



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación del EMS realizado para el cálculo de la capacidad portante del suelo para la verificación de la cimentación superficial de un Centro Comercial, Ica.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Tovar Malasquez, Pavel Antonio (ORCID: 0000-0002-1693-8701)

**ASESOR:**

Mg. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (ORCID: 0000-0002-2026-0411)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Construcciones Sostenibles – Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

A mi padre Walter Tovar a mi Madre Rosa Malasquez por ayudarme a cumplir esta importante meta en mi vida.

A mi compañera de vida Yngrid Zamudio por todo su apoyo a lo largo de la realización de este proyecto.

A mi hija Catalina Tovar por ser el motivo de seguir adelante día a día.

## **Agradecimiento**

A la Universidad Cesar Vallejo por complementar e instruirme en esta maravillosa carrera que es la Ingeniería Civil.

Al Ing. Luis Barrantes Mann, por todo su apoyo, paciencia y enseñanza en cada etapa del presente trabajo de investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos:.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN .....	86
VI. CONCLUSIONES .....	90
VII. RECOMENDACIONES.....	91
REFERENCIAS.....	92
ANEXOS .....	95

## Índice de tablas

Tabla 1: Cálculo de números de puntos de investigación.....	2
Tabla 2: Clasificación de los suelos con la norma AASHTO .....	9
Tabla 3: Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).....	10
Tabla 4: Módulo de elasticidad (Es) por tipo de Suelo.....	14
Tabla 5: Relación de Poisson ( $\mu$ ) por Tipo de Suelo.....	15
Tabla 6: Valores de Factor de Forma (If) por forma de Cimentación.....	15
Tabla 7: Comparativo del perfil estratigráfico ensayado .....	16
Tabla 8: Calicatas realizadas en el EMS del proyecto de ejecución de obra.....	23
Tabla 9: Perfil estratigráfico de la calicata C-01 del proyecto de ejecución de obra. .....	25
Tabla 10: Perfil estratigráfico de la calicata C-02 del proyecto de ejecución de obra .....	26
Tabla 11: Perfil estratigráfico de la calicata C-03 del proyecto de ejecución de obra .....	27
Tabla 12: Perfil estratigráfico del EMS del proyecto de ejecución obra .....	28
Tabla 13: Ensayo granulométrico del EMS del proyecto de ejecución obra .....	29
Tabla 14: Ensayo los límites de Atterberg del EMS del proyecto de ejecución obra. .....	29
Tabla 15: Ensayo de corte directo del EMS del proyecto de ejecución obra .....	29
Tabla 16: Cuadro de datos de resumen del proyecto de ejecución de obra.....	32
Tabla 17: Calicatas realizadas en el EMS del proyecto de investigación de tesis.	34
Tabla 18: Perfil Estratigráfico del EMS del proyecto de investigación de tesis .....	34
Tabla 19: Perfil estratigráfico de la calicata C-01 del proyecto de investigación...	36
Tabla 20: Perfil estratigráfico de la calicata C-02 del proyecto de investigación...	37
Tabla 21: Perfil estratigráfico de la calicata C-03 del proyecto de investigación...	38
Tabla 22: Perfil estratigráfico de la calicata C-04 del proyecto de investigación...	39
Tabla 23: Ensayo granulométrico del EMS del proyecto de investigación de tesis. .....	40
Tabla 24: Los limite de Atterberg del EMS del proyecto de investigación de tesis. .....	40
Tabla 25: Densidades del EMS del proyecto de investigación de tesis. ....	41

Tabla 26: Corte directo del EMS del proyecto de investigación de tesis. ....	41
Tabla 27: Tabla de periodos fundamentales de la edificación.....	61
Tabla 28: Tabla de irregularidades en altura de la edificación .....	61
Tabla 29: Tabla de irregularidades en planta de la edificación.....	62
Tabla 30: Tabla de parámetros para análisis sísmico.....	62
Tabla 31: Asentamiento tolerable - Norma E.050 de Suelos y Cimentación .....	81
Tabla 32: Matriz de operacionalización de variables.....	96
Tabla 33: Matriz de consistencia .....	97

