tiempo.

Con estas tesis como antecedentes se determina que los muros anclados son la mejor opción para estabilizar taludes. A su vez, son necesarias las mejoras en el proceso constructivo para controlar los asentamientos verticales y como consecuencia disminuir los daños que se generan en las viviendas vecinas. Según el estudio realizado de Aponte y Sulca (2015) se concluye que el problema causado a vecinos por los asentamientos es de prioridad muy alta para el proyecto analizado

y es a la vez una constante que se dará en otros proyectos donde se utilicen muros anclados, ya que este se producirá de todas maneras y solo queda mitigarlo”. (p.88)

Parte del desarrollo de mi investigación es tener conocimiento de los aspectos conceptuales de las teorías relacionadas al tema, para ello mencionaré las definiciones usadas por otros autores respecto al tema. Romero (2016) La madera es un material muy versátil resistente a la tracción y compresión y que en el campo de la construcción puede ser utilizada de diversas maneras una de ellas es de forma estructural y su empleo como material portante en una vivienda (p.7). De aquí partimos bajo este concepto que la madera como pilote puede ser la solución más viable para sostener las cargas verticales de un elemento.

En lo referente a pilotes de madera, Granda y Vallejo (2016) “Se denomina pilotes de madera a los elementos estructurales esbeltos, cilíndricos o prismáticos, que son empleados para transmitir las cargas verticales de la super estructura y peso propio a través de estratos de suelo de baja capacidad portante hasta un estrato de suelo profundo con capacidad portante más elevada”. (p.10 al 13). Por lo tanto, el uso de puntales de madera nos permite alcanzar el objetivo que es la de soportar las cargas verticales y transmitir las a un estrato mejor dando como resultado minimizar los asentamientos verticales.

Este proyecto de investigación se centró básicamente en analizar que usando los puntales de madera como forma más viable podemos minimizar los asentamientos verticales, teniendo estudios de tesis anteriores como antecedentes, así como también las conferencias de capacitaciones hechas por especialistas en Muros Anclados y el uso del software SAFE para el modelamiento teórico y así conseguir el objetivo que es minimizar los asentamientos verticales.

Dentro de las teorías relacionadas las más resaltantes son las siguientes: (a) Muro anclado y su proceso constructivo, (b) pilotes de madera.

En lo que se refiere a Muros Anclados para Figueroa, Rodríguez y Zelada (2011)

“Los muros anclados son estructuras de gravedad, semi-gravedad o pantallas; que se sostienen mediante anclas pre-tensadas o pos-tensadas con bulbos profundos que transmiten una carga de tensión a suelos o rocas en los cuales pueden ser instalados. Generalmente se coloca sobre la cara de un muro, una carga de tensión a través de un cable o barra de acero anclado a un bulbo cementado a profundidad dentro del talud. Los anclajes

pre-tensados incrementan los esfuerzos normales sobre la superficie de falla real o potencial y así aumentan las fuerzas resistentes al incrementar la resistencia a la fricción, a lo largo de esa superficie.” (p. 19).

Valdez (2011), indicó que:

“Los muros anclados son utilizados para la construcción de muros de retención o para asegurar cortes en excavaciones. Los anclajes son usados para proporcionar una precarga de los sistemas estructurales aplicando tensión por medio de sistemas hidráulicos al tendón del anclaje, que puede ser tanto barras como cables de acero de alta resistencia. El cable o barra entonces será enlazado al suelo o roca por medio de una lechada cemento. La precarga aplicada servirá entonces para limitar el desplazamiento de la estructura, esto con el fin de evitar asentamiento que puedan ocasionar el daño en estructuras existentes o la falla de un corte generado ya sea por una excavación. Los anclajes varían en su longitud dependiendo tanto de la estratigrafía del sitio y sus condiciones geológicas, como la geometría y cargas a las que se ven sometido, por lo que los anclajes pueden ser de típicamente de 30 ton a 60 ton. Los anclajes permanentes incorporan una variedad de sistemas de la protección contra la corrosión que son determinados por las condiciones específicas del sitio de trabajo, al presupuesto y a la duración de la obra.”

Parte esencial es conocer el proceso constructivo de muros anclados, como definición podemos decir que es la secuencia lógica de actividades en serie para desarrollarse en conjunto con el fin de lograr un objetivo. Su utilidad está dada en que identificando los procesos se pueden determinar posibles mejoras.

Según Espinoza y Chate (2018), el proceso constructivo tiene las siguientes fases:

a) Excavación: Son acuerdo con los niveles determinados de los planos de arquitectura, estructuras y al plano entregado por geofundaciones para cada nivel de muros.

Paso 1: Excavación a nivel de plataformas y perfilado

b) Perforación de los anclajes: La perforación de los anclajes puede hacerse según estas tres alternativas: • Perforación continua sobre la banquetta perimetral de la excavación. • Perforación intercalada sobre los muros a construir. Cabe señalar que se puede perforar antes o después de haber

fundido el muro; para esto, se debe dejar un pase o tubo PVC de 6" con la inclinación especificada. Perforación continua sobre muros ya vaciados. Proceso a utilizarse del segundo sótano en adelante.

El siguiente procedimiento es la perforación del terreno. Se procede a tomar la medición del ángulo de perforación hasta el ángulo que se indica en los planos calculados por el ingeniero encargado en el diseño del anclaje.

Para la perforación del terreno, se sigue los pasos que se describen:

Paso 2: Perforación del terreno: Consiste en la extracción del terreno por la acción combinada de percusión, rotación, empuje y barrido. La profundidad deseada se obtiene a partir de la inserción sucesiva de tuberías y un martillo de perforación. Concluido el tramo de perforación, se detiene la operación, y los ayudantes proceden con el retiro de toda la línea de tubería.

Paso 3: Instalación del anclaje Concluida la perforación se coloca el anclaje, según especificaciones del diseño. Dicho anclaje debe tener una longitud total igual a la de la perforación incrementada en un metro lo que permitirá facilitar el proceso del tensado.

Paso 4: Inyección primaria de lechada de cemento Una vez instalado el anclaje, se lleva a cabo el llenado del elemento con lechada. Para la preparación de la lechada, se comienza vertiendo la cantidad total de agua en la mezcladora. Con la mezcladora en funcionamiento, se va agregando el cemento a ritmo lento, de tal forma que no se generen grumos hasta conseguir la relación agua/cemento prevista.

Paso 5: Construcción de muros La construcción de los muros se realiza de acuerdo con el proceso que se establezca en obra y la secuencia mostrada en los planos de construcción.

Respecto a la construcción de muros de concreto, los pasos son:

Paso 6: Habilitación y colocación del acero de refuerzo Para la habilitación del acero, se trabaja en una mesa adecuada que permita el buen desempeño del personal en la labor. En este proceso, se evalúa el cortado, doblado y armado de los aceros longitudinales y estribos; de acuerdo con los planos y especificaciones. Una vez ubicados, se procede a su colocación final verificando la existencia de niveles, trazos de referencia, separadores, recubrimientos y demás especificaciones de los planos.

Paso 7: Habilitación y encofrado de los muros Los paneles metálicos se habilitan según dimensiones para cada paño, y permite identificar la cantidad de puntales, tensores, durmientes o muertos y accesorios a utilizar. El traslado y colocación hasta la zona de encofrado fue por apoyo del personal de obra. Se procede a presentar el encofrado para fijarlo y asegurarlo posteriormente. Terminado el trabajo de encofrado, el alineamiento y aplomo del muro para el vaciado de concreto se verifica con topografía.

Paso 8: Colocación de concreto El concreto debe pasar por revisiones previas antes de su vaciado. Se registra su temperatura, el slump y muestras en probetas para determinar el cumplimiento de los requerimientos estipulados. La colocación del concreto consiste en el bombeo de concreto abastecido por un mixer hacia la bomba telescópica, y este, a través de sus brazos mecánicos, transporta el concreto a la zona de vaciado.

Paso 9: Desencofrado El desencofrado se inicia una vez transcurrido el tiempo de fragua final, según las especificaciones del proyecto. Para facilitar esta actividad, se puede utilizar un aditivo desmoldante.

Paso 10: Curado y protección del concreto El curado se inicia después de haber terminado el desencofrado de los paños. Se realiza un curado continuo con agua por dos días y luego se emplea un curador químico aplicándose con una mochila pulverizadora. Para asegurar la humedad de los paños, se tapa con mantas o arpilleras, humedeciéndolos constantemente.

Paso 11: Verificación pos vaciado Esta verificación se realiza topográficamente, se controla los niveles finales de las estructuras vaciadas.

Paso 12: Tensionamiento de los anclajes, se debe de cumplir:

- Maduración del bulbo, sin uso de aditivo 5 días, con el uso el aditivo 72 horas.

- Que el muro tenga la resistencia a la compresión simple especificada por el estructural o el rango recomendado.

Paso 13: Tensado del anclaje El tensado se realiza utilizando un gato hidráulico multifilar cuando la lechada de cemento alcanza la resistencia mínima requerida en las especificaciones.

Paso 14: Destensado del anclaje El destensado se puede realizar de dos maneras: Equipo de oxicorte (gas propano y oxígeno): Si se usa oxicorte se

debe contar con buena ventilación para disipar los gases tóxicos, caso contrario se deberá contar con extractores o ventiladores industriales. Equipo de tensado (gato y bomba hidráulica): En ambientes cerrados con poca ventilación, solo se deberá destensar con equipo de tensado (gato y bomba hidráulica). (p. 20 – 29)

El aspecto más importante en mi investigación es el identificar, definir y comprender los Pilotes de madera, que son apoyos simples provisionales que se usan como soportes verticales, básicamente troncos de árboles cuyas ramas y corteza fueron cuidadosamente recortadas.

De acuerdo a Granda y Vallejo (2016):

“Cuando las condiciones del suelo hagan inviable, técnico o económicamente, el uso de una cimentación superficial convencional mediante zapatas, vigas de cimentación o plateas de cimentación, debido a la baja capacidad portante del estrato del suelo, prima el uso de una cimentación profunda como son los pilotes. Se denomina pilotes a los elementos estructurales esbeltos, cilíndricos o prismáticos, que son empleados para transmitir las cargas de la super estructura y peso propio a través de estratos de suelo de baja capacidad portante. (p.10 al 13)

Dentro de la función y aplicación de los pilotes podemos identificar una serie de condiciones que requieren el uso de las mismas como solución a problemas ingenieriles de una estructura:

1. Transmitir las cargas de una estructura hasta un estrato de suelo resistente que garantice el apoyo adecuado.
2. Evitar la erosión, socavaciones u otros efectos nocivos a las que pueden estar sometidos las cimentaciones superficiales.
3. Cuando existen niveles freáticos que pongan en riesgo la estabilidad de la estructura.
4. Resistir las fuerzas laterales que se ejercen generalmente en puentes, en estructuras que retienen tierra y en las construcciones de gran altura que están sometidas a grandes fuerzas del viento o sísmicas.
5. Cuando se encuentran suelos colapsables o expansivos los cuales pueden aumentar o disminuir la presión de expansión considerablemente ocasionando daños significativos en caso de usar cimentaciones superficiales.

### **III. MÉTODO**



En nuestro proyecto de investigación se aplica el Método Científico porque se aplica una sucesión de pasos lógicos universales que nos avalan que la información obtenida sea de calidad.

Los pasos son: plantear el problema, formulación de hipótesis, plantear un diseño metodológico, obtener y discutir los resultados, concluir y recomendar.

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

#### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación es de **Tipo Aplicada**, Porque busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática, está más interesado en la aplicación inmediata sobre una problemática antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal (Borja, 2012, p.10)

La cual nos servirá para desarrollar nuestro proyecto, porque tiene la intención de proponer una innovación y mejora en el proceso constructivo de los muros ancladas colocando el puntal de madera.

En el caso de la mayoría de los estudios de Enfoque Cuantitativos, el proceso se aplica secuencialmente: se comienza con una idea que va acotándose y, una vez delimitada se establecen objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. Después se analizan objetivos y preguntas, cuyas respuestas tentativas se traducen en hipótesis (diseño de investigación) y se determina una muestra. Por último, se recolectan datos utilizando uno o más instrumentos de medición, los cuales se estudian (la mayoría de las veces a través del análisis estadístico), y se reportan los resultados. (Hernández, Fernández y Baptista 2014 p.17)

Es cuantitativo porque recoge y analiza datos numéricos sobre la variable, usando magnitudes cuantificables para así probar la hipótesis planteada, se medirán los desplazamientos y rajaduras que tienen un valor numérico.

### 3.1.2 Diseño de investigación.

El diseño de investigación es cuasi experimental. Es la manipulación deliberada de una o más variables, que actúan como causas (variable independiente) para determinar sus efectos sobre uno o más variables dependiente dentro de un parámetro de control por parte del investigador (Pino Gotuzzo, 2007, p.187)

En este tipo de investigación, el diseño de investigación es cuasi experimental, ya que se va a manipular mi variable independiente que es Puntales de madera en muros anclados en dimensión y cantidad, con el fin de modificar mi variable dependiente que viene ser el asentamiento vertical en muros anclados. Y se evaluarán los casos considerando el apoyo y sin considerar el apoyo.

### 3.2 Variables y operacionalización

Las variables utilizadas son las siguientes:

**Variable independiente:** Puntales de madera en muros anclados

A. **Definición conceptual:** Los puntales son apoyos simples provisionales que sirven apoyo vertical durante el encofrado de losas y otros elementos horizontales. (RNE 2017)

B. **Definición operacional:** En este caso se utilizarán para sostener el muro y apoyarlo en un estrato con mejores características portantes.

C. **Indicadores:** Características geométricas y espaciamiento entre puntales

D. **Escala de medición:** Es nominal los valores serán medidos en unidades de longitud.

**Variable dependiente:** Asentamiento Vertical en muros anclados

A. **Definición conceptual:** El asentamiento vertical son las consecuencias de una modificación de las condiciones de carga (incremento de carga, asentamientos, etc.) en una edificación. (RNE 2017)

B. **Definición operacional:** En este caso se medirá el desplazamiento vertical como consecuencia del incremento de carga debido al vaciado del muro anclado como esto varían.

**C. Indicadores:** Asentamientos teóricos y reales

**D. Escala de medición:** Puede ser nominal, ordinal, de intervalo o de razón (Vicerrectorado de Investigación UCV, 2020).

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

**A. Población:** Está conformado por todos los muros anclados del primer anillo en la edificación Malecón de la Marina, Miraflores.

- Criterios de inclusión: Dimensiones geométricas de los muros y Características del suelo similares con una variación menor al 5% respecto a los modelados.
- Criterios de exclusión: Dimensiones geométricas de los muros y Características del suelo similares con una variación mayor al 5% respecto a los modelados.

**B. Muestra:** Conforman los 6 muros anclados 3 con puntales y 3 sin puntales, que serán sometidos a análisis estructural en la edificación Malecón de la Marina, Miraflores.

**C. Muestreo:** Se realizó un muestreo aleatorio simple debido a la uniformidad de la muestra

**D. Unidad de análisis:** será un muro anclado.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de obtención de datos será la de observación experimental. puesto que según Tamayo y Silva (2015) la observación experimental tiene como fin procesar datos controlados por el investigador, específicamente porque el investigador puede manipular las variables, tal es así que se observara el comportamiento de las variables la cual serán manipuladas para registrar el efecto que tendrá sobre la variable independiente.

La selección del instrumento de acuerdo al tipo de investigación, donde el investigador buscara registrar los datos observables de manera verdadera y entendible (Hernández et al 2014, p. 199). la presente investigación usara Fichas de recolección de datos, para este caso los asentamientos de muros

con puntales y también los muros sin puntales medidos con la topografía, así como también los resultados de laboratorio en tablas de Excel.

La validez del programa SAFE está dado por una recopilación manual de ejercicios desarrollados a mano con los resultados del programa que están publicados en la página web del programa. Según Harba y Rubaie (2017), se puede utilizar el programa SAFE para calcular el asentamiento en estructuras. La precisión de la obtención de los resultados depende de la discretización, pero como precisión de cálculos en decimales puede considerar valores de  $10E-6$ .

TECNICA	INTRUMENTOS	FUENTE/NORMA
OBSERVACION		
Asentamientos	Ficha recolección de datos	Muros Anclados
Selección de madera	Tablas Excel	E010
Densidad del suelo	Laboratorio	ASTM D5030

**Figura 1:** Técnicas.

### 3.5 Procedimientos

Primero se recopilarán los datos del proyecto a estudiar: estudios de suelos, memoria descriptiva de arquitectura, memoria de cálculo de muros anclados, estudio de estabilidad de taludes y planos. Luego se realizarán los ensayos en campo: medición de asentamientos con estación total. Después se realizará un modelo en un programa de elementos finitos que se calibrará con los resultados de campo. Finalmente se harán iteraciones y se darán recomendación de dimensiones para luego discutir y dar las conclusiones correspondientes.

PASOS	DESCRIPCION	TIPO/NORMA	TIEMPO
1er Paso	Toma de muestras, conocer características físicas y mecánicas del suelo en estado natural y de relleno	Exploración del suelo, 6 muestras	2
2do Paso	Ensayo laboratorio	Densidad natural por el método de remplazo por agua en excavación	8
3er Paso	Selección del tipo de madera	Visual / E010	2
4to Paso	Ensayo Compresión madera	NTP 251.014	2
5to Paso	Cálculo de longitud y cantidad de puntales interacción suelo estructura	Tabla Excel y Safe 2016	3
6to Paso	Colocación de puntos topográficos y control de asentamientos	Monumentar BMs - Fichas de campo	6
7mo Paso	Resultados	Trabajo de gabinete	7
8vo Paso	Análisis de resultados y validación de hipótesis	Trabajo de gabinete	2
9no Paso	Discusiones y Conclusiones	Redacción	2
<b>Días</b>			<b>34</b>

**Figura 2:** Procedimientos.

### 3.6 Método de análisis de datos

En esta etapa el tesista primero trata de describir sus datos y luego y luego realiza análisis estadístico para relacionar sus variables. Es decir, realiza un análisis estadístico descriptivo de cada una de sus variables en la matriz y el estudio, finalmente utiliza cálculos estadísticos para probar la Hipótesis. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 282).

Este informe tiene como punto de partida el método científico estadístico, para el procesamiento, sistematización y tabulación de los resultados obtenidos, los cuales serán presentados en cuadros y figuras generadas mediante el programa Excel y respaldado por el software de elementos finitos como el Safe 2016, y finalmente se realizó el análisis de estadística descriptiva SPSS para validar la hipótesis.

### **3.7 Aspectos éticos**

En esta investigación se utilizaron principios y conductas éticas como la veracidad y honestidad. También se trabajó con pasión en la carrera de Ingeniería Civil.

Se administró de forma correcta y con honestidad la información, se consideró como elementos principales: el respeto a los derechos de autor durante la recopilación de información previa, el manejo con veracidad durante la toma de muestras y un uso adecuado de las metodologías requeridas de acuerdo a las normas establecidas de la institución (resolución de vicerrectorado de investigación 008-2017-VI/UCV, referencias estilo ISO 690). Finalmente se acredita tener la autenticidad de la autoría de la investigación realizada.