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Capacidad de carga influenciado por el nivel freático.....	13
Figura 2: Plano de Ubicación de Calicata del EMS del proyecto de ejecución de obra .....	24
Figura 3: Cálculo de la capacidad portante del EMS del proyecto de ejecución de obra .....	31
Figura 4: Ubicación del área en estudio .....	33
Figura 5: Ubicación de calicatas del proyecto de ejecución de tesis. ....	35
Figura 6: Teoría de capacidad última de Terzaghi .....	42
Figura 7: Configuración del concreto armado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	46
Figura 8: Configuración del acero corrugado $F_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ .....	47
Figura 9: Configuración del material de Albañilería .....	48
Figura 10: Configuración sección de columna C1 .....	49
Figura 11: Configuración sección de columna C2 .....	49
Figura 12: Configuración sección de columna C3 .....	50
Figura 13: Configuración sección de columna C4 .....	50
Figura 14: Configuración sección de columna C5 .....	51
Figura 15: Configuración sección de columna C6 .....	51
Figura 16: Configuración sección de columna C7 .....	52
Figura 17: Configuración sección de columna C8 .....	52
Figura 18: Configuración sección de columna C9 .....	53
Figura 19: Configuración sección de viga peraltada V-100. ....	53
Figura 20: Configuración sección de viga peraltada V-101. ....	54
Figura 21: Configuración sección de viga peraltada V-500. ....	54
Figura 22: Configuración sección de viga chata V-A. ....	55
Figura 23: Configuración sección de viga chata VCH.....	55
Figura 24: Configuración de muro portante 0.15m .....	56
Figura 25: Configuración planta general de la estructura .....	56
Figura 26: Configuración elevación lateral de la estructura .....	57
Figura 27: Configuración de la columnas y vigas de la edificación.....	57
Figura 28: Configuración de la estructuración de la edificación.....	58
Figura 29: Configuración de las combinaciones de carga .....	59

Figura 30: Configuración de la envolvente de diseño .....	59
Figura 31: Valores de la carga muerta (Dead) en kg/m .....	60
Figura 32: Valores de la carga viva (Live) en kg/m .....	60
Figura 33: Espectro del factor sísmico en la dirección X .....	63
Figura 34: Espectro del factor sísmico en la dirección Y. ....	64
Figura 35: Carga dinámica sísmica en la dirección X.....	65
Figura 36: Carga dinámica sísmica en la dirección Y. ....	66
Figura 37: Estimación de la masa de la edificación .....	67
Figura 38: Factor de amplificación sísmica en X .....	68
Figura 39: Factor de amplificación sísmica en Y. ....	68
Figura 40: Configuración del máximo desplazamiento lateral en Y. ....	70
Figura 41: Configuración del máximo desplazamiento lateral en X .....	70
Figura 42: Máximo desplazamiento lateral en Y.....	71
Figura 43: Máximo desplazamiento lateral en X.....	71
Figura 44: Carga muerta total transmitida a la cimentación.....	72
Figura 45: Carga viva total transmitida a la cimentación.....	73
Figura 46: Carga sísmica dinámica en X transmitida a la cimentación .....	73
Figura 47: Carga sísmica dinámica en Y transmitida a la cimentación .....	74
Figura 48: Consideraciones de diseño .....	74
Figura 49: Dimensiones de la zapata propuesta .....	75
Figura 50: Altura de la zapata propuesta.....	75
Figura 51: Dimensión de la columna cuadrada que descansa en la zapata propuesta .....	76
Figura 52: Coeficiente de Balasto – Interacción del suelo .....	76
Figura 53: Configuración de la Envolvente de diseño.....	77
Figura 54: Asentamiento máximo de la cimentación propuesta.....	78
Figura 55: Carga transmitida al suelo de cimentación .....	78
Figura 56: Carga transmitida al suelo de cimentación .....	79
Figura 57: Diseño de zapata propuesta - 1.....	80
Figura 58: Diseño de zapata propuesta - 2.....	80
Figura 59: Planta de la zapata del proyecto de ejecución de obra .....	83
Figura 60: Detalle de la zapata del proyecto de ejecución de obra.....	84
Figura 61: Detalle de la zapata propuesta en el trabajo de investigación .....	85



Figura 62: Carta de solicitud de informacion a la MDSA. ....	98
Figura 63: Ensayo de corte directo del EMS del proyecto de ejecución de obra ..	99
Figura 64: Ensayo de análisis granulométrico C-01 del EMS del proyecto de ejecución de obra .....	100
Figura 65: Ensayo de análisis granulométrico C-02 del EMS del proyecto de ejecución de obra .....	101
Figura 66: Ensayo de análisis granulométrico C-03 del EMS del proyecto de ejecución de obra .....	102
Figura 67: Ensayo los Limites de Atterberg C-01 del EMS del proyecto de ejecución de obra .....	103
Figura 68: Ensayo los limites de Atterberg C-02 del EMS del proyecto de ejecución de obra .....	104
Figura 69: Ensayo Limites de Atterberg C-03 del EMS del proyecto de ejecución de obra .....	105
Figura 70: Perfil Estratigrafico C-01 del EMS del proyecto de ejecución de obra. ....	106
Figura 71: Perfil Estratigrafico C-02 del EMS del proyecto de ejecución de obra. ....	107
Figura 72: Perfil Estratigrafico C-03 del EMS del proyecto de ejecución de obra. ....	108
Figura 73: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 1 .....	109
Figura 74: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 2 .....	110
Figura 75: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 3 .....	111
Figura 76: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 4 .....	112
Figura 77: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 5 .....	113
Figura 78: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 6 .....	114
Figura 79: Ensayo de proctor del proyecto de investigación de tesis. ....	115
Figura 80: Ensayo de densidad del proyecto de investigación de tesis .....	116
Figura 81: Contenido de humedad C-01 muestra 01 del proyecto de investigación de tesis .....	117
Figura 82: Contenido de humedad C-01 muestra 02 del proyecto de investigación de tesis .....	118

Figura 83: Contenido de humedad C-2 muestra 01 del proyecto de investigación de tesis .....	119
Figura 84: Contenido de humedad C-2 muestra 02 del proyecto de investigación de tesis .....	120
Figura 85: Contenido de humedad C-3 del proyecto de investigación de tesis ..	121
Figura 86: Contenido de humedad C-04 del proyecto de investigación de tesis.	122
Figura 87: Análisis granulométrico C-1 muestra 01 del proyecto de investigación de tesis .....	123
Figura 88: Análisis granulométrico C-1 muestra 02 del proyecto de investigación de tesis .....	124
Figura 89: Análisis granulométrico C-2 muestra 01 del proyecto de investigación de tesis .....	125
Figura 90: Análisis granulométrico C-2 muestra 02 del proyecto de investigación de tesis. ....	126
Figura 91: Análisis granulométrico C-3 del proyecto de investigación de tesis...	127
Figura 92: Análisis granulométrico C-4 del proyecto de investigación de tesis...	128
Figura 93: Perfil estratigráfico de la C-1 del proyecto de investigación de tesis.	129
Figura 94: Perfil estratigráfico de la C-2 del proyecto de investigación de tesis	130
Figura 95: Perfil estratigráfico de la C-3 del proyecto de investigación de tesis	131
Figura 96: Perfil estratigráfico de la C-4 del proyecto de investigación de tesis	132
Figura 97: Ensayo de corte directo del proyecto de investigación de tesis.....	133
Figura 98: Plano de estructura cimentación del Centro comercial E-01 .....	134
Figura 99: Plano de estructuras cimentación – Vista en Planta.....	135
Figura 100: Plano de estructuras vigas – Vista en Planta .....	136
Figura 101: Plano de estructuras vigas centrales – Vista en Planta .....	137
Figura 102: Plano de estructuras cimentacion centrales – Vista en Planta .....	138

## RESUMEN

La tesis tiene como objetivo general evaluar el EMS y sus resultados señalados en el proyecto denominado Centro Comercial 9 de diciembre, para la verificación del diseño de la cimentación presentada.