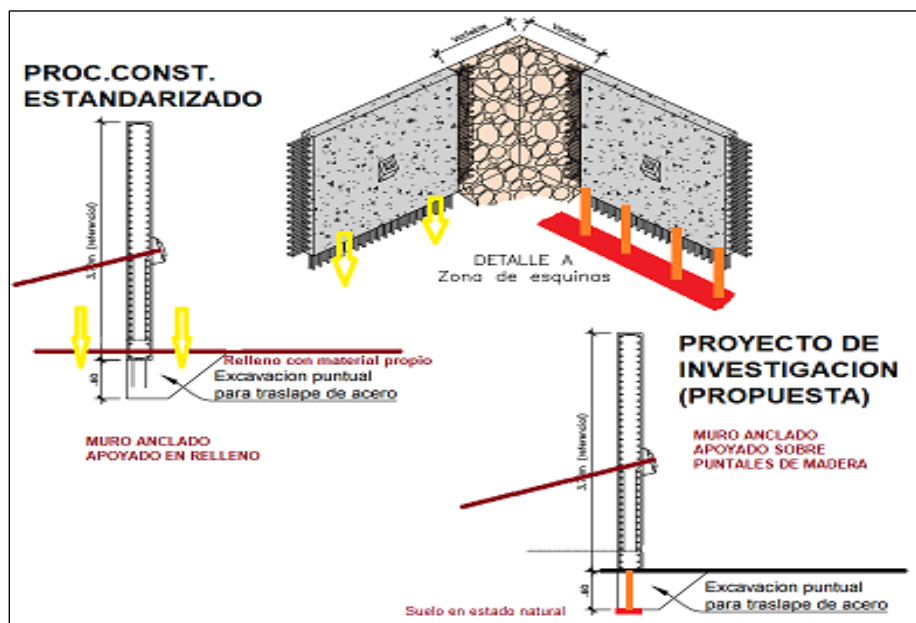
Se desarrolló esta investigación con la asesoría constante del ingeniero Dunnay, que realizó capacitaciones y recomendó investigaciones para usar como referencia en el marco teórico. También se dejará esta investigación con acceso público para que pueda servir como antecedente para futuras investigaciones.

## **IV. RESULTADOS**

## 4.1 Recopilación de información

### 4.1.1 Planteamiento experimental

Esta investigación se fundamentó en plantear una propuesta de mejora al proceso constructivo de muros anclados el cual está estandarizado (ver anexo N°15 “Proceso constructivo tradicional de muros anclados”). En el proceso constructivo tradicional durante la etapa previa al vaciado de concreto el muro se sostiene sobre un relleno no controlado hecho con el mismo material encontrado en campo. Para disminuir los asentamientos verticales se propone utilizar puntales de madera apoyados en una tabla con las dimensiones del muro para que se transmita la carga uniformemente hacia un suelo con mayor capacidad portante. Se espera que con el uso de puntales se reduzca el asentamiento vertical. Para realizar un modelo teórico se realizaron ensayos de suelos para determinar el módulo de balastro del terreno natural y del relleno no controlado, estos ensayos fueron realizados según lo establecido en la norma de suelos ASTM. También se realizaron ensayos de compresión de varios tipos de madera para determinar cuál es la madera más adecuada y la cantidad de puntales. Luego se tomaron medidas en campo para monitorear la variación de los asentamientos de los muros apoyados en puntales y apoyados en el relleno no controlado. Finalmente se realizó un modelo de elementos finitos para comparar los resultados obtenidos en campo.



**Figura 3:** Esquema para propuesta de investigación.



#### 4.1.2 Caracterización de los elementos involucrados en esta investigación

- a) **Terreno natural:** Es el nivel final de excavación el cual servirá como base de apoyo al muro anclado cuando este se apoya en puntales. El mismo que será ensayado en su estado actual para determinar el módulo de balastro
- b) **Relleno no controlado (relleno):** Es el estrato en el cual se apoya el muro realizado con el procedimiento tradicional y es realizado con material propio. El mismo que será ensayado en su estado actual para determinar el módulo de balastro.
- c) **Puntales de madera:** este elemento transmite el peso del muro hacia el terreno natural por lo mismo estará sometido a Compresión, así como también otras evaluaciones para determinar cuál es la más óptima.
- d) **Asentamientos:** Es el desplazamiento vertical del muro anclado el cual será medido en milímetros. Se controlarán los muros anclados apoyados en puntales de madera versus los apoyados en relleno. Se utilizará la topografía mediante una estación total para hacer los controles respectivos en campo. Se realizó un modelo para determinar los valores teóricos, los cuales se llevaron mediante Fichas de campo.

#### 4.2 Recolección de muestras

Cabe mencionar que, para los fines de esta investigación, todas las muestras fueron recogidas siguiendo los parámetros establecidos en el RNE en la zona de estudio y acopiados el laboratorio de INGEOCONTROL para sus respectivos estudios y análisis.

Por otro lado, se tomaron los tramos que están bordeando las calles para disminuir la variabilidad de la influencia de la carga vertical que se encuentra sobre el talud como, por ejemplo: la altura de edificaciones, usos de dichas edificaciones, etc. Se van a tomar los datos del primer vaciado de muros que son los muros que tienen las banquetas intermedias debido a que son los que tienen mayores asentamientos. Finalmente, para la medición de los asentamientos se tomó el primer dato de estado en reposo utilizando de referencia las varillas de acero del enmallado antes de que se realizara el primer vaciado.

A continuación, se presenta el plano de planta en el cual se describe la ubicación de los ensayos realizados si como también los muro anclados con puntales y sin puntales en cada tramo correspondiente.



**Figura 4:** Ubicación de ensayos realizados y Muestras.

Se realizaron 3 puntos de exploración, en cada punto se tomaron dos muestras una del relleno no controlado y la otra del terreno natural a 3m de profundidad. En cada muestra se realizaron dos ensayos uno de reemplazo por agua y otro de clasificación de suelos. Las muestras fueron extraídas enumeradas y consideradas de la siguiente forma:

**Tabla 1:** Ubicación de ensayos para determinar características y tipo de suelo.

ENSAYO REPLAZO POR AGUA			
PUNTO DE EXPLORACIÓN	MUESTRA	TRAMO	UBICACIÓN
P.E.1	M.A.R.-1	Tramo 1	Lado Izq. (Ca. Ignacio Merino)
	M.A.P.-1		
P.E.2	M.A.R.-2	Tramo 1	Lado Inf Izq. (Av. Malecón)
	M.A.P.-2		
P.E.3	M.A.R.-3	Tramo 2	Lado Inf. Derecho (Av. Malecón)
	M.A.P.-3		

**Fuente:** Elaboración propia.

## Ensayos realizados

Parte muy importante es conocer el tipo de suelo y clasificación, así como también sus características físicas y mecánicas.

### 4.2.1 Análisis granulométrico.

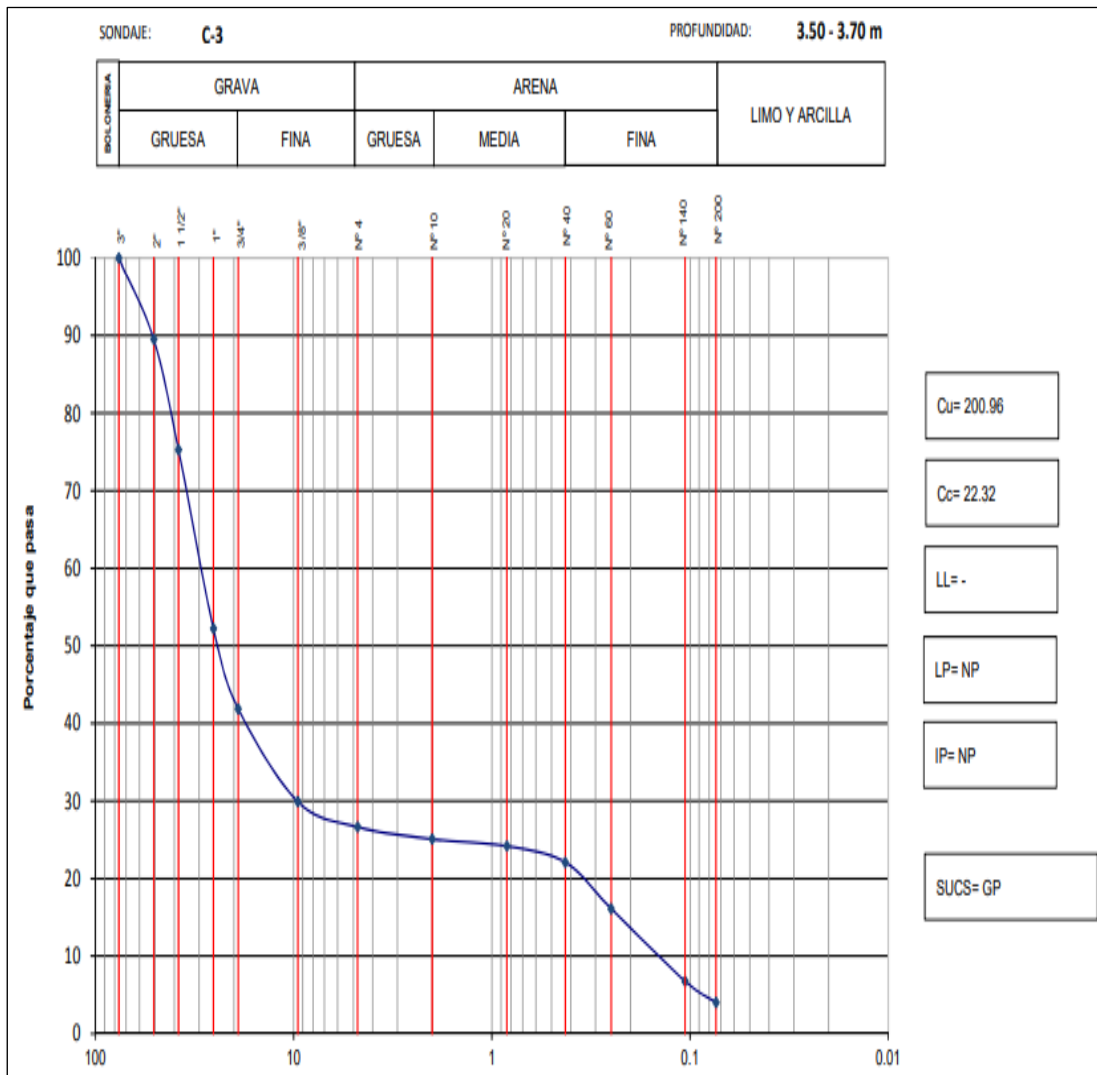
Se realizaron un ensayo por cada tipo de muestra. Este ensayo fue realizado siguiendo lo estipulado en la norma técnica peruana NTP 339.134 "Método de Clasificación de Suelos SUCS." A continuación, se muestra un cuadro con un resumen de los resultados obtenidos

**Tabla 2:** Análisis Granulométrico.

MUESTRA		ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO													LIMITES DE AT-TERBERG			HU-MEDAD (w) %	SUCS
Son-daje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA N°													L.L	L.P	I.P		
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60	N°120	N°200					
C-1	12.30 - 12.50	100	97	82	63	55	42	32	23	17	11	7	4	3	-	NP	NP	2.0	GP
C-1	21.80 - 22.00	100	87	71	55	47	37	34	32	30	18	8	4	4	-	NP	NP	2.2	GP
C-2	7.40 - 7.60	100	94	83	70	62	49	38	32	25	15	9	3	3	-	NP	NP	2.0	GP
C-2	17.80 - 18.00	100	78	59	46	39	29	25	21	17	11	6	4	3	-	NP	NP	2.2	GP
C-3	3.50 - 3.70	100	90	75	52	42	30	27	25	24	22	16	7	4	-	NP	NP	1.4	GP
C-3	9.80 - 10.00	100	88	70	55	43	31	25	21	17	11	6	3	2	-	NP	NP	1.6	GP

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 3:** Curva Granulométrica.



**Fuente:** Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por los puntos de exploración podemos demostrar que los suelos mantienen homogeneidad en toda el área del terreno las cuales están clasificadas en GP.

#### 4.2.2 Ensayo de reemplazo por agua

Se realizaron un ensayo por cada tipo de muestra. Este ensayo fue realizado siguiendo lo estipulado en las normas ASTM D4254 "DENSIDAD MÍNIMA", ASTM D4253 "DENSIDAD MÁXIMA" y ASTM D5030 "DENSIDAD NATURAL". A continuación, se muestra un cuadro con un resumen de los resultados obtenidos:

**Tabla 4:** Resultados de ensayos (densidades).

MUROS	DENSIDAD MÍNIMA (G/CM3)	DENSIDAD MÁXIMA (G/CM3)	DENSIDAD NATURAL (G/CM3)	DENSIDAD RELATIVA (G/CM3)
M.A.R.-1	1.847	2.371	2.091	52.8
M.A.P.-1	1.851	2.337	2.221	80.1
M.A.R.-2	1.812	2.312	2.011	45.8
M.A.P.-2	1.795	2.340	2.231	83.9
M.A.R.-3	1.905	2.405	2.105	45.6
M.A.P.-3	1.856	2.293	2.197	81.5

*Fuente:* Elaboración propia.

Con los resultados laboratorio se utilizaron las ecuaciones de mecánica de suelos de suelos se realizó una correlación (anexo 10) para determinar la capacidad portante utilizando la siguiente tabla (para determinar el coeficiente de balastro).

**Tabla 5:** Resumen de resultados – Capacidad Portante.

MUROS	COHESIÓN	ANGULO DE FRICCIÓN	N60	CAPACIDAD PORTANTE
M.A.R.-1	0.001	42.200	19	1.57
M.A.P.-1	0.001	36.800	50	6.09
M.A.R.-2	0.001	42.600	21	1.81
M.A.P.-2	0.001	36.900	51	6.26
M.A.R.-3	0.001	42.000	18	1.46
M.A.P.-3	0.001	37.900	49	5.92

*Fuente:* Elaboración propia.

Con el valor de la capacidad portante y utilizando la tabla N° 6 se determinó el módulo de balastro (ver tabla N°7)

Se adjunta (anexo 11) la geomorfología la Lima de la clasificación de suelos y sus similitudes de suelos que esta investigación podría aplicarse en otros distritos de Lima.

**Tabla 6.** Módulo de reacción del suelo

Modulo de Reaccion del Suelo Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Fuente: Tesis de Morrison

**Tabla 7:** Resumen resultados – Modulo de Balastro.

MUROS	CAPACIDAD POR-TANTE	MODULO DE BALAS-TRO
M.A.R.-1	1.57	3.141
M.A.P.-1	6.09	12.172
M.A.R.-2	1.81	3.613
M.A.P.-2	6.26	12.515
M.A.R.-3	1.46	2.912
M.A.P.-3	5.92	11.833

Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.3 Determinación del tipo de madera y su interacción en la propuesta en estudio

Para determinar el tipo de madera se analizaron los diferentes aspectos tanto para su funcionalidad en la propuesta como también su viabilidad, para esto debe cumplir varios aspectos:

- a) Que sea fácil de conseguir en el mercado
  - b) Que tenga un tiempo de vida optimo un tipo de madera reutilizable
  - c) Que soporte los esfuerzos físicos a los que estará sometidos para este a compresión
  - d) Precio
  - e) Que cumpla con lo establecido en el RNE para el tipo de uso que se le dará
- Según la norma E010 se tienen 3 grupos principales de madera con las siguientes características mostradas en la siguiente tabla

**Tabla 8:** Características de madera agrupadas.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA										
Grupo	E <sub>min</sub>	E <sub>prom</sub>	f <sub>m</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>ct</sub>	f <sub>v</sub>	F <sub>t</sub>	P.e	C <sub>k</sub> - Col	C <sub>k</sub> - Ent
A	95000	130000	210	145	40	15	145	1100	17.98	20.06
B	75000	100000	150	110	28	12	105	1000	18.34	20.20
C	55000	90000	100	80	15	8	75	900	18.42	22.47

**Fuente:** Norma E010.

Para nuestro caso utilizaremos la madera tornillo que se encuentra en el grupo C (ver anexo 12) y utilizaremos las características normativas mínimas para su pre dimensionamiento.

### 4.2.4 Análisis del tipo de madera a utilizar

**Características del muro anclado:** Es una estructura de contención de concreto armado se consideró que la densidad del concreto es de 2400 kg/m<sup>3</sup>. Se utilizaron paneles de aproximadamente 4.0m de ancho y una altura de excavación entre anillos de 4.00m en promedio y espesores de 0.30m.

**Características del puntal de madera:** Se realizó el cálculo para los 3 tipos de grupos que están establecidos en la norma. Se escogió un lado de 10cm debido a que es el más comercial. Y se colocó una altura de 85cm que en promedio es similar a la de la longitud de empalme del refuerzo longitudinal. Se considero una condición de apoyo critica lo cual dio como resultado una longitud efectiva de 3 veces la altura de la columna.

**Criterios:** Normas de aplicación E.010: Madera

En la tabla N°12 se muestra la capacidad máxima a compresión de una sección cuadrada de 10cm para los 3 grupos de madera considerando la columna larga se adjunta tabla de longitud efectiva para aplicar criterio y evitar falla por Esbeltez (anexo 12 Tabla de longitud efectiva):

**Tabla 9:** Calculo máxima compresión.

CALCULO DE CAPACIDAD A LA COMPRESION DE PUNTALES DE MADERA SEGÚN LA NORMA E010													
Grupo Estructural	Emin Kg/cm <sup>2</sup>	f'c Kg/cm <sup>2</sup>	Altura de Columna m	Carga Axial Kg	Sección BxH Cm	A Cm <sup>2</sup>	Condi-ciones de Apoyo	lef m	$\lambda$	Ck	k	Tipo co-lumna	Nadm (Kg)
A	95000	145	0.85	2645	10x10	100	6. Articulado en un extremo y libre en el otro	2.55	24	17.98	k=3	Co-lumna Larga	5426.22
B	75000	110	0.85	2645	10x10	100	6. Articulado en un extremo y libre en el otro	2.55	24	18.34	k=3	Co-lumna Larga	4283.85
C	55000	80	0.85	2645	10x10	100	6. Articulado en un extremo y libre en el otro	2.55	24	18.42	k=3	Co-lumna Larga	3141.49

**Fuente:** Elaboración propia.



Se consideró un puntal de madera Tornillo cuya resistencia a la compresión es de 170.1 kg/cm<sup>2</sup> (anexos N°8 resultados ensayos a Compresión)

El peso total del muro es:

$$2400\text{kg/m} \times 3\text{m} \times 4\text{m} \times 4\text{m} \times 0.3\text{m} = 11520\text{kg}$$

Dividimos el peso total entre la capacidad por puntal:

$$11520\text{kg} / 3141.493\text{kg} \cong 4$$

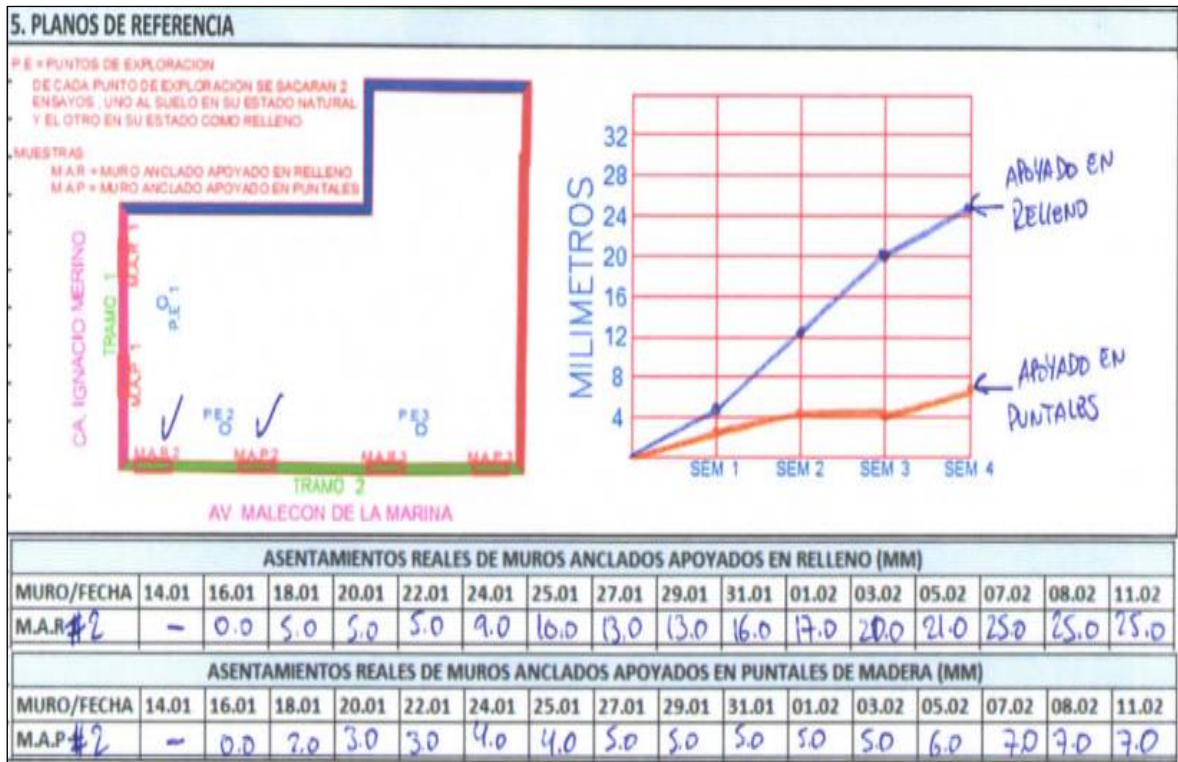
Redondeamos ese valor a 4 puntales por paño.