La metodología aplicada se realizó con la recolección de datos, mediante solicitud a la Municipalidad distrital de San Andrés para obtener el EMS del proyecto de ejecución de obra y su diseño de cimentación del Centro Comercial, se realizó inspecciones oculares del área del proyecto recolectando información, se extrajo muestras del suelo mediante la realización de 04 calicatas, para obtener los parámetros geotécnicos del suelo.

Los resultados obtenidos de la evaluación del EMS del proyecto de ejecución de obra, se evidencio que hubo omisiones importantes en la elaboración del EMS por lo que la cimentación planteada en el proyecto de ejecución de obra debe ser rediseñada para soportar las solicitudes que la afectaran en su vida útil.

En las conclusiones obtenidas mediante la realización del EMS del proyecto de investigación de tesis se verifica las omisiones que existían en el EMS desarrollado en el proyecto de ejecución de obra, con las que se realizó la propuesta de diseño de cimentación considerando las solicitudes obtenidas en la presente tesis.

**Palabra clave:** EMS, cimentación, calicatas.

## **ABSTRACT**

The general objective of this thesis is to evaluate the EMS and its results indicated in the project called Centro Comercial 9 de Diciembre, for the verification of the design of the presented foundation.

The applied methodology was based on data collection, by means of a request to the district Municipality of San Andrés to obtain the EMS of the work execution project and its foundation design of the Shopping Center, eye inspections of the project area were carried out collecting information, Soil samples were extracted by making 04 pits, to obtain the geotechnical parameters of the soil.

The results obtained from the evaluation of the EMS of the work execution project, it was evidenced that there were important omissions in the elaboration of the EMS, so the foundations proposed in the work execution project must be redesigned to support the requests that affected it in its useful life.

In the conclusions obtained by carrying out the EMS of the thesis research project, the omissions that existed in the EMS developed in the work execution project are verified, with which the foundation design proposal was made considering the requests obtained in the present thesis.

**Keywords:** EMS, foundations, pits.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada “EVALUACIÓN DEL EMS REALIZADO PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DE UN CENTRO COMERCIAL, ICA”, tiene por finalidad establecer si el EMS fue desarrollado primero con datos verídicos de la estratigrafía del suelo correspondiente al área del proyecto y segundo si los datos empleados en el proyecto estructural correspondiente al diseño de cimentación respectiva fueron resultado de valores reales de la capacidad portante del suelo referido.

Siendo que el EMS de acuerdo al RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), se basa en la exploración de un determinado número de calicatas, resultado del área del terreno donde se va a ejecutar el proyecto.

La estimación efectuada debe basarse según lo estipulado en el RNE la Norma E. 050 referente a Suelos y Cimentaciones, Art. 11, inciso b) número “n” de puntos de Investigación, donde para edificaciones tipo B (edificaciones importantes) como son los centros comerciales la Tabla N° 6 indica realizar 1 punto de investigación cada 450 m<sup>2</sup>, siendo el área del terreno del proyecto en mención 825.20 m<sup>2</sup>, se deberá realizar 2 puntos de investigación como mínimo. La norma E 050 también establece que para casos donde no existe obligatoriedad la estimación deberá basarse en no menos de 3 puntos de investigación, para la cual presentaremos la C-1, C-2, C-3 y adicionalmente presentamos una más de lo exigido en la norma respectiva a fin de obtener datos de mayor confiabilidad toda vez que el terreno se encuentra muy cerca al litoral costero.

Además, de acuerdo también al RNE, el desarrollo del diseño estructural requiere información precisa respecto de la capacidad portante del suelo y según esta se define el diseño de la cimentación del proyecto antes mencionado.

Tabla 1: Cálculo de números de puntos de investigación.

<b>TABLA N° 6 NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Tipo de edificación</b>	<b>Número de puntos de investigación (n)</b>
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 800 m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. de terreno habilitado

(n) nunca será menor de 3.