### **4.3 Comprobación de resultados finales**

Habiendo realizado los ensayos al suelo y a la madera así como también los modelos matemáticos para conocer e interacción Suelo-Puntales y poder cumplir con los esfuerzos a los que estarán sometidos finalmente se hará la comprobación de los asentamientos a los muros con puntales y sin puntales las cuales fueron llevadas durante un tiempo de 29 días que fue lo que duro la ejecución de estos muros anclados estas se llevaron en fichas de recolección de campo , para verificar que realmente se estén minimizando los asentamientos verticales con el uso de los puntales empleados .

#### **4.3.1 Medición de asentamientos reales**

Este control se realiza con equipos topográficos y en los tiempos establecidos por el área de producción de acuerdo al avance del proceso, la medición es en milímetros y será por días. Se realizaron mediciones entre el día 14 de enero del 2020 y el día 11 de febrero del 2020. Se tomaron 6 muros de prueba, 2 por cada punto de exploración, uno apoyado en relleno y el otro apoyado en los puntales de madera. Estos muros estuvieron intercalados entre si dejando una banqueta intermedia. En el anexo N°13 se adjunta procedimiento y en el anexo N°4 la ficha de datos obtenidos y las especificaciones técnicas del equipo utilizado para tomar las mediciones. Los resultados son los siguientes. En la imagen siguiente se muestra la ficha de datos utilizada y llenada a mano para recoger los datos.



**Figura 5:** Ficha de Campo.

En las siguientes tablas se muestran un resumen de los resultados de los asentamientos tomados en el último día.

**Tabla 10:** Resultados de asentamientos Reales en relleno.

ASENTAMIENTOS REALES DE MUROS ANCLADOS APOYADOS EN RELLENO (MM)	
MURO	14/01/2020 - 11/02/2020 (29 días)
M.A.R 1	27
M.A.R 2	25
M.A.R 3	24

**Fuente:** Elaboración propia.

Cuando el muro se apoya en un relleno no controlado se obtuvo un asentamiento promedio de 25.3mm con una varianza de 1.55 mm<sup>2</sup>

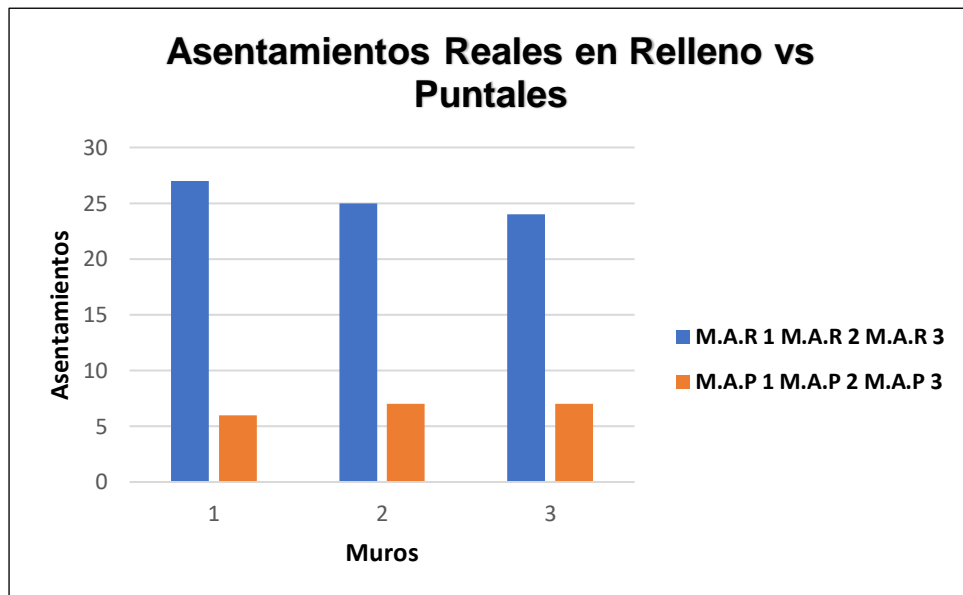
**Tabla 11:** Resultados asentamientos Reales sobre puntales.

ASENTAMIENTOS REALES DE MUROS ANCLADOS APOYADOS EN PUNTALES DE MADERA (MM)	
MURO	14/01/2020 - 11/02/2020 (29 días)
M.A.P 1	6
M.A.P 2	7
M.A.P 3	7

**Fuente:** Elaboración propia.

Cuando el muro se apoya en un relleno no controlado se obtuvo un asentamiento promedio de 6.7mm con una varianza de 0.22 mm<sup>2</sup>

**Tabla 12:** Comparativo de Asentamientos Reales.



**Fuente:** Elaboración propia.

En el grafico N°5 se puede apreciar los datos de asentamientos obtenidos en campo y como la colocación de puntales reduce el asentamiento.

#### 4.3.1 Mediciones de asentamientos teóricos

A continuación, se muestra una tabla resumen de los datos utilizados para calcular los asentamientos teóricos.

**Tabla 13:** Resumen.

MUROS	MODULO DE BALASTRO
M.A.R.-1	3.141
M.A.P.-1	12.172
M.A.R.-2	3.613
M.A.P.-2	12.515
M.A.R.-3	2.912
M.A.P.-3	11.833

*Fuente:* Elaboración propia.

Luego con estos datos se procedió a realizar un cálculo rápido en Excel dividiendo el módulo de balastro entre el peso del muro para obtener un valor del asentamiento promedio. A continuación, se muestra dicho calculo;

**Tabla 14:** Resultados de asentamientos Teóricos EXCEL.

ASENTAMIENTOS TEORICOS (MM)				
MUROS	CAPACIDAD PORTANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO DE BALASTRO (kg/cm <sup>2</sup> /cm)	CARGA (kg/cm <sup>2</sup> )	ASENTAMIENTO Carga/Modulo de Balastro (mm)
M.A.R.-1	1.450	3.040	6.000	19.7
M.A.P.-1	5.800	11.760	6.000	5.1
M.A.R.-2	1.550	3.250	6.000	18.5
M.A.P.-2	6.100	12.700	6.000	4.7
M.A.R.-3	1.340	2.890	6.000	20.8
M.A.P.-3	6.300	10.040	6.000	6.0

*Fuente:* Elaboración propia.

Luego se procedió a realizar un modelo en el programa SAFE 2016 para respaldar los logros obtenidos, colocando las dimensiones del muro de contención. Se colocaron las características del suelo mostradas en tabla N°5 y se obtuvieron los siguientes asentamientos:

**Tabla 15:** Asentamientos Teóricos en relleno – SAFE.

ASENTAMIENTOS TEORICOS APOYADO EN RELLENO EN (MM)	
MUROS	ASENTAMIENTO
M.A.R.-1	-19.355
M.A.R.-2	-18.105
M.A.R.-3	-20.360

*Fuente:* Elaboración propia.

En el modelo en el cual el muro se apoya en un relleno no controlado se obtuvo un asentamiento promedio de 19.3mm con una varianza de 0.85 mm<sup>2</sup>

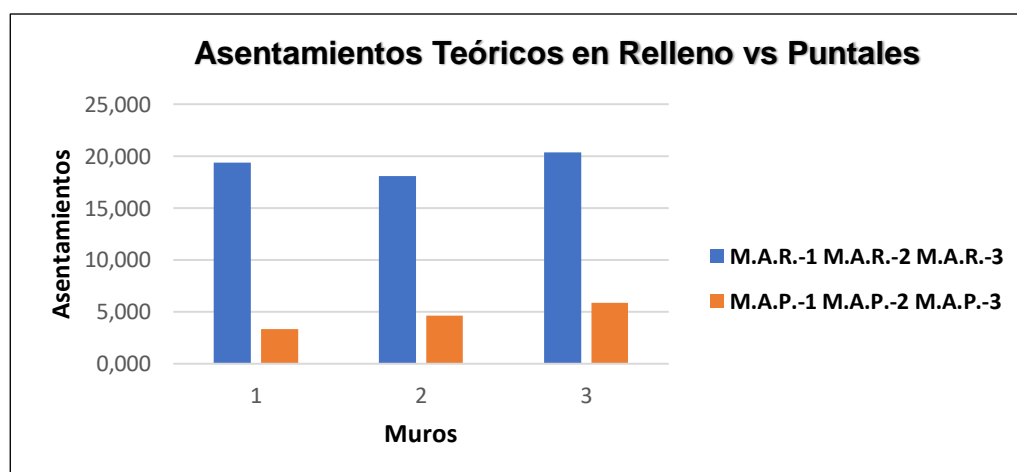
**Tabla 16:** Asentamientos Teóricos en puntales - SAFE.

ASENTAMIENTOS TEORICOS APOYADO EN PUNTALES DE MADERA EN (MM)	
MUROS	ASENTAMIENTO
M.A.P.-1	-3.343
M.A.P.-2	-4.630
M.A.P.-3	-5.861

*Fuente:* Elaboración propia.

En el modelo en el cual el muro se apoya en puntales de madera se obtuvo un asentamiento promedio de 4.6mm con una varianza de 1.055 mm<sup>2</sup>

**Tabla 17:** Comparativo de resultados obtenidos en el SAFE.



*Fuente:* Elaboración propia.

En el grafico N°17 se puede apreciar los datos de asentamientos obtenidos teóricamente (anexo 19 resultados del modelo en el programa SAFE 2016), la cual servirá de respaldo para de los resultados y mantienen coherencia con el planteamiento de como la colocación de puntales reduce los asentamientos verticales , de la misma forma el estadígrafo de prueba para la validación de Hipótesis (se adjunta en anexo 20 el informe spss) .

**Tabla 18:** Resultados de la Significancia

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Apoyados en rellenos - Apoyados en puntales	10.65333	2.43067	1.40335	4.61523	16.69144	7.591	2	0.017

**Fuente:** SPSS – T Student

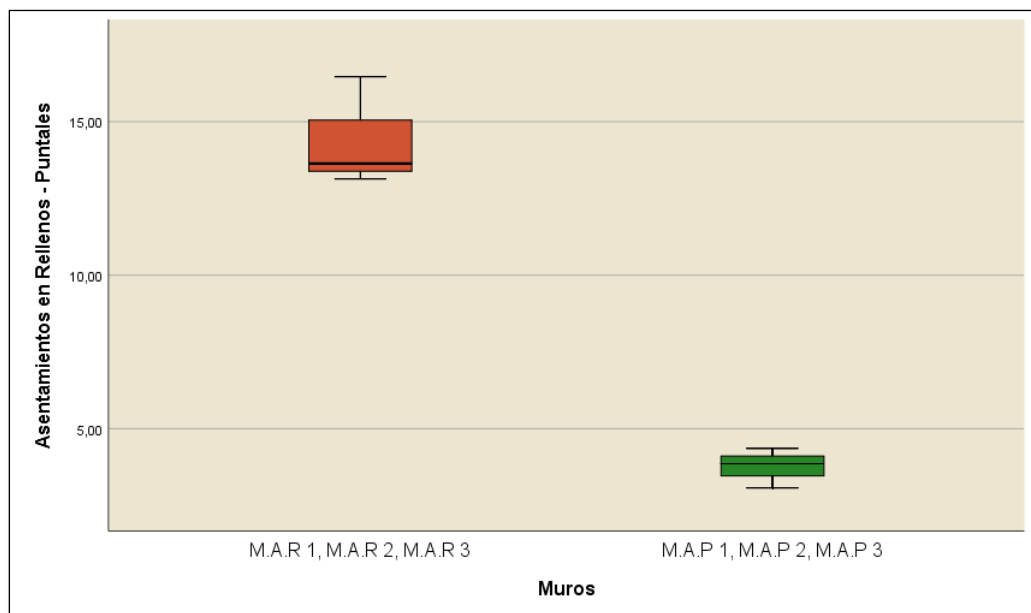
De este cuadro de resultados de pureba T y teniendo como regla en el estadígrafo:

Sig.  $\leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula.

Sig.  $> 0.05$ , se acepta la hipótesis nula.

siendo este resultado menor que (0.05), por consiguiente, se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna,

**Tabla 19:** Diagrama de cajas SPSS



**Fuente:** Elaboración propia

## **V. DISCUSIÓN**

- 5.1 La finalidad de nuestro estudio es el análisis del uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados para minimizar los asentamientos verticales, se hace con el objetivo de ofrecer un procedimiento que logre tener mejor capacidad de soporte y evitar daños estructurales a edificaciones continuas o en su efecto tener pérdidas humanas. RENGIFO (2015) Hace mención para ciertos tipos de suelos con una baja capacidad portante los muros anclados pueden sufrir desplazamientos significativos. Tanto en su estudio como en esta se demuestra que estos asentamientos efectivamente son significativos, por lo que en esta propuesta se propuso implementar usar puntales de madera para mejorar el proceso constructivo.
- 5.2 Por otro lado, ROSERO (2015) recomienda verificar la base de la super estructura para evitar penetración por cargas verticales, recomienda el uso de apuntalamientos de las cimentaciones con pilotes ya sea de concreto, acero o madera, para soportar las cargas y estas sean transmitidas a un mejor estrato, bajo estos antecedentes esta investigación propone utilizar los puntales de madera para transmitir las cargas del peso propio del muro hacia un suelo de mejor estrato.
- 5.3 Según Granda y Vallejo (2015) concluyen que los pilotes de Madera son la solución practica y económica para transmitir las cargas de una estructura a un estrato de mayor capacidad de carga, de la misma manera Romero (2015) concluye que las propiedades mecánicas de la madera cumplen con las resistencias a la compresión, tracción y corte y flexión solicitadas para trabajar como pilotes. En esta investigación se realizó una evaluación que contempla el tipo de madera, la longitud, el precio, y su capacidad de resistencia, teniendo como base las normas técnicas peruanas para su elección.
- 5.4 Respecto al uso de puntales al realizar el comparativo realizado con muros sin puntales y muros con puntales, se pudo comprobar que el muro sin puntales presentó mayor asentamiento a diferencia de los muros con puntales que presentaron menor asentamiento comprobando de esta manera que es imprescindible el uso de puntales en las construcciones es profundo para evitar daños a la propiedad aledaña. Esto refuerza a lo logrado por el ingeniero Ricaldi (2020), menciona que las municipalidades son exigentes en el sistema



de estabilización de taludes de muros anclados, debido que muchos profesionales no cumplen con las normas establecidas por los entes correspondientes. También el ingeniero Dunnay (2020), menciona que, durante el procedimiento de muros anclados en la etapa de vaciado de muro, fraguado del concreto y el tensado del anclaje, mayormente se asienta en un relleno no controlado. Estas menciones dadas en situ nos permite realizar un análisis de los sucesos acarreados por las construcciones vecinas ya que muchas veces estas edificaciones presentan fisuras, agrietamientos y hasta derrumbes.

- 5.5 Respecto al modelamiento realizado en la investigación se comprobó que mediante el uso de los puntales se garantiza una construcción adecuada ya que el proceso constructivo mediante el uso de puntales presentó menor asentamiento. Es preciso mencionar que el modelamiento es una forma adecuada de obtener resultados que nos direccionen labores constructivas que aseguren la calidad de lo que se espera obtener en la obra. Esto refuerza lo obtenido por Vilcas, Miguel (2017) en su estudio titulado “Planteamiento del mejoramiento del suelo empleando relleno luido para la construcción de los edificios multifamiliares en la obra casa club recrea “los Nogales”, distrito de el Agustino, Lima”, concluye en que modificar las características del suelo y los procedimientos tradicionales que no son suficientes para las exigencias solicitadas mediante la inclusión de un material más resistente con el fin de aumentar la capacidad resistente al corte y disminuir los asentamientos , esto dependerá de la granulometría de los terrenos que desea mejorar así como también los rellenos fluidos tienen ventaja en las construcciones frente a rellenos granulares u otro procedimiento de costo elevado. También enfatiza en la fácil maniobra que se tiene, el requerimiento de compactación es mínima y su conducta de seguridad es de largo plazo, eliminando las deformaciones y asentamientos, que en el futuro pueda acarrear reparaciones e inversiones de costos como sucede en rellenos granulares.
- 5.6 Finalmente CAMONES (2017) menciona en su tesis de los muros anclados, son el mejor sistema de estabilización de suelos de ahí partimos para considerar una mejora en este sistema ya que se conoce que este sistema si

consideran asentamientos verticales, pero sin ningún elemento que cubra este déficit para lo cual considero que con el uso de puntales estaríamos dándole un valor agregado a este sistema de estabilización.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 6.1 Luego que en esta tesis se realizado los diferentes estudios se determinó el efecto del uso de puntales de madera hacia los asentamientos verticales durante el proceso constructivo de muros anclados la cual tiene efecto directo en poder minimizarlas , para esto se realizaron diferentes tipos de ensayos tanto para el suelo para conocer sus características granulares y resistentes, como también a la madera y poder conocer sus resistencias a compresión así como también su interacción entre ambas . Ya que están sentados en grava arenosa en estado de relleno que no tienen buenas características con una capacidad de aporte en relleno de  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$ , esto posibilita que incremente los asentamientos en los muros. Al realizar el uso de puntales de madera se consigue minimizar los asentamientos verticales hasta en un 50 % .
- 6.2 La investigación que se realizó utiliza modelos y cálculos realizados en plantillas de Excel así como también se uso del programa SAFE para dar respaldo a los resultados obtenidos y se determinó que el uso de puntales de madera tiene un efecto directo en poder **minimizar los asentamientos teóricos** de los muros anclados durante su proceso constructivo teniendo como resultados 19.3 mm ( en relleno ) y 4.6 mm (con puntales). Para estos modelos se utilizaron parámetros como: Capacidad del suelo, dimensiones del muro y el peso del muro, dando como resultado el asentamiento de los muros anclados .
- 6.3 También se determinó que el uso de puntales de madera tiene efecto directo en poder **minimizar los asentamientos reales** de los muros anclados durante su proceso constructivo para esto se realizó un estudio de pruebas en los asentamientos reales ya que ello nos permite tener un enfoque real in situ con los muros anclados y su uso de puntales de madera, para lo cual se concluyen mediante mediciones topográficas en un periodo de 28 días, teniendo los siguientes resultados 25.3 mm (en relleno ) y 6.7 mm (con puntales) usando al suelo con una capacidad de carga de  $6.0 \text{ Kg/cm}^2$  como base para los puntales.