Fuente: Norma E.050

La formulación del problema de la presente tesis es: ¿Cómo evaluar el EMS y sus resultados señalados en el proyecto denominado Centro Comercial 9 de diciembre, para la verificación del diseño de la cimentación presentada?

Los problemas específicos del presente trabajo de investigación son primero: Analizar el EMS presentado por el proyectista con el EMS realizado para esta investigación.

Como segundo problema específico: Revisar el diseño de la cimentación presentado por el proyectista, comparándolo con los reales datos de la capacidad portante del suelo del área de ejecución de la obra.

Como tercer problema específico: Establecer criterios para un adecuado diseño de cimentación basado en reales valores obtenidos de la exploración de calicatas que permitan la visualización y estudio de la estratigrafía y nivel freático del suelo a intervenir.

Como cuarto problema específico: Mediante la realización de ensayos de laboratorios se podrá verificar la capacidad portante del suelo a fin de verificar el EMS para realizar un diseño de cimentación superficial para la construcción del Centro Comercial.

Como quinto problema específico: Mediante el cálculo de los asentamientos y el análisis de agresión al suelo de la cimentación se podrá contribuir a la correcta realización del diseño de la cimentación del Centro Comercial.

El tema elegido para la presente tesis se justifica debido a que, en la actualidad en el distrito de San Andrés, en la provincia de Pisco región de Ica, se viene experimentando un considerable crecimiento económico, social y turístico, lo que exige la creación de mayores servicios públicos y comerciales, y que las mismas tengan un adecuado diseño cumpliendo con los parámetros establecidos en la normativa peruana, con el fin de garantizar el tiempo de vida útil de las edificaciones. Por lo que verificar que los proyectos a ejecutarse en el tipo de suelo como es el sector de San Andrés, cumplan con un adecuado EMS y se realicen bajo un diseño de cimentación óptimo, tomando en cuenta lo estipulado en el RNE.

Siendo que, el diseño de cimentaciones es la parte más importante en todo proyecto de edificaciones, puesto que estas van a brindar estabilidad a toda la estructura. A su vez los datos obtenidos en la presente investigación podrán servir de ejemplo en la elaboración de futuros proyectos de edificaciones en el país, cuyo número se incrementa cada día más en el territorio patrio.

Además, siendo una parte primordial la seguridad y prevención la realización de un diseño óptimo de edificaciones, que cumplan con los parámetros establecidos en el RNE, garantizando un buen desempeño en condiciones extremas, a fin de prolongar la vida útil del edificio.

El Objetivo General de la presente tesis es: Comparar el EMS del proyecto de ejecución de obra con el EMS por realizar para verificar la capacidad portante del suelo y el análisis de asentamientos para el diseño de la cimentación superficial de centro comercial en la provincia de Pisco, Ica.

Los Objetivos Específicos son primero: Realizar los ensayos de laboratorio para verificar la capacidad portante del suelo a fin de comparar el EMS del proyecto de ejecución de obra.

Como segundo objetivo específico es: Realizar una propuesta de diseño de cimentación conveniente para la edificación referida.

Y como tercer objetivo específico es: Comparar el diseño de cimentación propuesto con el diseño de cimentación de ejecución de obra.

La hipótesis general de la presente tesis es: Realizando el EMS de la presente investigación se verifica que el EMS del proyecto de ejecución de obra presenta observaciones en su desarrollo; por lo tanto, la capacidad admisible del suelo se deberá recalcular para definir el diseño de cimentación adecuada.

Las hipótesis específicas son primero: Mediante los parámetros geotécnicos obtenidos de los ensayos de laboratorio se determina la capacidad portante del suelo para realizar el diseño de cimentación superficial.

Como segunda hipótesis es: Mediante el uso del Software ETABS se podrá obtener las cargas aplicadas a la cimentación para su adecuado diseño, asimismo, mediante el cálculo de asentamientos se logra contribuir a la correcta realización del diseño de la cimentación del Centro Comercial.