Finalmente, en base a mi investigación realizada la cual contiene pruebas de laboratorio y procesamiento de datos de los asentamientos concluyo que con

el uso de puntales de madera se reducen hasta en 50 % los asentamientos verticales de muros anclados.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1 Para este capítulo se dejarán las recomendaciones pertinentes a tomar en cuenta para así poder ampliar, mejorar y complementar el mecanismo para poder minimizar los asentamientos de muros anclados con la utilización de materiales

que sean viables y factibles de acuerdo a su procedimiento de trabajo, así como como su proceso constructivo.

- 7.2 Existen otras consideraciones que afectan al incremento del asentamiento en los puntales de madera como por ejemplo las sobre cargas por construcciones aledañas que existen en cada muro anclado, banquetas de sostenimiento mal formadas, ángulo de talud necesario para el soporte, inspección visual del tipo de suelo en cada apertura en caso se encuentren bolsones de materiales granular que no sea compatible con el mecanismo del funcionamiento de los anclajes post tensados. Todas estas consideraciones podrían utilizarse para una investigación posterior.
- 7.3 Para investigaciones futuras se recomienda poder realizar los ensayos para determinar la clasificación de suelos teniendo como base de relación al mapa Geomorfológico o también la microzonificación sísmica de Lima de acuerdo a esto plantear el mismo procedimiento de esta investigación, caso contrario realizar investigaciones con otro tipo de suelos.
- 7.4 Recomendamos realizar capacitaciones al personal del nuevo método de trabajo, así como darles a conocer el funcionamiento y la importancia de cada elemento que esta requiera para su óptimo funcionamiento ya que puntualmente será la madera como puntales y también un tablón de madera como base de los puntales para así darle mayor área de contacto con el terreno.

## REFERENCIAS



- ❖ Aponte y Sulca (2015). Gestión de riesgos en la ejecución de muros anclados”, para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma – Perú.
- ❖ Blanco (2010) El sismo de Chile y sus enseñanzas para el diseño estructural", Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- ❖ Camones (2017). Muros anclados para mejorar el análisis de procesos constructivos en Excavaciones profundas del edificio Santo Toribio San Isidro 2017. Universidad César Vallejo, Lima - Perú.
- ❖ Cárdenas (2018). Análisis técnico del uso de muros anclados y empotrados para excavaciones profundas en suelos gravosos y rellenos. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima – Perú.
- ❖ Espinoza y Chate (2018). Estudio de mecánica de suelos en el diseño de muros con anclaje temporal en un sótano del proyecto residencial aguarico Breña – Lima. Universidad Particular San Martín de Porres, Lima.
- ❖ Chávez y Correa (2015). Uso de inclinómetros para monitoreo de las deformaciones en un muro anclado para un proyecto en el conglomerado de Lima. Universidad Ricardo Palma – Perú.
- ❖ Lacera (2015). Modelamiento de muros anclados para la estabilización de excavaciones en la construcción del proyecto Iswará del sector comercial del municipio de Barrancabermeja, Santander. Universidad de Santander, Colombia.
- ❖ Levin & Rubin, (2004). Estadística para administración y economía. Séptima edición, editorial Pearson. México. ISBN 970-26-0497-4
- ❖ Moscozo (2011). Como identificar los materiales para asentado de muros
- ❖ Rengifo (2015). Muros anclados en arenas, análisis y comparación de técnicas de anclajes”, para optar el título de Ingeniero Civil, en la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ❖ Rosero (2015). Análisis y diseño de muros anclados de hormigón armado y su aplicación en la estabilización de excavaciones profundas de subsuelos.
- ❖ Ruiz (2017). Muro anclado de concreto armado como alternativa en la construcción de cimentaciones de edificios corporativos de oficinas comerciales para la cimentación de un edificio de 3 sótanos, 11 pisos y

azotea con muros anclados, comparado con calzaduras. Universidad Alas Peruanas en Lima - Perú.

- ❖ Valdez (2011). Manual de diseño y construcción de muros anclados de hormigón proyectado. Universidad San Francisco de Quito
- ❖ Gavidia (2019). Evaluación de capacidad de carga de Pilotes mediante métodos teóricos y semi empíricos para el desembarcadero pesquero artesanal de Cerro Azul , Cañete.
- ❖ Vilcas (2018). Planeamiento del mejoramiento del sub suelo empleando relleno fluido para la construcción de los edificios multifamiliares en la obra Casa club recrea los nogales , distrito de El Agustino ,LIMA.
- ❖ Granda y Vallejo (2016). Diseño y análisis de pilotes en el proyecto sub línea de distribución Quevedo , Mocache.
- ❖ Figueroa , Rodriguez y Zelada (2011). Optimización del diseño de anclajes post tensados aplicados en la ejecución de muros anclados en el proyecto centro comercial plaza Surco.
- ❖ Borja (2012). La investigación aplicada es una forma de conocer las realidades con evidencia científica.
- ❖ Garcia (2015). La excavación urbana y los edificios vecinos.
- ❖ Ruiz (2017). Muro anclado de concreto armado como alternativa en la construcción de cimentaciones de edificios corporativos de oficinas comerciales para la cimentación de un edificio de 3 sótanos y 11pisos con muros anclados comparado con calzaduras.
- ❖ Rosas (2012). Mediciones topográficas para la detección de deformaciones en estructuras de obra civil.
- ❖ Ramirez (2012). Concepto del proceso constructivo
- ❖ Puelles (2011). Determinación de la capacidad de adherencia con fines de diseño optimizado de anclajes en suelo , aplicación en excavaciones profundas en Lima Metropolitana.
- ❖ Rozic (2012). Topografía para obtener correcta medición de deformación.
- ❖ Ugaz (2018). Análisis técnico del uso de muros anclados y empotrados para excavaciones profundas en suelos gravosos y rellenos.
- ❖ J. Enrique . Art Pilotes de madera para cimentaciones.
- ❖ Vertical displacements analysis of measurement achieved by laser station.

- ❖ Soil structure interaction for building structures.
- ❖ Norma E050 Suelos y cimentaciones
- ❖ Norma E030 Diseño sismo resistente
- ❖ Norma E010 Norma técnica de la Madera
- ❖ Moyano (2017). Especificaciones técnicas y constructivas Flesan Anclajes
- ❖ Especificaciones técnicas y constructivas Pilotes Terratest .
- ❖ D.S 011-2006 . Modificación E030 Diseño Sismoresistente
- ❖ Hernandez , fernandez y baptista (2014). Metodología de la investigación.
- ❖ Gotuzzo (2017). Diseño metodológico de una investigación.
- ❖ Tamayo y Silva (2015). Metodología de la investigación

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Declaratoria de autenticidad del (de los) autor(es)**

**DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL (DE LOS) AUTOR(ES)**

Yo, Robert John Carhuachin Ricapa, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado “Efecto del uso de puntales en el proceso constructivo de muros anclados para minimizar los asentamientos verticales, Miraflores” son:

1. De mi 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.

Lima 15 de diciembre 2020

.....  
Carhuachin Ricapa Robert John  
DNI: 42786520

.....  
Apellidos y nombres del autor  
DNI:

**Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor**

**DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, Marco Antonio Cerna Vasquez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo , revisor del trabajo de investigación / tesis titulado(a): “Efecto del uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados para minimizar los asentamientos verticales , Miraflores” del estudiante Robert John Carhuachin Ricapa, 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.

Lima 15 de diciembre del 2020

.....

Marco Antonio Cerna Vasquez  
DNI:

**Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<b>Variable Independiente:</b> Puntales de madera en muros anclados	Los puntales son apoyos simples provisionales que sirven de apoyo vertical durante el encofrado de losas y otros elementos horizontales. (RNE 2017)	En este caso se utilizarán para sostener el muro y apoyarlo en un estrato con mejores características portantes.	Características geométricas	Longitud	m
				Diámetro de la sección	cm
			Espaciamiento entre puntales	Distancia	m
<b>Variable dependiente:</b> Asentamientos verticales de muros	El asentamiento vertical son las consecuencias de una modificación de las condiciones de carga (incremento de carga, asentamientos, etc.) en una edificación. (RNE 2017)	En este caso se medirá el desplazamiento vertical como consecuencia del incremento de carga debido al vaciado del muro anclado como esto varían.	Asentamientos teóricos	Medición de desplazamiento con resultados del modelo matemático	mm
			Asentamientos Reales	Medición de desplazamiento real en campo con Estación Total	mm

Anexo 4: Ficha de recolección de datos.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA CONTROL DE ASENTAMIENTOS																
NOMBRE DEL EVALUADOR	CARHUACHIN RICAPA ROBERT JOHN															
<b>1. INFORMACION GENERAL</b>																
Nombre del Proyecto a construir :	Edificio Malecon de la Marina															
Dirección :	Av. Malecon de la Marina 715															
Departamento :	LIMA															
Distrito :	Miraflores															
Referencia :	Frente al parque María Reiche															
Nombre de la Constructora :	LIDER Grupo Constructor															
Responsable del proyecto :	Ing. Manuel Quitoran															
Fecha :	DEL 14-ENE AL 11-FEB															
Hora :	DE 7:30 AM / 5:00 PM															
Duración de la intervención :	35 Min AMOX / U															
<b>2. INFORMACION DEL ELEMENTO A INTERVENIR</b>																
Elemento :	MURO ANCLADO															
Nombre de muro :	M.A.R 2 y M.A.P 2															
Ubicación :	TRAMO #2															
Calle de referencia :	AV. MALECON DE LA MARINA															
<b>3. INFORMACION DEL PROCEDIMIENTO</b>																
Herramienta utilizada :	NIVEL OPTICO O ESTACION TOTAL - ESPECIALIDAD TOPOGRAFIA															
Punto de Orientación :	B.M. MONUMENTADO															
Ubic. de vista atrás :	POSTE DE LUZ UBICADO EN LA AV. MALECON DE LA MARINA															
Referencia :	CALLE MALECON DE LA MARINA															
<b>4. DATOS OBTENIDOS (comentarios y observaciones)</b>																
Se realizó el procedimiento tomando una vista atras para orientación del equipo y de nubeston los resultados tomados en campo.																
<b>5. PLANOS DE REFERENCIA</b>																
<p>                     P.B. = PUNTOS DE EXPLORACION                      DE CADA PUNTO DE EXPLORACION SE SACARAN 2                      ENMARCOS, UNO AL NUBESTON EN SU ESTADO NATURAL                      Y EL OTRO EN SU ESTADO COMO RELLENO                 </p> <p>                     M.A.R. #2 = MURO ANCLADO APOYADO EN RELLENO                      M.A.P. #2 = MURO ANCLADO APOYADO EN PUNTALES                 </p>																
<b>ASENTAMIENTOS REALES DE MUROS ANCLADOS APOYADOS EN RELLENO (MM)</b>																
MURO/FECHA	14.01	16.01	18.01	20.01	22.01	24.01	25.01	27.01	29.01	31.01	01.02	03.02	05.02	07.02	08.02	11.02
M.A.R. #2	-	00	50	50	50	9.0	16.0	13.0	13.0	16.0	17.0	20.0	21.0	25.0	25.0	25.0
<b>ASENTAMIENTOS REALES DE MUROS ANCLADOS APOYADOS EN PUNTALES DE MADERA (MM)</b>																
MURO/FECHA	14.01	16.01	18.01	20.01	22.01	24.01	25.01	27.01	29.01	31.01	01.02	03.02	05.02	07.02	08.02	11.02
M.A.P. #2	-	00	20	30	30	40	40	50	50	50	50	50	60	70	70	70



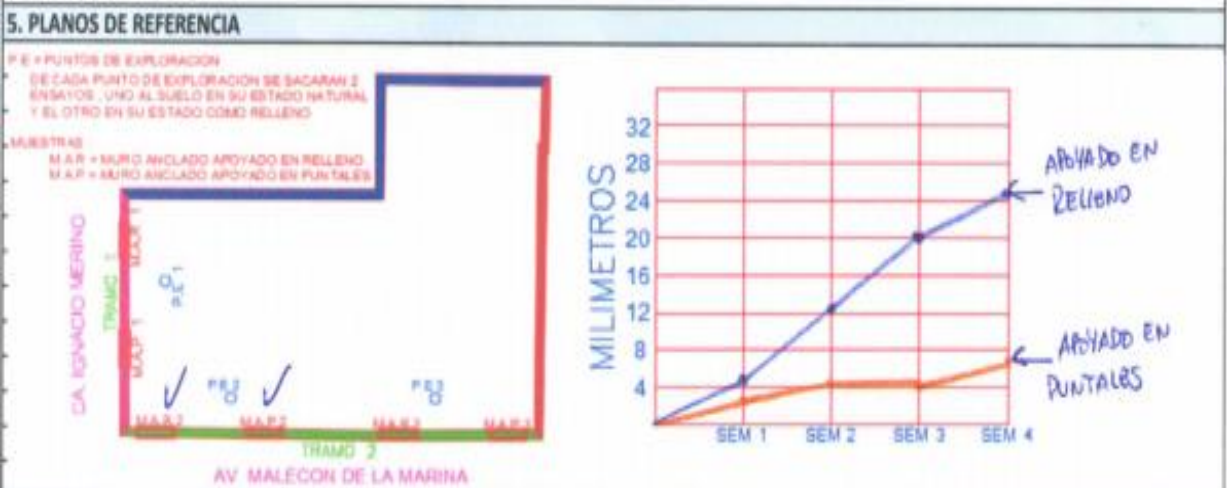
## FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA CONTROL DE ASENTAMIENTOS

NOMBRE DEL EVALUADOR	CARHUACHIN RICAPA ROBERT JOHN		
<b>1. INFORMACION GENERAL</b>			
Nombre del Proyecto a construir :	Edificio Malecon de la Marina	Nombre de la Constructora :	LIDER Grupo Constructor
Direccion :	Av. Malecon de la Marina 715	Responsable del proyecto :	Ing. Manuel Quitoran
Departamento :	LIMA	Fecha :	DEL 14-ENE AL 11-FEB.
Distrito :	Miraflores	Hora :	DE 7:30 AM / 5:00 PM
Referencia :	Frente al parque Maria Reiche	Duracion de la intervencion :	35 MIN APROX C/U

<b>2. INFORMACION DEL ELEMENTO A INTERVENIR</b>			
Elemento :	MURO ANCLADO		
Nombre de muro :	M.A.R 2 y M.A.P 2		
Ubicacion :	TRAMO #2		
Calle de referencia :	AV. MALECON DE LA MARINA		

<b>3. INFORMACION DEL PROCEDIMIENTO</b>			
Herramienta utilizada :	NIVEL OPTICO O ESTACION TOTAL - ESPECIALIDAD TOPOGRAFIA		
Punto de Orientacion :	B.M. MONUMENTADO		
Ubic. de vista atrás :	POSTE DE LUZ UBICADO EN LA AV. MALECON DE LA MARINA		
Referencia :	CALLE MALECON DE LA MARINA		

**4. DATOS OBTENIDOS (comentarios y observaciones)**  
 Se realizó el procedimiento tomando una vista atras para orientacion del equipo y de NUBSTON los resultados tomados en campo



ASENTAMIENTOS REALES DE MUROS ANCLADOS APOYADOS EN RELLENO (MM)																
MURO/FECHA	14.01	16.01	18.01	20.01	22.01	24.01	25.01	27.01	29.01	31.01	01.02	03.02	05.02	07.02	08.02	11.02
M.A.R #2	-	0.0	5.0	5.0	5.0	9.0	10.0	13.0	13.0	16.0	17.0	20.0	21.0	25.0	25.0	25.0
ASENTAMIENTOS REALES DE MUROS ANCLADOS APOYADOS EN PUNTALES DE MADERA (MM)																
MURO/FECHA	14.01	16.01	18.01	20.01	22.01	24.01	25.01	27.01	29.01	31.01	01.02	03.02	05.02	07.02	08.02	11.02
M.A.P #2	-	0.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0

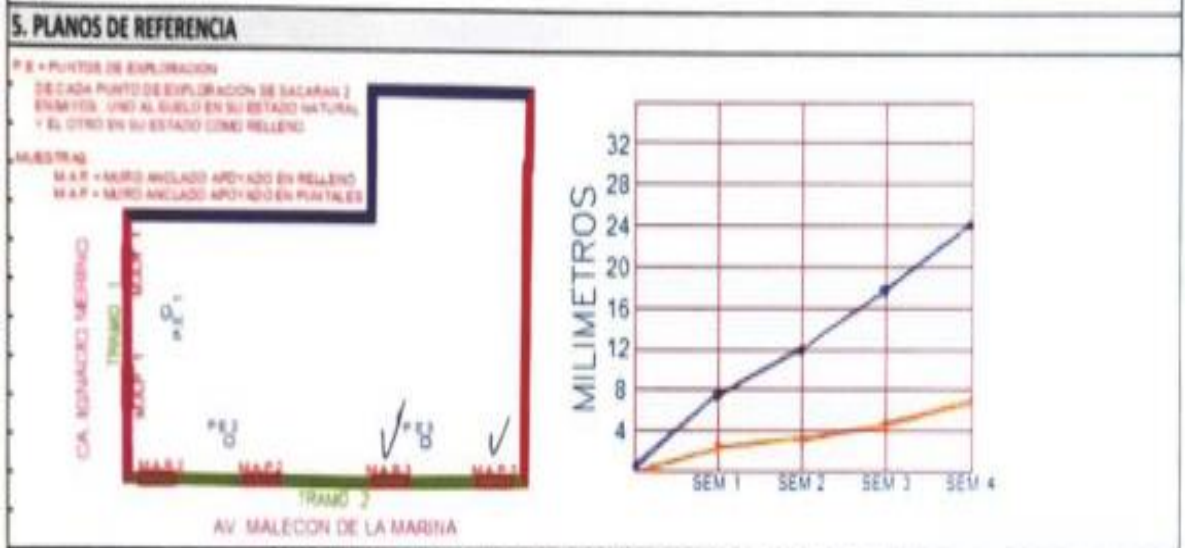
## FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA CONTROL DE ASENTAMIENTOS

NOMBRE DEL EVALUADOR	CARHUACHIN RICAPA ROBERT JOHN		
<b>1. INFORMACION GENERAL</b>			
Nombre del Proyecto a construir :	Edificio Malecon de la Marina	Nombre de la Constructora :	LIDER Grupo Constructor
Direccion :	Av. Malecon de la Marina 715	Responsable del proyecto :	Ing. Manuel Quitaran
Departamento :	LIMA	Fecha :	Del 14. Ene al 11. feb
Distrito :	Miraflores	Hora :	De 7:30 AM / 5:00 PM
Referencia :	Frente al parque Maria Reiche	Duracion de la intervencion :	35 min aprox c/u

<b>2. INFORMACION DEL ELEMENTO A INTERVENIR</b>			
Elemento :	Muro Anclado		
Nombre de muro :	M.A.R. 3 y M.A.P. 3		
Ubicacion :	Tramo #3		
Calle de referencia :	Av. Malecon de La Marina		

<b>3. INFORMACION DEL PROCEDIMIENTO</b>			
Herramienta utilizada :	Nivel Optico o Estacion total - Especialidad Topografia		
Punto de Orientacion :	Bn Monumentado		
Ubic. de vista atrás :	Poste de luz ubicado en la Av. Malecon de la Marina		
Referencia :	Av Malecon de la Marina		

<b>4. DATOS OBTENIDOS (comentarios y observaciones)</b>			
Se realizo el procedimiento tomando una vista atrás para orientacion del equipo y demuestran los resultados tomados en campo			



ASENTAMIENTOS REALES DE MUROS ANCLADOS APOYADOS EN RELLENO (MM)																
MURO/FECHA	14.01	16.01	18.01	20.01	22.01	24.01	25.01	27.01	29.01	31.01	01.02	03.02	05.02	07.02	08.02	11.02
M.A.R. #3	-	-	60	70	70	110	120	120	140	170	170	190	220	230	240	240
ASENTAMIENTOS REALES DE MUROS ANCLADOS APOYADOS EN PUNTALES DE MADERA (MM)																
MURO/FECHA	14.01	16.01	18.01	20.01	22.01	24.01	25.01	27.01	29.01	31.01	01.02	03.02	05.02	07.02	08.02	11.02
M.A.P. #3	-	-	30	30	30	30	30	30	30	40	40	50	60	70	70	70

**Anexo 5: Juicio de experto**

**Documento – Juicio de experto**

**Título de Tesis: Análisis del uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados para minimizar los asentamientos verticales**

Mediante la presente yo ALBERT ALEXIS CABRERA DÁVILA con número de CIP 85423 en el cargo de jefe de obra del proyecto Distrito 27, doy mi apreciación personal como ejecutor en varios proyectos utilizando este sistema de muros anclados la cual considero en lo personal que este sistema si debería tener un mejoramiento en su proceso constructivo y con estos puntales serian una ayuda a minimizar los asentamientos verticales la cual considero que esta investigación es interesante para conocer el procedimiento de mejora y los beneficios que ofrece esta propuesta ya que los problemas que estas ocasionan generan pérdidas cuantiosas de dinero así como también los daños irreparables a las viviendas aledañas .

  
**ALBERTA. CABRERA DÁVILA**  
Ingeniero Civil  
.....CIP.N° 85423.....

Nombre y firma

Lima 23 de Julio 2020

## **Anexo 6: Informe de capacitación para aplicación de puntales en muros anclados**

### **M.S.C., Ing. Civil Especialista en Geotecnia**

Este documento tiene como objetivo el realizar un informe descriptivo y con imágenes de la capacitación realizada via Zoom , en el cual da a conocer mediante el análisis , los estudios realizados y también sugerencias por el especialista la forma de intervención ante este suceso ocurrido en el cual se planteo una metodología que mediante técnicas y estrategias se intervino a fin de obtener los resultados previstos .

Con motivo de dar una solución al problema acontecido durante la ejecución de muros anclados se elaboro este informe de procedimiento de intervención para la solución con el objetivo de ofrecer un procedimiento que logre una mejor capacidad de soporte y como consecuencia evitar que se propagen los daños estructurales en viviendas vecinas así como también la pérdida de vidas humanas La empresa ALL TERRAIN Peru Geotecnia a Escala Real por intermedio del M.S.C., Ing. Civil Especialista en Geotecnia Dunnay Enrique Varillas Horna , el cual fue el encargado de plantear la solución al problema y verificar la propuesta así como también acompañar durante todo el proceso verificando cada parte de la misma mediante una detallada inspección de campo y teniendo como antecedentes los estudios realizados previos para la elaboración de este proyecto los cuales fueron proporcionados por el cliente los siguiente :

#### **ANTECEDENTES**

- Plano de Ubicación
- Plano de Arquitectura
- Plano de Estructuras
- Estudio de Mecanica de Suelos
- Resultados de Diseño de Anclajes
- Norma E05
- Norma E030

lo cual llevo a elaborar lo siguiente :

## 1.- CAUSAS DEL PROBLEMA PRESENTADO

- Quitaron todos los elementos de soporte y estabilizacion de los cimientos vecinos .
- Empezaron a ejecutar las perforaciones para los anclajes sin tomar las recomendaciones por los especialistas .



## 2.- PROBLEMAS GENERADOS

- Inmediatamente esto se vio reflejado en rajaduras , fisuras y hasta grietas en las viviendas vecinas .



### 3.- SOLUCION PLANTEADA

- Muy aparte del rediseño y el factor de seguridad de muros anclados tomando en consideracion la situacon actual de los daños ocasionados se emplearon estrategias adicionales .
- Una de ellas es la mostrada en la foto la cual se le colocaron soportes tipo puntales en concreto pobre para el muro anclado , para que de esta forma se pueda controlar el peso del muro y asi evitar desplazamientos verticales y como consecuencias aumentar las deformaciones en las viviendas vecinas , la misma que tambien es una de las estrategias simples y reutilizables dependiendo del material a utilizar como puntal .



### 4.- COMPROBACION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Para la comprobacion de resultados de colocaron vidrios que fueron pegados a los muros vecinos como testigos para la demostracion a que se desarrolle algun desplazamiento.
- Como conclusiones se demostro que la aplicación de los puntales ayudan a mejorar considerablemente los problemas por asentamientos

- El material de los puntales puede variar dependiendo del tipo de suelo en este caso se uso concreto simple ya que el suelo era de arcilla como lo tiene parte de la sierra y selva , de tener un tipo de suelo conglomerado como es el caso de lima se puede utilizar puntales de madera previo analisis en base a sus esfuerzos a los que seran sometidos .
- Se debe llevar a cabo un control de asentamientos en cada tramo de muros , estas seran medidas dependiendo de su grado de vulnerabilidad las veces que sean necesarias , para esto se recomienda tener como soporte a la Topografia por medio de la estacion total , la cual sera un indicador real de los desplazamientos que puedan ocurrir.



## 5.- APLICACIÓN DE PUNTALES DE MADERA EN SUELOS DE LIMA

- Solucion simple y reutilizable que ayuda a controlar desplazamientos verticales por el peso del muro la cual es uno de los factores mas importantes en el proceso.

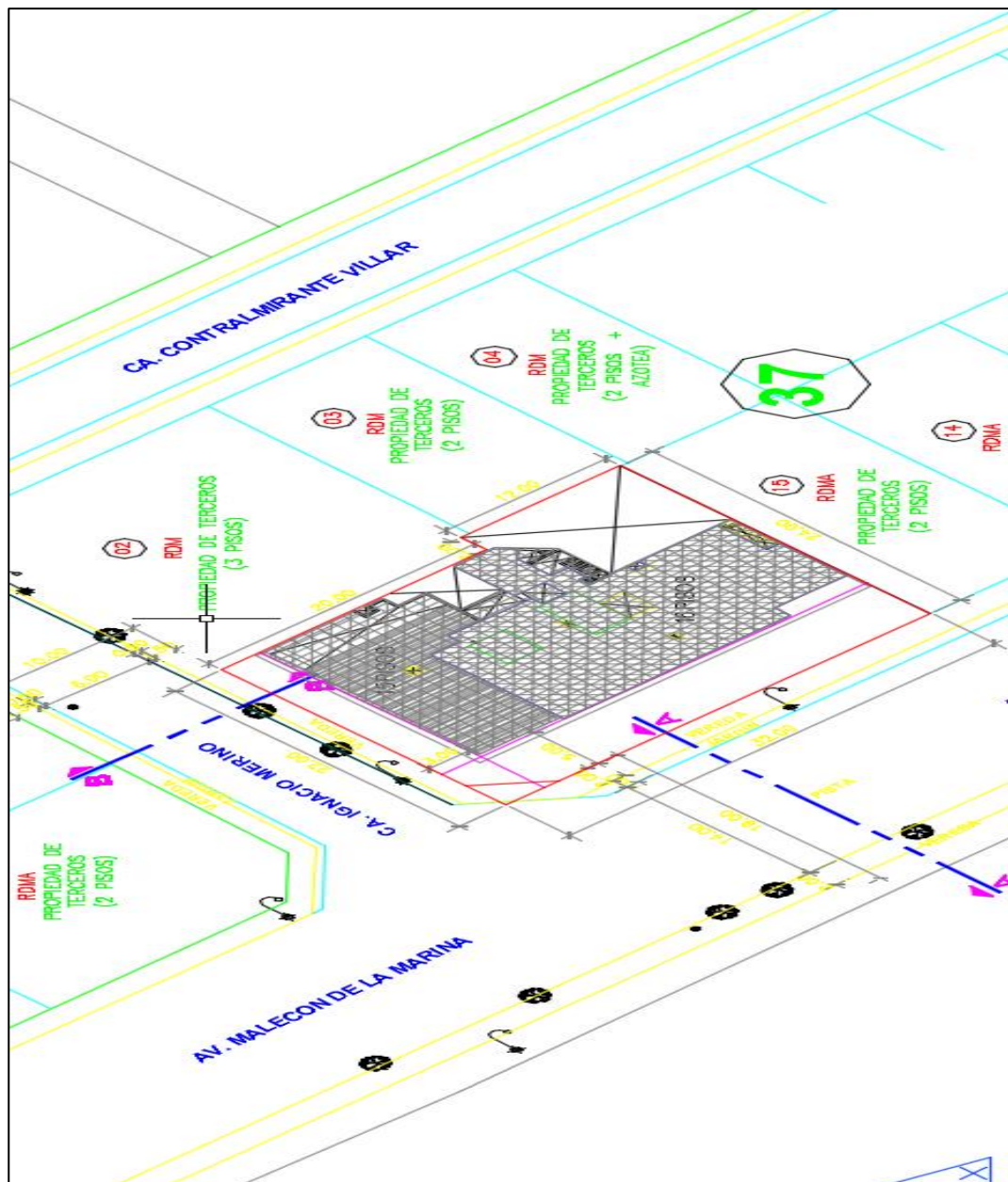




## Anexo 7: Localización

El lugar donde se realiza el estudio se localiza en el distrito de Miraflores cerca al Malecón, una zona panorámica de la Costa Verde muy tranquila con gente de la zona dedicada al deporte. El presente proyecto colinda con casas de albañilería confinada, adobe y construcciones muy antiguas, así como la existencia de edificios modernos y de bases sólidas la cual se tendrá que optar por un sistema de ejecución moderna y segura tanto como para el proyecto como para las viviendas aledañas de la misma forma.

### Localización del proyecto



### ***Cartel informativo***

Según el plano se precisa que el proyecto está ubicado exactamente en la Av. Malecón de La Marina cdra. 7 cruce con la calle Ignacio Merino, a pocas cuadras del estadio Miguel Bonilla.

<b><u>CARTEL INFORMATIVO</u></b>	
<b>TIPO DE EDIFICACIÓN</b>	<b>:EDIFICACIÓN NUEVA</b>
	<b>:06 SÓTANOS Y 16 PISOS</b>
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	<b>:20 MESES</b>
<b>PROPIETARIO</b>	<b>:LA INMOBILIARIA MAR DEL SUR S.A</b>
<b>Nº LICENCIA</b>	<b>:RESOLUCION DE LICENCIA DE</b>
	<b>EDIFICACIÓN Nº 0257-19-</b>
	<b>SGLEP-GAC/MM.</b>
	<b>EXPEDIENTE Nº 2500 - 2019</b>
<b>HORARIO DE TRABAJO</b>	<b>:L - V 7:30AM - 5:00PM</b>
	<b>S 8:00AM - 1:00PM</b>

### ***Lugar de la obra***

Frontis del lugar de estudio en la que se observan casas aledañas y edificios.

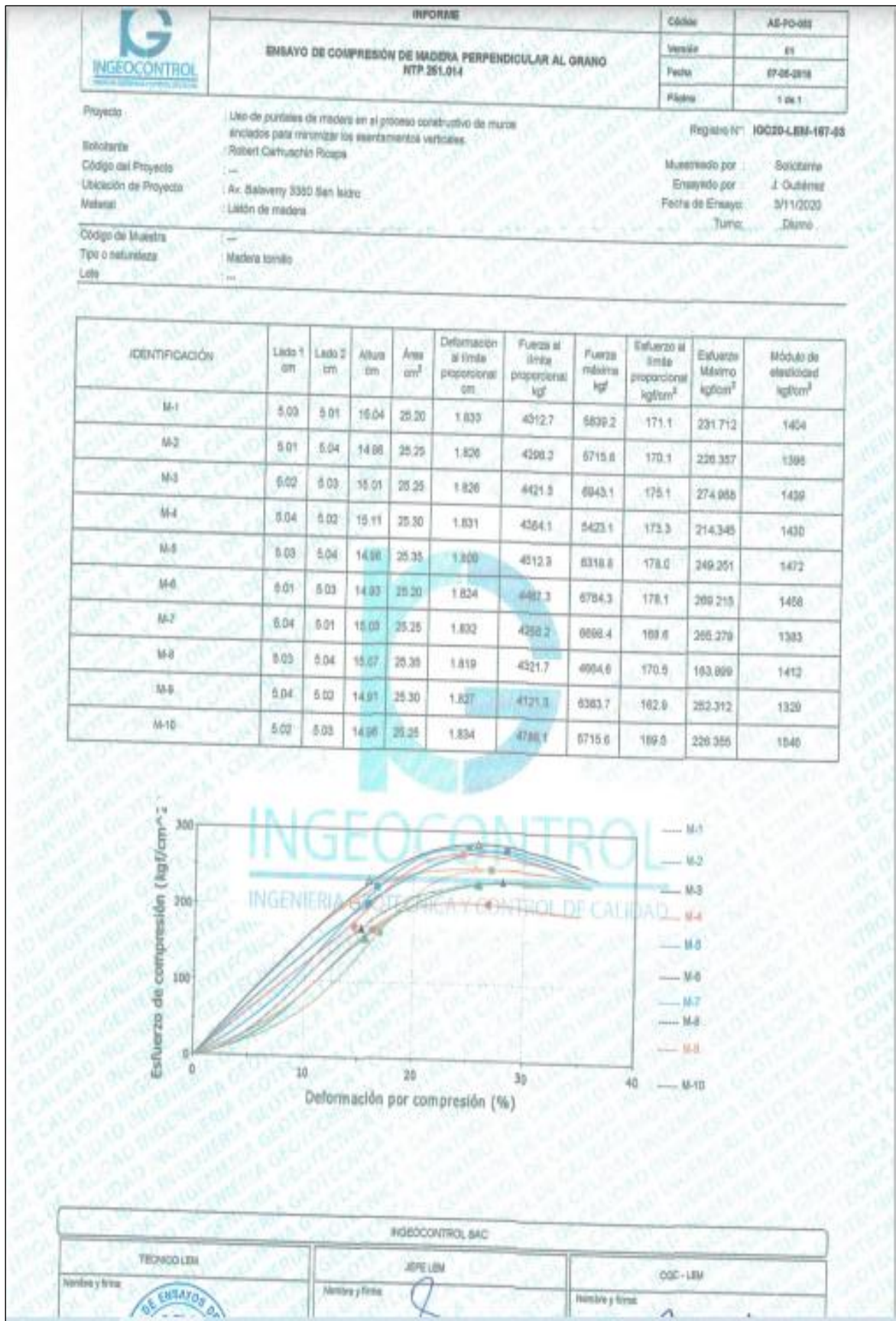


### ***Zonas aledañas a la obra (evaluación)***


En la figura se muestra las labores de control y toma de datos de los asentamientos y hundimientos durante el proceso, en el que se realiza trabajos con equipos topográficos haciendo una vista atrás a un punto fijo y documentado.



**Anexo 8: Resultados de laboratorio – Compresión a la madera**



**Anexo 9: Resultados de laboratorio – Densidades**

	<b>INFORME</b>		Código	AE-70-016
	<b>ENSAYOS PARA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA</b>		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	Lido de puntas de madera en el proceso constructivo de muros anclados para minimizar los asentamientos verticales	Registro N°	100281-LBSA-167-02	
Responsable	Robert Carluccio Risopa	Elaborado por	J. Escobedo	
Código del Proyecto	---	Revisado por	J. Gutiérrez	
Ubicación de Proyecto	Av. Sotavento 3380 San Isidro	Fecha de Ensayo	07/10/2018	
Materia	Terrazo existente	Turno	Diurno	
Código de Muestra	---	Profundidad	3.50 m	
Sondaje / Calicata	---	Norte	---	
N° de Muestra	ERAS-R	Este	---	
Proyecto	---	Oeste	---	

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.805 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	2.435 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD NATURAL	2.105 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	85.7 %

**OBSERVACIONES:**

- \* GP - Grava pavemente gradada
- \* El 75% del material retenido fue de 3", se eliminaron partículas de grava superiores a 2" en un 2% (x 10 pulgadas)
- \* Muestra identificada y tomada en campo por personal de INGENIERIA GEOLOGICA Y CONTROL DE CALIDAD

**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOLOGICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFES LEM	COC - LEM
Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y firma