Como tercera hipótesis es: Mediante la comparación del diseño de cimentación propuesta con el diseño de cimentación de la ejecución de obra, se logra apreciar las diferencias y la mejora en las consideraciones del diseño.



## II. MARCO TEÓRICO

La presente tesis toma en cuenta publicaciones ya realizadas a nivel internacional y nacional, donde se evidencia que esta problemática existe en distintas partes del mundo.

Entre los antecedentes internacionales hacemos mención a:

Pujante (2017) señala en la tesis titulada “Estudio de soluciones para la cimentación de un edificio de viviendas de uso residencial en Quito”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Politécnica de Valencia - Ecuador, tiene como objetivo principal, conocer la solución más óptima de cimentación de un edificio residencial en Quito (Ecuador), buscando una solución de la cimentación del edificio de 4 plantas, ubicado en la zona de Quitumbe sector de Quicentro Sur, donde en dicha parcela no se encuentra ningún edificio actualmente. La Metodología aplicada fue realizar trabajos de Campo insitu mediante la aplicación del SPT obteniendo resultados, para conjuntamente realizar toma de muestras del suelo para los ensayos de laboratorio para la obtención de los parámetros geotécnicos para la realización de los cálculos de capacidad de carga del suelo, mediante diferentes tipos de cimentación mediante el uso de hojas de Excel a una profundidad de cimentación de 1.50 m. Teniendo como resultados las siguientes conclusiones: La importancia de la realización del estudio de suelo, para poder realizar el dimensionamiento de cimentaciones, con ello poder garantizar la vida útil de la edificación resistiendo los efectos de hundimiento, deslizamiento y volteo, tomando en cuenta los asentamientos producidos en las zapatas.

Alexander (2014) señala en la tesis titulada “Análisis de la Capacidad Soporte del Suelo de Cimentación del Edificio de Laboratorio de Ingeniería “Julio y Adolfo López de la Fuente, S.J” de la Universidad Centroamericana UCA”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Centroamericana – Nicaragua, tiene por objetivo principal, analizar la capacidad de carga del terreno para el cimiento de un edificio, utilizo distintos métodos como son la teoría de Terzaghi, Hansen, Meyerhof y Vesic. La

metodología llevada a cabo en el estudio para el análisis de la capacidad de soporte del suelo consistió en la descripción de los sondeos, modelación de la estructura, cálculo de los parámetros geotécnicos, y finalmente la determinación de la capacidad de soporte.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones: No teniendo información sobre el diseño estructural del edificio, se determinó los valores de fuerzas internas según la configuración de la estructura ya existente. Con los datos obtenidos del estudio de suelos se pudo estimar el ángulo de fricción interno y la cohesión del suelo. Se realizó en total 5 sondeos donde los resultados obtenidos, no diferían mucho en los resultados del ángulo de fricción y cohesión. Entre los métodos realizados las cuales fueron 4, se pudo determinar que el método de Meyerhof obtuvo los resultados más bajos de capacidad de carga. La capacidad de carga dinámica empleando los 4 métodos mostraron una reducción de hasta el 80% respecto al diseño estático lo que lleva a un diseño conservador.

Pérez (2016) señala en la tesis titulada “Modelación de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales apoyados en suelos no homogéneos”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas – Cuba, tiene por objetivo principal, la construcción del modelo tridimensional no lineal usando el MEF (método de elementos finitos), que ayudan a desarrollar el análisis de la capacidad de carga en cimentaciones superficiales sometidas a cargas verticales, en suelos con condición de no homogeneidad. La metodología aplicada fue la de Meyerhof, la cual es muy conservadora, para el caso en que falla el segundo estrato, aunque cuando aumenta el espesor del primer estrato y comienza a fallar el segundo los resultados son semejantes a la modelación.