## Anexo 10: Correlación para el cálculo de la capacidad portante

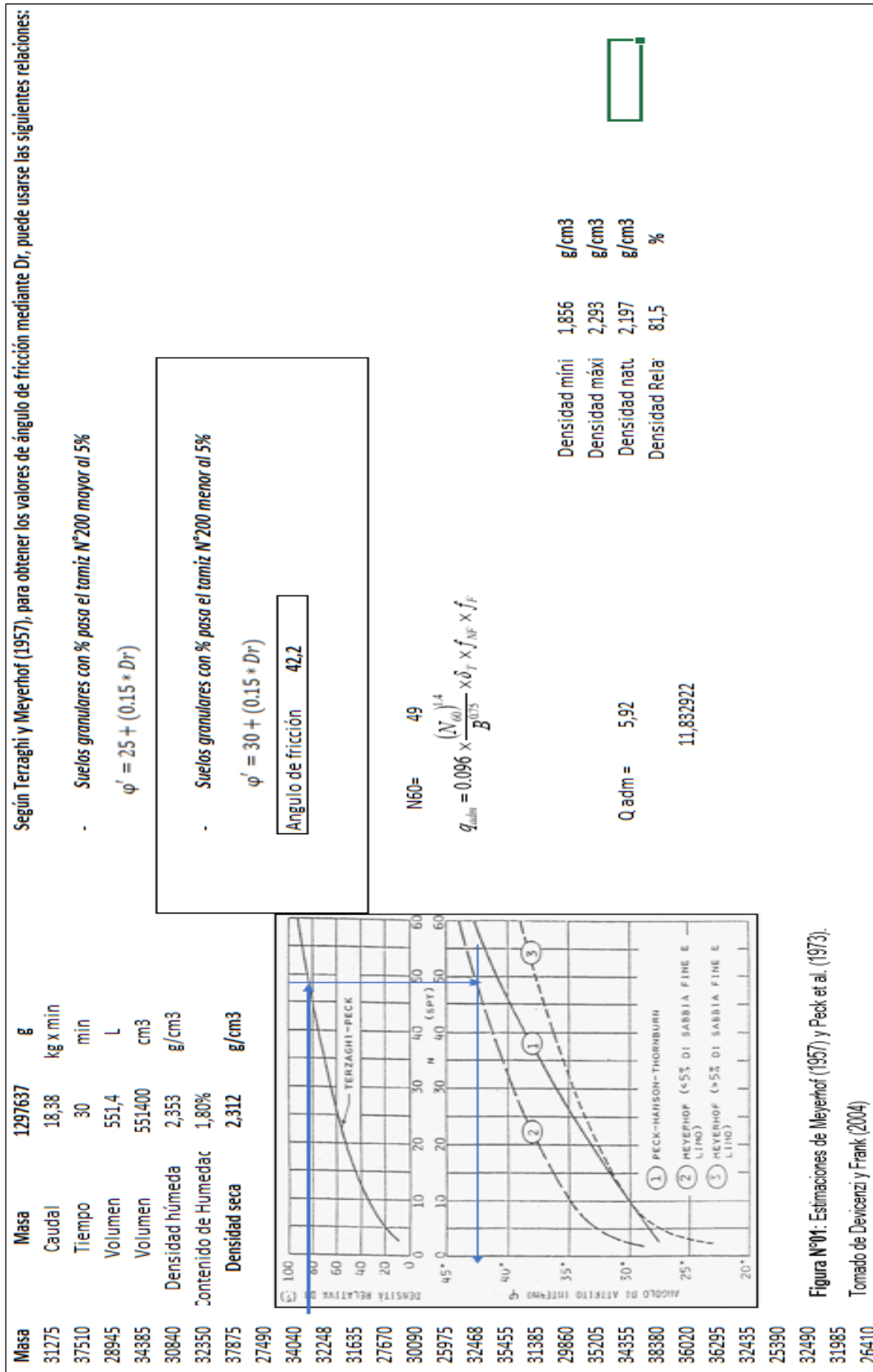
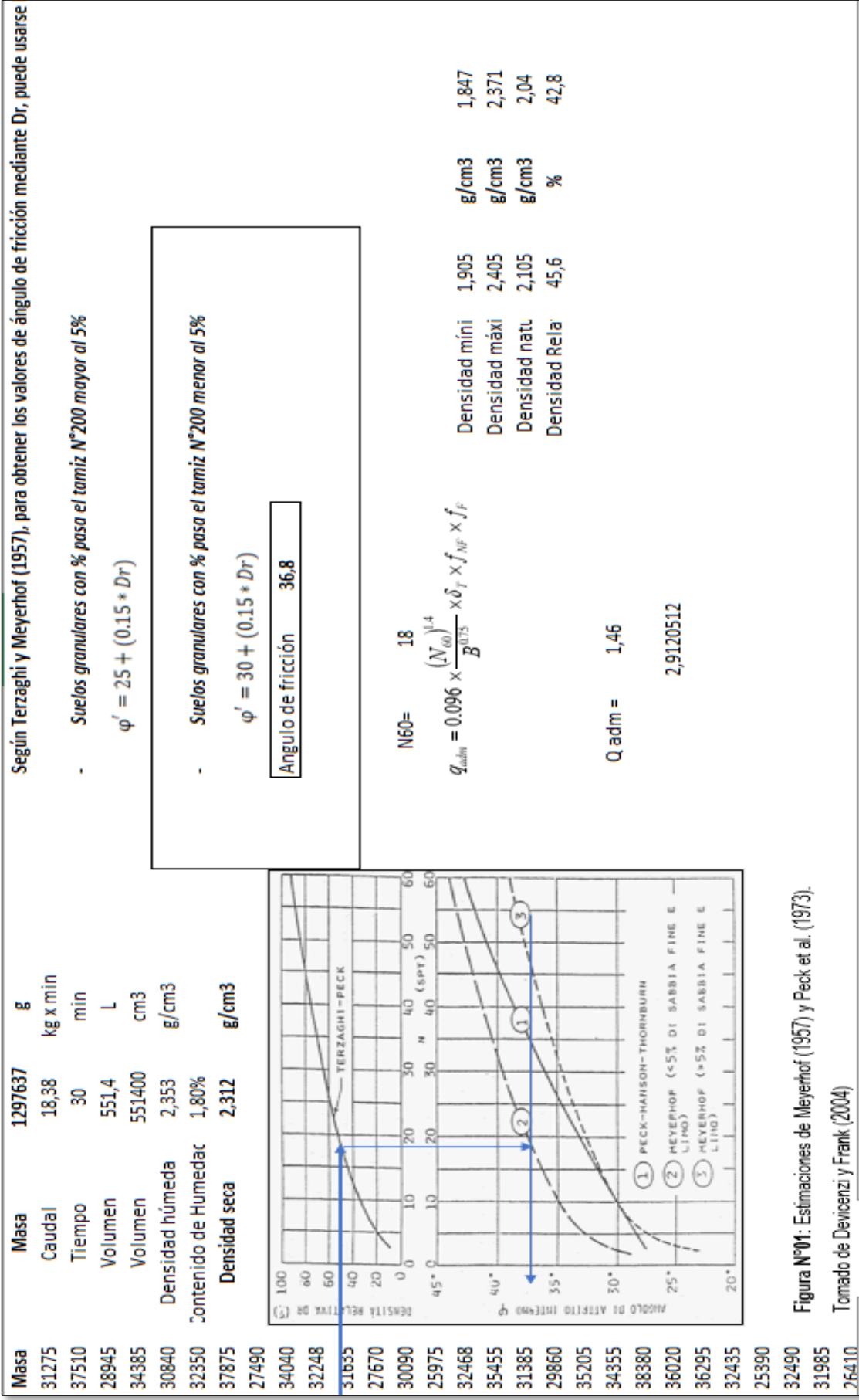


Figura N°01: Estimaciones de Meyerhof (1957) y Peck et al. (1973).  
 Tomado de Devicenzi y Frank (2004)



Según Terzaghi y Meyerhof (1957), para obtener los valores de ángulo de fricción mediante  $D_r$ , puede usarse

- Suelos granulares con % pasa el tamiz N°200 mayor al 5%

$$\phi' = 25 + (0.15 * D_r)$$

- Suelos granulares con % pasa el tamiz N°200 menor al 5%

$$\phi' = 30 + (0.15 * D_r)$$

Angulo de fricción **42,6**

N60= 51

$$q_{adm} = 0.096 * \frac{(N_{60})^{1.4}}{B^{0.75}} * \delta_T * f_{NF} * f_f$$

Densidad mini 1,795 g/cm3  
 Densidad máxi 2,340 g/cm3  
 Densidad natu 2,231 g/cm3  
 Densidad Relat 83,9 %

Q. adm = 6,26

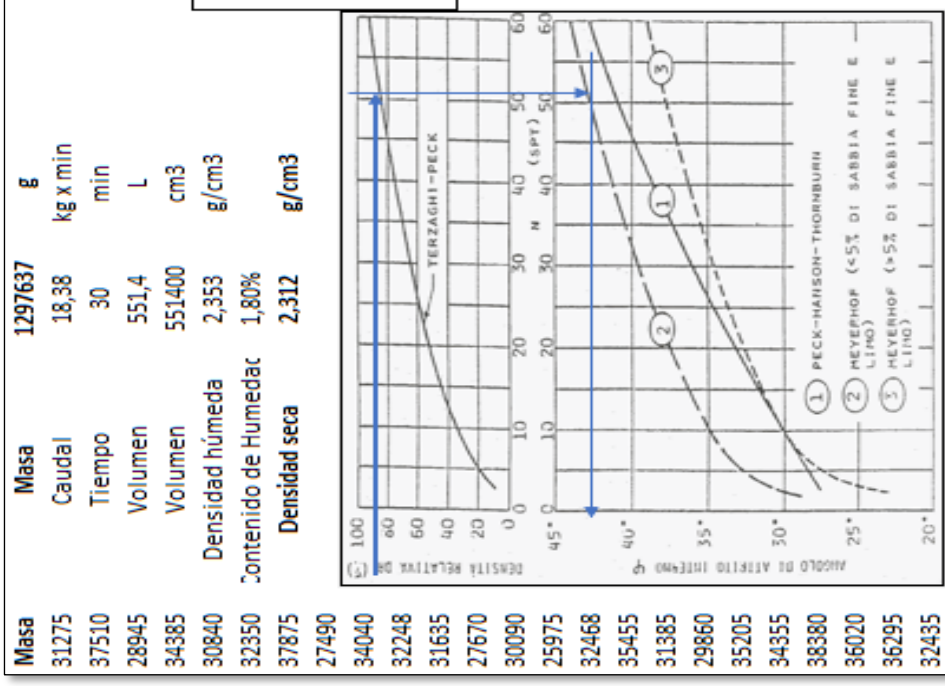


Figura N°01: Estimaciones de Meyerhof (1957) y Peck et al. (1973).

Tomado de Devicenzi y Frank (2004)





Según Terzaghi y Meyerhof (1957), para obtener los valores de ángulo de fricción mediante Dr, puede usarse

- Suelos granulares con % pasa el tamiz N°200 mayor al 5%

$$\phi' = 25 + (0.15 * Dr)$$

- Suelos granulares con % pasa el tamiz N°200 menor al 5%

$$\phi' = 30 + (0.15 * Dr)$$

Angulo de fricción **36,9**

<b>Masa</b>	<b>1297637</b>	<b>g</b>	
Caudal	18,38	kg x min	
Tiempo	30	min	
Volumen	551,4	L	
Volumen	551400	cm3	
Densidad húmeda	2,353	g/cm3	
Contenido de Humedad	1,80%		
<b>Densidad seca</b>	<b>2,312</b>	<b>g/cm3</b>	

N60= 21

$$q_{adm} = 0.096 \times \frac{(N_{60})^{1.4}}{B^{0.75}} \times \delta_T \times f_{NF} \times f_f$$

Q adm = 1,81

Densidad mini	1,812	g/cm3
Densidad máxi	2,312	g/cm3
Densidad natu	2,011	g/cm3
Densidad Rela	45,8	%

Figura N°01: Estimaciones de Meyerhof (1957) y Peck et al. (1973). Tomado de Devicenzi y Frank (2004)

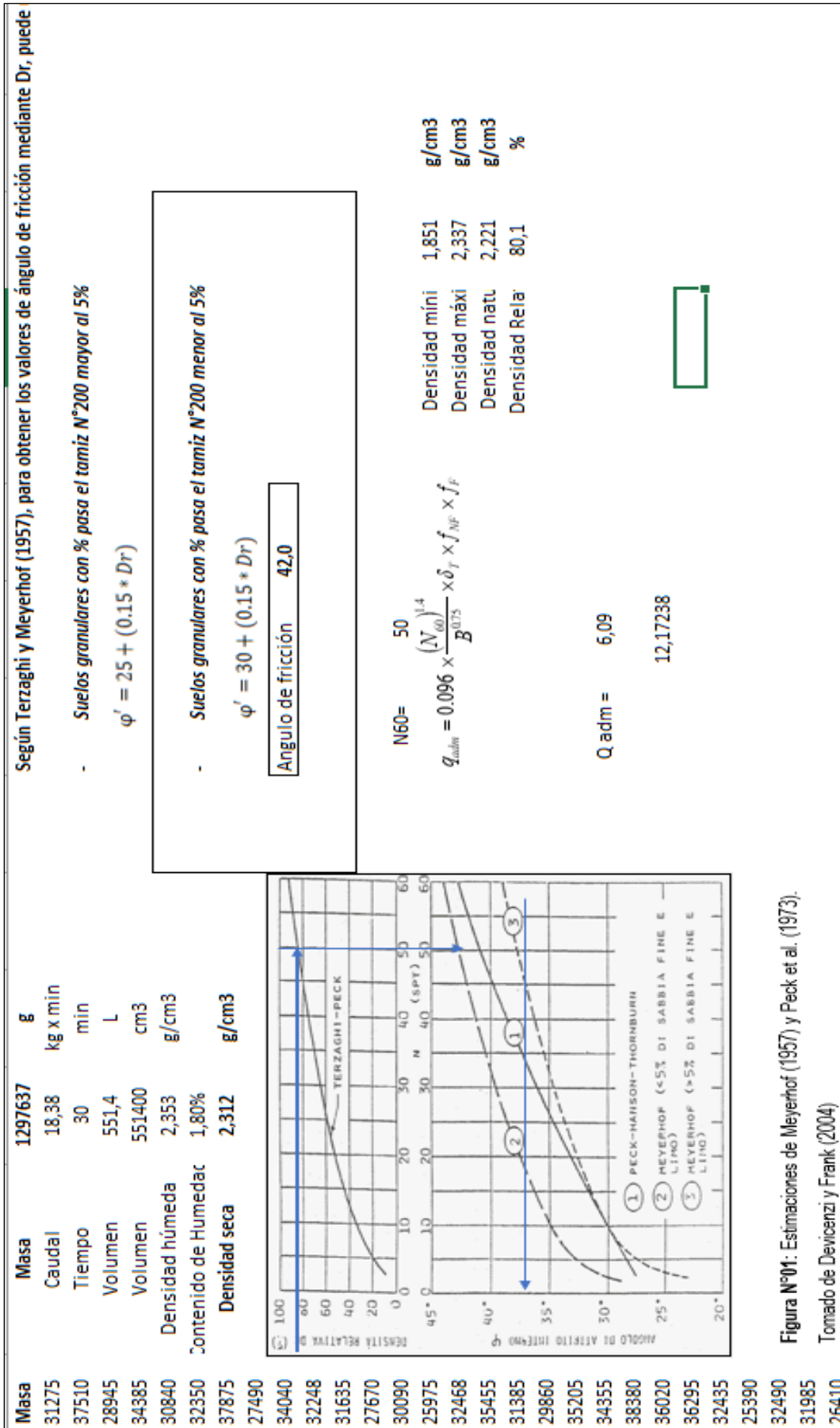


Figura N°01: Estimaciones de Meyerhof (1957) y Peck et al. (1973).  
 Tomado de Devicenzi y Frank (2004)

Según Terzaghi y Meyerhof (1957), para obtener los valores de ángulo de fricción mediante  $D_r$ , puede usarse

- Suelos granulares con % pasa el tamiz N°200 mayor al 5%

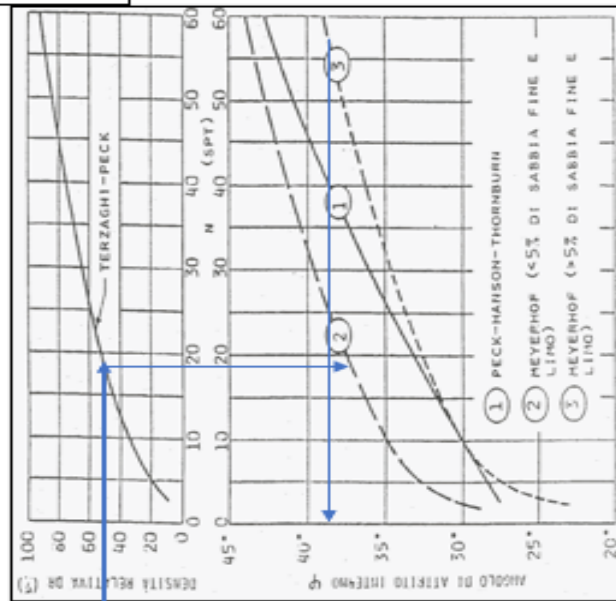
$$\phi' = 25 + (0.15 * D_r)$$

- Suelos granulares con % pasa el tamiz N°200 menor al 5%

$$\phi' = 30 + (0.15 * D_r)$$

Angulo de fricción **37,9**

Masa	1297637	g
31275	18,38	kg x min
37510	30	min
28945	551,4	L
34385	551400	cm3
30840	2,353	g/cm3
32350	1,80%	Contenido de Humedad
37875	2,312	Densidad seca
27490		



N60= 19

$$q_{adm} = 0.096 \times \frac{(N_{60})^{1.4}}{B^{0.75}} \times \delta_f \times f_{NF} \times f_F$$

Densidad míni 1,847 g/cm3  
 Densidad máxi 2,371 g/cm3  
 Densidad natu 2,091 g/cm3  
 Densidad Rela 52,8 %

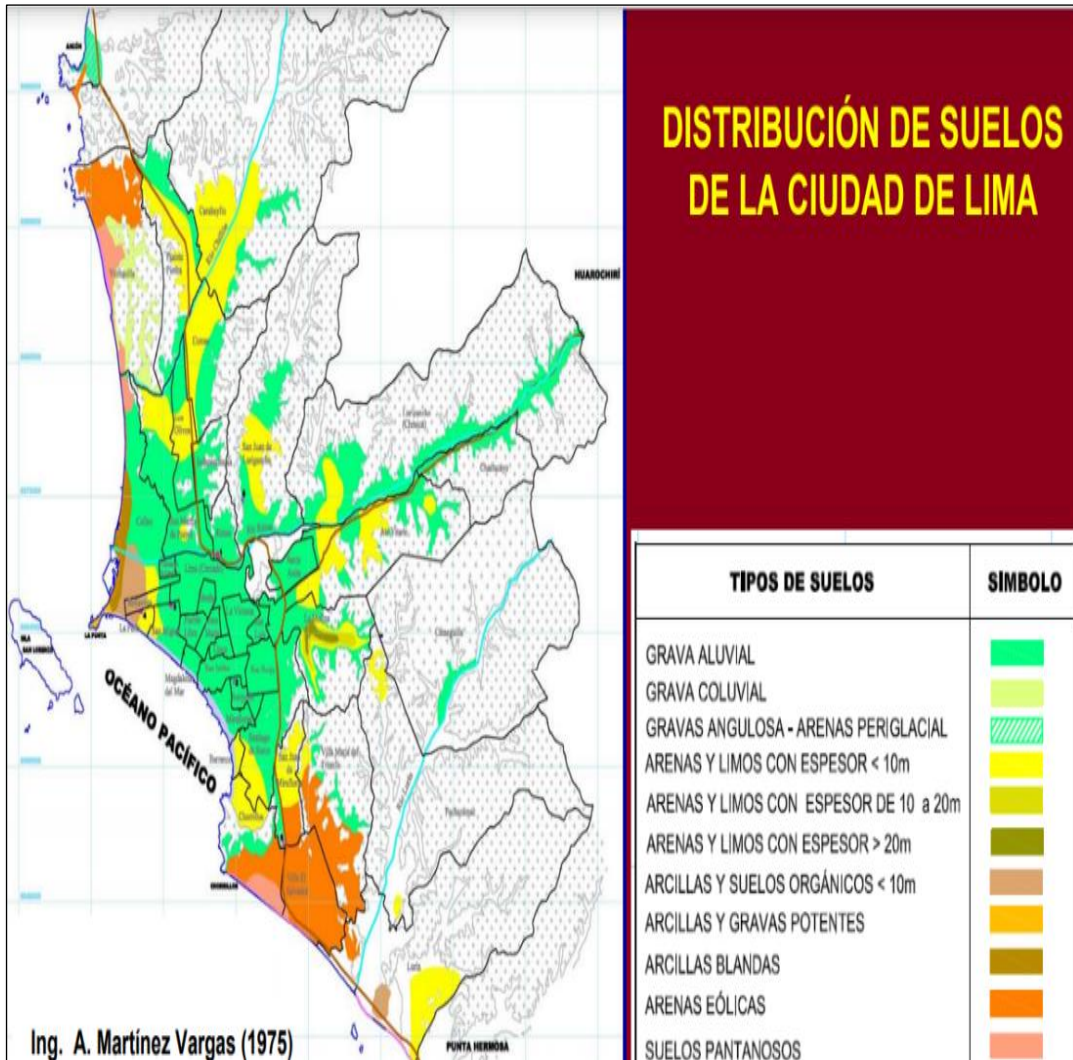
Q adm = 1,57

3,1410333




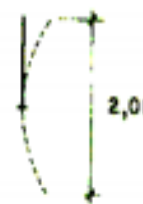


Figura N°01: Estimaciones de Meyerhof (1957) y Peck et al. (1973).

Tomado de Devicenzi y Frank (2004)

**Anexo 11: Geomorfología Lima – Microzonificación sísmica de Lima (Universidad Nacional de Ingeniería)**



Anexo 12: Norma E010

<p style="text-align: center;"><b>TABLA 7.2.3</b> <b>TABLA DE LONGITUD EFECTIVA</b></p>			
CONDICION DE APOYOS	K	lef.	
1. Articulado en ambos extremos	1	$l$	
2. Empotrado en un extremo (prevención del desplazamiento y rotación) y el otro impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1,2	$1,2l$	
3. Empotrado en un extremo y el otro parcialmente impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1,5	$1,5l$	
4. Empotrado en un extremo y libre el otro.	2,0	$2,0l$	
5. Articulado en un extremo y el otro impedido de rotar, pero libre de desplazarse.	2,0	$2,0l$	
6. Articulado en un extremo libre en el otro.	$\infty$	$\infty$	

## **INFORME TECNICO**



### **USO DE PUNTALES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUROS ANCLADOS PARA MINIMIZAR LOS ASENTAMIENTOS VERTICALES**

**JUNIO - 2020**

## **1- GENERALIDADES**

### **Objetivo Del Procedimiento en estudio**

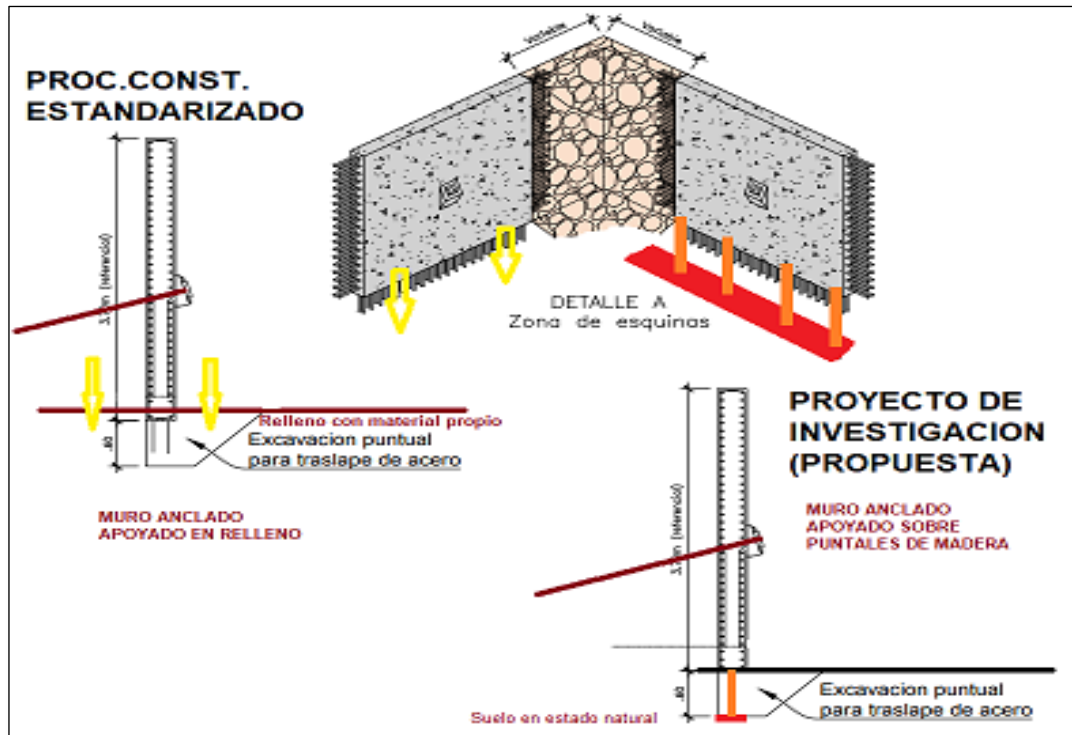
El objetivo de este procedimiento de trabajo es la determinación, de puntos del terreno necesarios para obtener la representación a fin de:

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar las fichas de recolección de datos.
- Proporcionar información de base para los estudios de modelamiento por intermedio del Excel y software SAFE.
- Posibilitar la definición precisa de los asentamientos verticales de los muros anclados la cual se tiene como muestra en la tesis por intermedio de la topografía, así como también la capacidad portante del suelo que tiene como base el muro anclado y la base que tendrán los puntales de madera.
- Conocer el procedimiento utilizado la cual se realizó y conllevo a la toma de datos las mismas que darán los resultados y fiabilidad a la tesis como investigación.

### **Metodología**

La metodología adoptada para el cumplimiento de los objetivos antes descritos fue la siguiente:

- Identificación y reconocimiento del terreno en estudio, conocer sus características físicas y resistentes
- Colocación de armadura tal como indica el diseño estructural, conocer el proceso constructivo, así como también las características del muro anclado
- Nuestra intervención como tesista en la colocación de los puntales, para esto debemos realizar estudios de laboratorio y conocer sus características físicas y mecánicas de la madera en el uso de Puntales





- Teniendo estos conocimientos previos, colocamos los puntales, paso siguiente es la colocación de material como relleno sin ningún tratamiento de compactación tal como indica los procesos constructivos de esta especialidad.



- Paso siguiente se procede con el encofrado, vaciado y curado de concreto, así como también el desencofrado al día siguiente.
- Consiguiente se procede a realizar los ensayos Por reemplazo por agua para poder determinar la capacidad portante del relleno que es donde estara apoyado nuestro muro y asi como tambien los ensayos para determinar la capacidad portante al suelo de mejor estrato (suelo natural) que es donde estan apoyados nuenstos puntales transmitiendo las cargas.



- Por consiguiente, se realizó los trabajos topográficos, es ahí donde se interviene con la topografía dejando monumentados BM en cada muro a estudiar para así llevar el control de asentamientos progresivamente a los días.

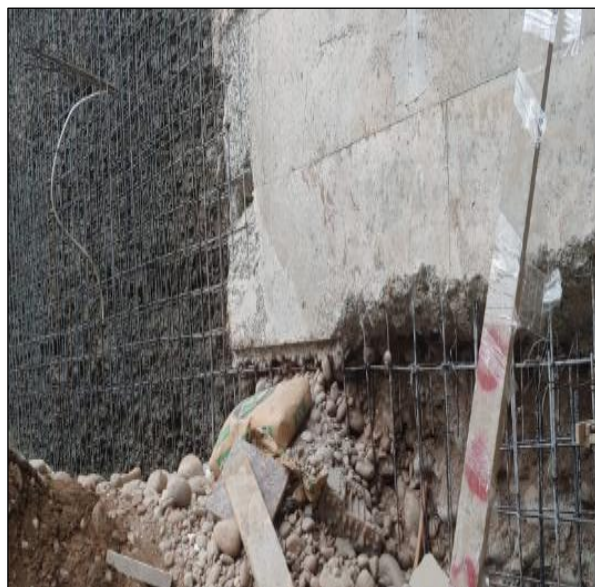


- Finalmente se realiza una inspección en los exteriores y construcciones aledañas para visualizar como se manifiestan estos asentamientos y se ven reflejados en fisuras y grietas.

### **Impacto en viviendas aledañas**



### **Como consecuencia de esto**



### **Ubicación y Descripción del Área de Estudio**

El área de estudio está ubicada en la Av Salaverry 332 San Isidro, Provincia de Lima y Departamento de Lima.

### **TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE**

#### **Trabajos de campo:**

El levantamiento topográfico fue llevado a cabo durante 3 semanas del mes de junio del 2020, mediante el uso de:

- 01 estación Total, marca Leica modelo TS06
- 01 nivel óptico, marca South
- Un topógrafo y un asistente de Campo.
- Ensayos de reemplazo por agua para determinar la capacidad portante del suelo.
- Ensayo de compresión al puntal.

#### **TRABAJOS DE GABINETE:**

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y herramientas:

- 01 laptop Intel(R) Corel (TM) i5 CPU M480 @ 2.67 GHz de 4.00 MB de RAM de 64 bits
- Software topcolink 7.5, para transferir toda la información tomada en el campo a la PC.
- Software Autodesk AUTOCAD CIVIL 3D 2016 (ingles) para el procesamiento de los datos topográficos.
- Resultados por laboratorio INGEOCONTROL.

#### **Anexo 14: Análisis y estudios respectivos para su desarrollo**

- **Estudio de mecánica de suelos**

El terreno está conformado por 2 lotes contiguos. El lote 1, ubicado en la esquina, está actualmente ocupado por una vivienda de 2 pisos de altura, sin sótanos, con una piscina en el área de jardín delantero, frente a la avenida Malecón de la Marina. En el lote 2, que se encuentra frente a la avenida Malecón de la Marina, existe otra vivienda de 2 pisos de altura, con un semisótano. El terreno colinda con edificaciones de material noble de 2 a 3 pisos de altura con semisótano. En las fotografías adjuntas al final del informe se aprecian las características de las edificaciones existentes. El programa de exploración de campo llevado a cabo comprendió los siguientes trabajos:

- Dos calicatas profundas excavadas en forma manual hasta 24.00 y 18.00 m de profundidad respecto de la superficie actual del terreno, denominadas C-1 y C-2, respectivamente;
- Dos calicatas semi profundas excavadas en forma manual hasta 10.00 y 12.00 m de profundidad respecto de la superficie actual del terreno, denominadas C-3 y C-4, respectivamente



*Calicata 1*

- **Ensayos de laboratorio:**

En el laboratorio se verificó la clasificación visual de las muestras obtenidas y se escogieron muestras representativas para ejecutar con ellas los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado
- Límites de Atterberg
- Contenido de Humedad
- Clasificación Unificada SUCS
- Contenido de Sales Solubles Totales
- Contenido de Sulfatos Solubles

Según los ensayos realizados se tienen los resultados:

*Análisis granulométrico límites de Atterberg, humedad y clasificación*

**Perfil del Suelo**

El perfil del suelo en el terreno donde se construirá el edificio, registrado en el estudio de mecánica de suelos, está conformado por una capa superior de arcilla limosa, de plasticidad baja, medianamente compacta, de 0.50 a 1.45 m de espesor; bajo la cual, se encuentra un depósito de grava arenosa, mal graduada, con piedras y bolones redondeados de hasta 12 pulgadas de tamaño máximo, cuya densidad relativa tiende a aumentar con la profundidad, encontrándose suelta a medianamente densa hasta profundidades comprendidas entre 2.40 y 3.10 m; medianamente densa a densa hasta profundidades comprendidas entre 6.90 y 8.30 m; y en estado denso a muy denso hasta el límite de la profundidad investigada.

Entre la grava arenosa, en las calicatas se registraron a diferentes profundidades, lentes y bolsones de arena fina, con contenido variable de limo, medianamente densa a densa, de hasta 0.70 m de espesor. El depósito de grava arenosa, mal graduada, en estado medianamente denso a denso, se observa en el talud del acantilado. Dentro del depósito de grava arenosa, se observa también, en el talud del acantilado una capa de limo arenoso, de plasticidad baja, compacto, de 2 m de espesor promedio, entre 20 y 22 m de altura

### Parámetros de los Suelos

Los parámetros de los suelos considerados como representativos a los registrados y que han sido utilizados en los análisis de estabilidad del talud son los siguientes:

#### *Parámetros de suelos*

Material	Ángulo de fricción interna $\phi$ (°)	Cohesión c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unitario $\gamma$ (Ton/m <sup>3</sup> )
Grava arenosa, medianamente densa a densa	38	0.40	2.10
Capa de limo arenoso	30	0.50	1.85

Parámetros básicos del estudio de suelo de terreno obtenidos por la empresa MyM, la cual se requiere para el diseño de muros anclados.

## **Anexo 10: Proceso constructivo**

*Según Espinoza y Chate (2018), el proceso constructivo tiene las siguientes fases:*

a) **Excavación:** Son acuerdo con los niveles determinados de los planos de arquitectura, estructuras y al plano entregado por Geofundaciones para cada nivel de muros.

- **Paso 1:** Excavación a nivel de plataformas y perfilado

b) **Perforación de los anclajes:** La perforación de los anclajes puede hacerse según estas tres alternativas: • Perforación continua sobre la banquetta perimetral de la excavación. • Perforación intercalada sobre los muros a construir. Cabe señalar que se puede perforar antes o después de haber fundido el muro; para esto, se debe dejar un pase o tubo PVC de 6" con la inclinación especificada. Perforación continua sobre muros ya vaciados. Proceso a utilizarse del segundo sótano en adelante.

El siguiente procedimiento es la perforación del terreno. Se procede a tomar la medición del ángulo de perforación hasta el ángulo que se indica en los planos calculados por el ingeniero encargado en el diseño del anclaje.

Para la perforación del terreno, se sigue los pasos que se describen:

- **Paso 2:** Perforación del terreno: Consiste en la extracción del terreno por la acción combinada de percusión, rotación, empuje y barrido. La profundidad deseada se obtiene a partir de la inserción sucesiva de tuberías y un martillo de perforación. Concluido el tramo de perforación, se detiene la operación, y los ayudantes proceden con el retiro de toda la línea de tubería.
- **Paso 3:** Instalación del anclaje Concluida la perforación se coloca el anclaje, según especificaciones del diseño. Dicho anclaje debe tener una longitud total igual a la de la perforación incrementada en un metro lo que permitirá facilitar el proceso del tensado.
- **Paso 4:** Inyección primaria de lechada de cemento Una vez instalado el anclaje, se lleva a cabo el llenado del elemento con lechada. Para la preparación de la lechada, se comienza vertiendo la cantidad total de agua en la mezcladora. Con la mezcladora en funcionamiento, se va agregando el cemento a ritmo lento, de tal forma que no se generen grumos hasta conseguir la relación agua/cemento prevista.



- **Paso 5:** Construcción de muros La construcción de los muros se realiza de acuerdo con el proceso que se establezca en obra y la secuencia mostrada en los planos de construcción.

Respecto a la construcción de muros de concreto, los pasos son:

- **Paso 6:** Habilitación y colocación del acero de refuerzo Para la habilitación del acero, se trabaja en una mesa adecuada que permita el buen desempeño del personal en la labor. En este proceso, se evalúa el cortado, doblado y armado de los aceros longitudinales y estribos; de acuerdo con los planos y especificaciones. Una vez ubicados, se procede a su colocación final verificando la existencia de niveles, trazos de referencia, separadores, recubrimientos y demás especificaciones de los planos.
- **Paso 7:** Habilitación y encofrado de los muros Los paneles metálicos se habilitan según dimensiones para cada paño, y permite identificar la cantidad de puntales, tensores, durmientes o muertos y accesorios a utilizar. El traslado y colocación hasta la zona de encofrado fue por apoyo del personal de obra. Se procede a presentar el encofrado para fijarlo y asegurarlo posteriormente. Terminado el trabajo de encofrado, el alineamiento y aplomo del muro para el vaciado de concreto se verifica con topografía.
- **Paso 8:** Colocación de concreto El concreto debe pasar por revisiones previas antes de su vaciado. Se registra su temperatura, el slump y muestras en probetas para determinar el cumplimiento de los requerimientos estipulados. La colocación del concreto consiste en el bombeo de concreto abastecido por un mixer hacia la bomba telescópica, y este, a través de sus brazos mecánicos, transporta el concreto a la zona de vaciado.
- **Paso 9:** Desencofrado El desencofrado se inicia una vez transcurrido el tiempo de fragua final, según las especificaciones del proyecto. Para facilitar esta actividad, se puede utilizar un aditivo desmoldante.
- **Paso 10:** Curado y protección del concreto El curado se inicia después de haber terminado el desencofrado de los paños. Se realiza un curado continuo con agua por dos días y luego se emplea un curador químico aplicándose con una mochila pulverizadora. Para asegurar la humedad de los paños, se tapa con mantas o arpilleras, humedeciéndolos constantemente.

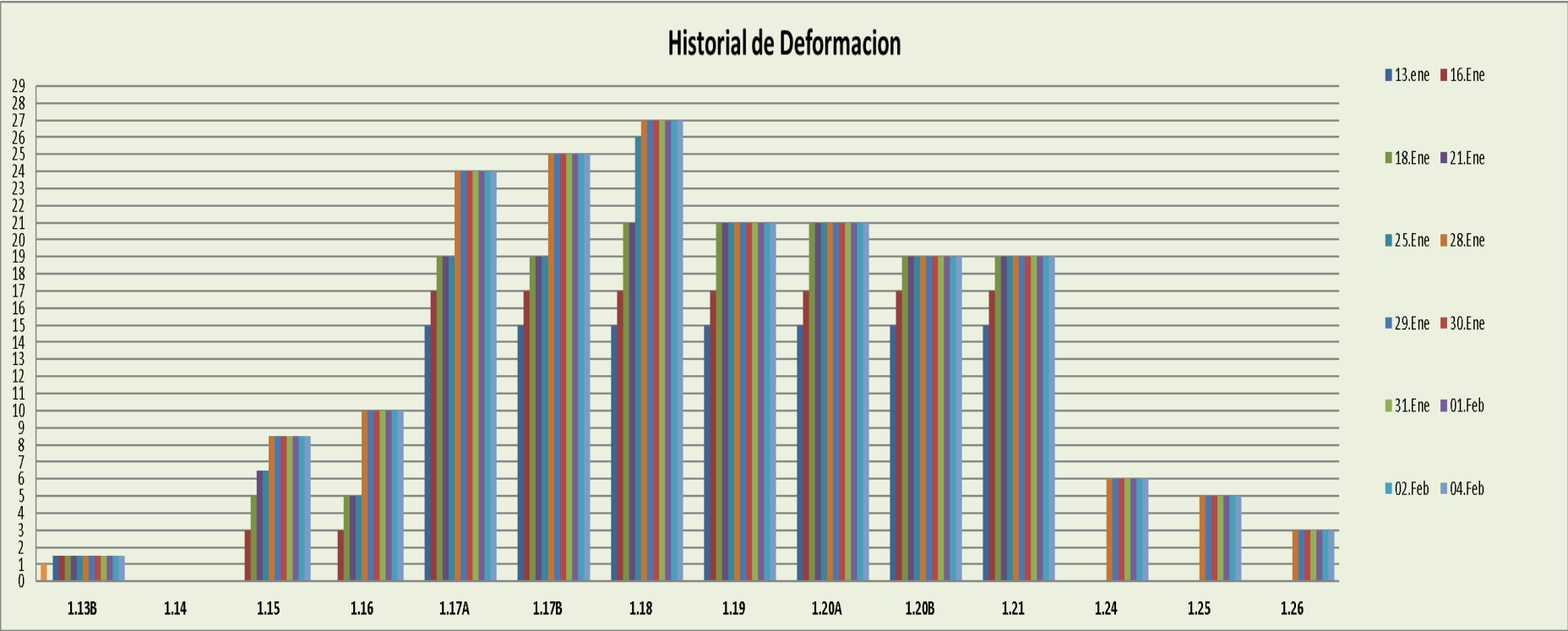
- **Paso 11:** Verificación pos vaciado Esta verificación se realiza topográficamente, se controla los niveles finales de las estructuras vaciadas.
- **Paso 12:** Tensionamiento de los anclajes, se debe de cumplir:
  - Maduración del bulbo, sin uso de aditivo 5 días, con el uso el aditivo 72 horas.
  - Que el muro tenga la resistencia a la compresión simple especificada por el estructural o el rango recomendado.
- **Paso 13:** Tensado del anclaje El tensado se realiza utilizando un gato hidráulico multifilar cuando la lechada de cemento alcanza la resistencia mínima requerida en las especificaciones.
- **Paso 14:** Destensado del anclaje El destensado se puede realizar de dos maneras: Equipo de oxicorte (gas propano y oxígeno): Si se usa oxicorte se debe contar con buena ventilación para disipar los gases tóxicos, caso contrario se deberá contar con extractores o ventiladores industriales. Equipo de tensado (gato y bomba hidráulica): En ambientes cerrados con poca ventilación, solo se deberá destensar con equipo de tensado (gato y bomba hidráulica).