Teniendo como resultados las siguientes conclusiones: Los métodos teóricos - analíticos que se adaptaron a las condiciones de estudio (blandos – duros, y duros - blandos) fueron los propuestos por la Norma Cubana, el de Button para suelos cohesivos puros y cohesivos friccionales, y el de Meyerhof – Hanna. Los resultados obtenidos mediante el modelo 3D, al ser comparados con los resultados obtenidos por las simplificaciones de la Norma Cubana, son

válidos en forma general para el diseño de cimentaciones superficiales apoyadas en suelos no homogéneos. Para suelos puramente cohesivos debe de valorarse la posibilidad de introducir cierta corrección para el caso de los suelos blandos sobre duros, en la propuesta de la norma cubana de diseño geotécnico de cimentaciones.

Entre los antecedentes nacionales hacemos mención a:

Farina y Huapaya (2019) señala en la tesis titulada “Formulación de cimentación superficial para un centro comercial de 3 pisos en una zona con suelos licuables en La Encantada – Chorrillos” tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Perú, tiene por objetivo principal, proponer una cimentación superficial para un Centro Comercial de tres pisos en una zona con susceptibilidad a la licuación de suelos en la Urb. La Encantada de Villa, ubicada en el distrito de Chorrillos. Para formular la cimentación superficial se estudió el riesgo de licuefacción, para lo cual se empleó la metodología de la “Society of Japanese Mechanics and Foundation Engineering” el cual propone una evaluación de 3 grados.

Teniendo como resultados las siguientes conclusiones: La presente investigación demostró la factibilidad de utilizar cimientos superficiales para la construcción de un centro comercial de 3 pisos en una zona con suelos susceptibles a la licuación en la urbanización la Encantada de Villa en Chorrillos. Los cálculos realizados son válidos para suelos similares con estratos licuables de hasta aproximadamente 2.50 metros de profundidad. De tal forma que, para profundidades mayores a 2.50 metros se deben realizar nuevamente los análisis y los cálculos necesarios para la obtención de los resultados requeridos para el diseño de la cimentación de la edificación investigada.

Beltrán y Díaz (2018) señala en la tesis titulada “Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático” tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicada – Perú, tiene

por objetivo principal, Mostrar el comportamiento de la capacidad portante del suelo en el tiempo para la carga actuante del muro perimétrico del palacio Tschudi por el incremento del nivel freático en el área de la edificación; y de ser necesario, proponer soluciones para controlar el nivel freático. La metodología consistió en lo siguiente: Se calculó el metrado de cargas de muros asimismo se calculó el modo de falla del suelo del palacio Tschudi realizando ensayos de laboratorios, la determinación de la variación inducida del nivel freático, con dichos cálculos se determinó la capacidad de carga admisible mediante la aplicación del método de Terzaghi, Aplicación del Método de G.G. Meyerhof y Aplicación del Método de Brinch Hansen. Teniendo como conclusiones la importancia que tiene el considerar el nivel freático en el cálculo de la capacidad de carga del suelo, para tomar medidas que mitiguen dichos impactos negativos que produce en la estructura.

Entre las bases teóricas consideradas para el presente trabajo de investigación se menciona lo siguiente:

Sobre los tipos de cimentaciones superficiales Farina y Huapaya (2019) señalan que: Las cimentaciones superficiales pueden ser flexibles o rígidas y a su vez, estas, pueden ser losas de cimentación y zapatas. Las zapatas, a su vez, pueden variar en zapatas corridas, zapatas aisladas y zapatas combinadas, si fuera necesario, estas zapatas pueden estar conectadas por una viga de cimentación para mejorar la distribución de esfuerzos. En el Perú la profundidad mínima para las losas de cimentación en dos direcciones es de 40 centímetros y para el resto de cimientos superficiales es de 80 centímetros. (p. 33)

Sobre las cimentaciones superficiales Farina y Huapaya (2019) señalan que: Los cimientos son los encargados de transmitir la carga viva, la carga muerta y las cargas de sismo o viento de la estructura hasta el suelo. La característica de estos elementos es que tienen dos áreas diferentes, la que está en contacto con la estructura (columna) y la que está en contacto con el suelo - base de cimentación. (p. 32)

Las nomenclaturas utilizadas para la clasificación de los suelos, son con la norma AASHTO y Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), en las que se muestran:

Tabla 2: Clasificación de los suelos con la norma AASHTO.