**Anexo 16. Tabla de asentamientos – 2015 Obra Barranco – Muros Anclados**

	13.ene	16.Ene	18.Ene	21.Ene	25.Ene	28.Ene	29.Ene	30.Ene	31.Ene	01.Feb	02.Feb	04.Feb	05.Feb	06.Feb	07.Feb
<b>1.13B</b>	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
<b>1.14</b>	-	-	-	-	-										
<b>1.15</b>	-	3.0	5.0	6.5	6.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
<b>1.16</b>	-	3.0	5.0	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
<b>1.17A</b>	15.0	17.0	19.0	19.0	19.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
<b>1.17B</b>	15.0	17.0	19.0	19.0	19.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
<b>1.18</b>	15.0	17.0	21.0	21.0	26.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
<b>1.19</b>	15.0	17.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
<b>1.20A</b>	15.0	17.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
<b>1.20B</b>	15.0	17.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
<b>1.21</b>	15.0	17.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
<b>1.24</b>	-	-	-	-	-	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
<b>1.25</b>	-	-	-	-	-	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
<b>1.26</b>	-	-	-	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

**Fuente.** Obra Barranco – Muros Anclados

**Anexo 17: Historial de deformación**

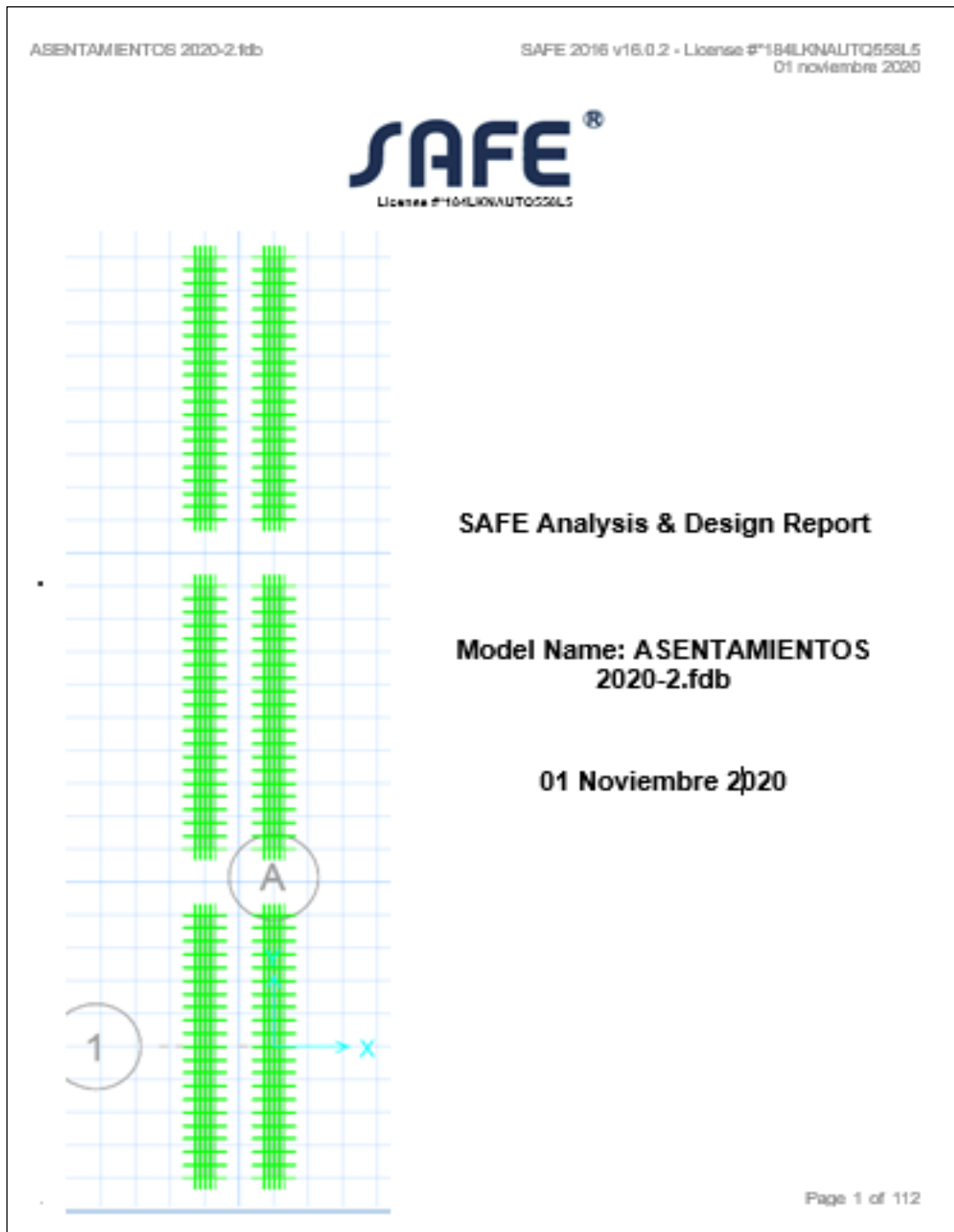


**Fuente.** Obra Barranco – Muros Anclados

Anexo 18: Matriz de consistencia

TITULO: “EFECTO DEL USO DE PUNTALES DE MADERA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUROS ANCLADOS PARA MINIMIZAR LOS ASENTAMIENTOS VERTICALES, MIRAFLORES ”.						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES Y RANGO DE VARIABILIDAD		TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
<p>¿Qué efecto tiene el uso de puntales de madera hacia los asentamientos verticales durante el proceso constructivo de muros anclados?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>PE1. ¿Qué efecto tiene el uso de puntales de madera hacia los asentamientos teóricos de muros anclados durante su proceso constructivo ?</p> <p>PE2. ¿Qué efecto tiene el uso de puntales de madera hacia los asentamientos reales de muros anclados durante su proceso constructivo?</p>	<p>Determinar el efecto del uso de puntales de madera hacia los asentamientos verticales durante el proceso constructivo de muros anclados.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>OE1: Determinar el efecto del uso de puntales de madera hacia los asentamientos teóricos de muros anclados durante su proceso constructivo.</p> <p>OE2: Determinar el efecto del uso de puntales de madera hacia los asentamientos reales de muros anclados durante su proceso constructivo.</p>	<p>El uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados tiene efecto directo para minimizar los asentamientos verticales.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <p>HE1: El uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados tiene efecto directo para minimizar los asentamientos teóricos.</p> <p>HE2: El uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados tiene efecto directo para minimizar los asentamientos reales.</p>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>			<p><b>TIPO:</b> El tipo de investigación es Aplicada, Experimental, Cuantitativa.</p> <p><b>POBLACIÓN DE ESTUDIO:</b> 1er nivel de muros anclado en la edificación MLM Miraflores</p> <p><b>MUESTRA:</b> 6 paños de muros anclados</p> <p><b>INSTRUMENTO:</b> El instrumento utilizado fue una estación total y fichas para la medición del desplazamiento vertical, ensayos de remplazo por agua, compresión a la madera para determinar capacidad portante, hojas de calculo y programa SAFE para calcular desplazamientos.</p>
			Puntales de madera en muros anclados			
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	
			Características geométricas	Longitud	m	
				Diámetro de la sección	cm	
			Espaciamiento entre puntales	Distancia	m	
			<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>			
Asentamiento Vertical en muros anclados						
<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>				
Asentamientos teóricos	Desplazamiento del modelo matemático	mm				
Asentamientos Reales	Desplazamiento real en campo con Estación Total	mm				

**Anexo 19: Resultados del programa SAFE.**



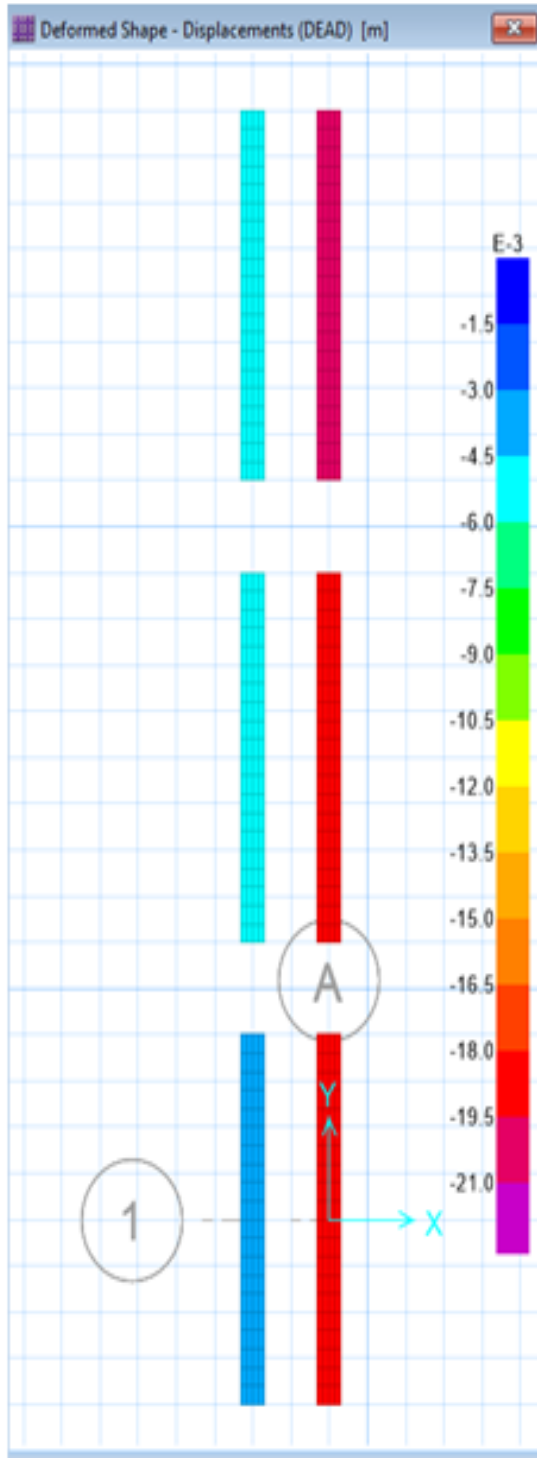


Table: Nodal Displacements, Part 1 of 2

## Anexo 20: T STUDENT

### Prueba T de los asentamientos en relleno y puntales

**Ha:** El análisis del uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados minimiza los asentamientos reales.

**Ho:** El análisis del uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados no minimiza los asentamientos reales.

Regla:

Se acepta el Ho:  $\square$  rellenos =  $\square$  puntales

Se acepta la Ha:  $\square$  rellenos  $\neq$   $\square$  puntales

**Tabla 3:** Prueba de medias de los asentamientos.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Apoyados en rellenos	14.4167	3	1.79573	1.03676
	Apoyados en puntales	3.7633	3	0.65041	0.37551

*Fuente: SPSS.25*

En el análisis de prueba T de los asentamientos apoyados en rellenos y apoyados en puntales, la estadística de muestras emparejadas muestra las medias de ambos cuyos valores son (14.4167) y (3.7633), estos valores tienen diferencias en las medias y de acuerdo a la regla nos indica si las medias tienen diferencias se acepta la hipótesis alterna. A sí mismo para confirmar si el análisis es correcto, procedemos al análisis mediante la significancia de resultados en la prueba de muestras emparejadas. En ese sentido haremos uso de la siguiente regla.

Sig.  $\leq$  0.05, se rechaza la hipótesis nula.

Sig.  $>$  0.05, se acepta la hipótesis nula.



**Tabla 3:** Prueba de muestras emparejadas.

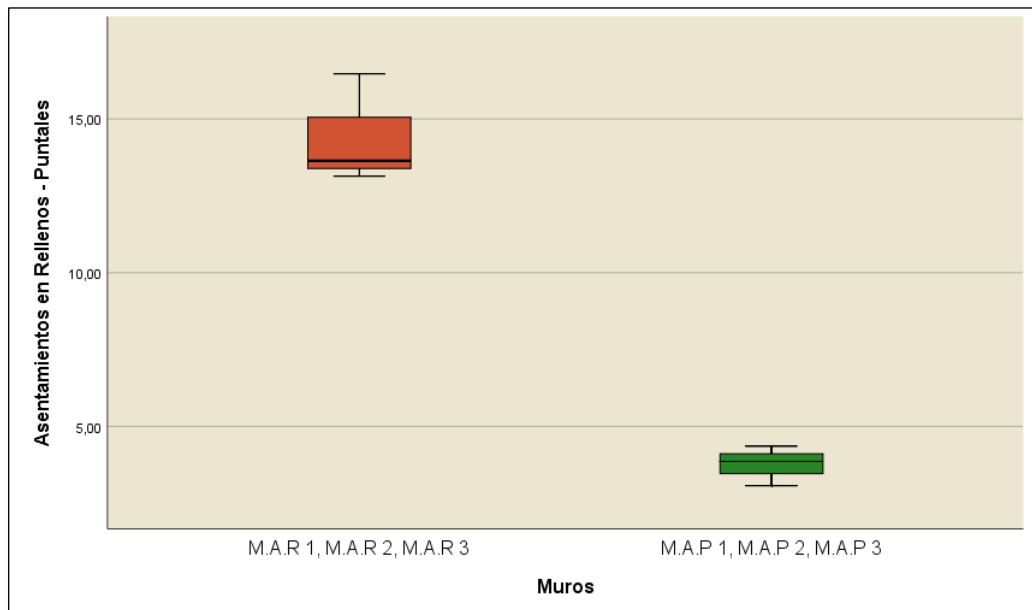
		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas				confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior				
Par 1	Apoyados en rellenos - Apoyados en puntales	10.65333	2.43067	1.40335	4.61523	16.69144	7.591	2	0.017	

*Fuente: SPSS.25*

En el cuadro de prueba de muestra emparejadas de los asentamientos apoyados en rellenos y en puntales, la tabla nos indica la sig. (bilateral) teniendo un valor de (0.017), siendo este resultado menor que (0.05), por consiguiente, se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que es el análisis del uso de puntales de madera en el proceso constructivo de muros anclados minimiza los asentamientos reales.

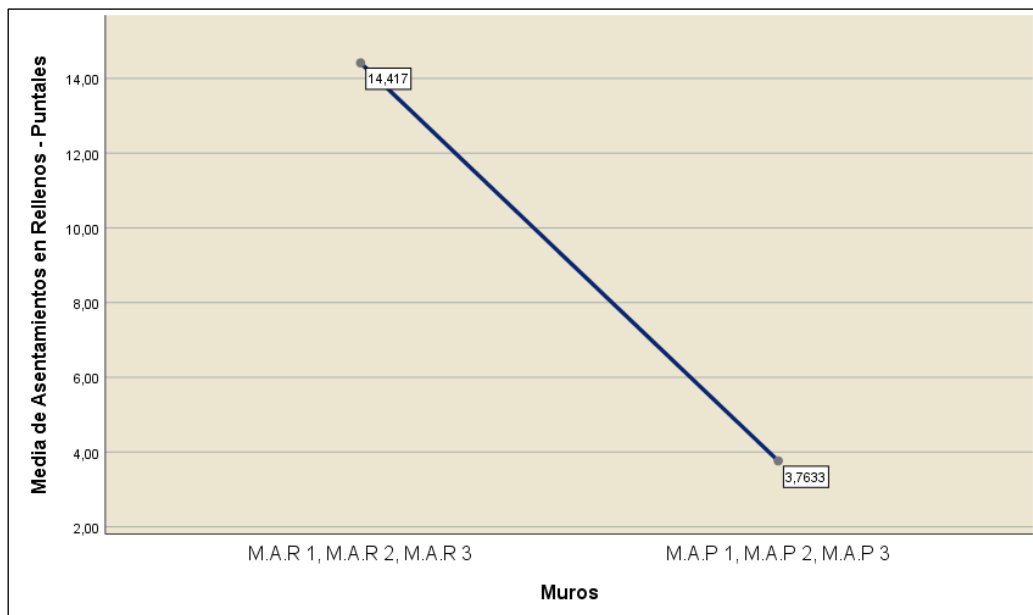
**Diagrama de cajas.**

**Figura 1:** Diagrama de cajas de los asentamientos reales.



## Gráficos de medias de los asentamientos reales.

Figura 3: Grafico de medias reales.



En la figura 3, observamos los resultados de gráfico de medias, donde verificamos la media de los asentamientos reales, tiene una variación descendente progresiva con medias (14.41) y (3.76). Esta evaluación nos sirve para aprobación o desaprobación de la hipótesis gráficamente.

## Anexo 21: Panel Fotográfico

Durante el proceso constructivo



Colocación de puntales y relleno con material propio



## Ensayos de campo







Visita de verificación de proceso constructivo y toma de datos.



Fuente. Ing. Enrique Dunnay Varillas. Emp. ALL TERRAIN

Evidencia de colocación de puntales de madera en proceso constructivo de muro anclado.

Por consiguiente, se realizó los trabajos topográficos, es ahí donde se interviene con la topografía dejando monumentados BM en cada muro a estudiar para así llevar el control de asentamientos progresivamente a los días.

- Finalmente se realiza una inspección en los exteriores y construcciones aledañas para visualizar como se manifiestan estos asentamientos y se ven reflejados en fisuras y grietas.

### **Impacto en viviendas aledañas**



## Como consecuencia de esto



### Ubicación y Descripción del Área de Estudio

El área de estudio está ubicada en la Av Salaverry 332 San Isidro, Provincia de Lima y Departamento de Lima.

### TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE

#### Trabajos de campo:

El levantamiento topográfico fue llevado a cabo durante 3 semanas del mes de junio del 2020, mediante el uso de:

- 01 estación Total, marca Leica modelo TS06
- 01 nivel óptico, marca South
- Un topógrafo y un asistente de Campo.
- Ensayos de reemplazo por agua para determinar la capacidad portante del suelo.
- Ensayo de compresión al puntal.




## **TRABAJOS DE GABINETE:**

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y herramientas:

- 01 laptop Intel(R) Corel (TM) i5 CPU M480 @ 2.67 GHz de 4.00 MB de RAM de 64 bits
- Software topcolink 7.5, para transferir toda la información tomada en el campo a la PC.
- Software Autodesk AUTOCAD CIVIL 3D 2016 (ingles) para el procesamiento de los datos topográficos.
- Resultados por laboratorio INGEOCONTROL.

## Anexo 20: Turnitin



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>MATRIZ DE EVALUACIÓN</b>	Código : <a href="#">F03-PP-PR-02.02</a>
		Versión:
		Fecha:
		Página: 104 de 115