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35 % O MENOS PASA LA N° 200)							MATERIALES LIMO ARCILLAS (MÁS DE 35 % PASA LA N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Clasificación de grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 *	A-7-6 **
Análisis de cernido porcentaje que pasa: Nº. 10 Nº. 40 Nº. 200	50 max 30 max 15 max	50 max 25 max	51 min 50 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min	
Características de la fracción que pasa la N° 40 Limite liquido Índice de plasticidad	6 max		NP	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min	
Índice de grupo	0		0	0		4 max		8 max	12 max	16 max	20 max	
* A - 7 - 5 : IP < wL - 30)      **A - 7 - 6 : IP > (wL - 30)												
IG = 0.2(a)+0.005*(a*c)+0.01*(b*d)												

Fuente: Clasificación de los suelos norma AASHTO.

Tabla 3: Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

DIVISION MAYOR		SIMBOLO	NOMBRES TIPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			
Suelos de partículas gruesas más de la mitad del material es retenido en la malla No 20	Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200 ) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	<p>DETERMINÉSE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINO FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200); LOS SUELOS GRUE CLASIFICAN COMO SIGUE Menos del 5%: GW, GP, SW, SP; más de GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles</p> <p>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD <math>C_u</math>: mayor de 4.                      COEFICIENTE DE CURVATURA <math>C_c</math>: entre 1 y 3.  <math>C_u = D_{60} / D_{10}</math>    <math>C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})</math></p> <p>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG DEBAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.    Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.</p> <p><math>C_u = D_{60} / D_{10}</math> mayor de 6 ;  <math>C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})</math> entre 1 y 3.</p> <p>No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG DEBAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.    Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.</p>		
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos			
			* GM	d u		Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla.			
			SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.			
			SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.			
			* SM	d u		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.			
		Suelos de partículas finas más de la mitad del material pasa la malla No 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML		Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	<p>G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo                      C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad</p>
				CL		Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arenosas, limosas Y pobres	
				OL		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
			LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.	
				CL		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas	
				OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
SUELOS	P		Turbas y otros suelos altamente orgánicos				

Fuente: Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Para el cálculo de la capacidad portante del suelo, mediante la aplicación de la teoría de Terzagui, Teniente (2016) señala que: La Teoría de Terzagui para determinar la capacidad de carga de un suelo cubre el caso más general, pues se aplica a suelos con cohesión y/o fricción, y se considera la teoría más usada para determinar la capacidad de carga en cimientos poco profundos - aquellos en que el ancho del cimiento B, es igual o mayor a la distancia vertical entre el nivel del terreno y la base del cimiento, Df. (p. 39)

Según la Teoría de Terzaghi los parámetros que definen la capacidad portante del suelo son la cohesión y el ángulo de fricción interna, las que se definen de la resistencia al esfuerzo de corte, como también depende del peso específico del suelo y del relleno arriba del nivel de desplante, el ancho de la cimentación y la profundidad de la cimentación, por lo que Terzagui propone la siguiente fórmula para determinar la capacidad de carga última de un cimiento continuo, poco profundo:

Para zapatas corridas :  $q_u = \frac{1}{2}B\gamma N_\gamma + cN_c + \gamma_q D_f N_q$

Para zapatas cuadradas :  $q_u = 0.4B\gamma N_\gamma + 1.3cN_c + \gamma_q D_f N_q$

Dónde:

**q<sub>u</sub>** = capacidad de carga ultima

**c** = cohesión

**γ<sub>q</sub>** = peso específico o peso unitario volumétrico del suelo ubicado encima del nivel de cimentación.

**γ** = peso específico o peso unitario volumétrico del suelo ubicado debajo del nivel de cimentación.

**B** = ancho de la zapata continua.

**N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>**= factores adimensionales que dependen de Φ y se denominan factores de capacidad de carga debido a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del suelo.

Los factores de carga se pueden determinar a través de las siguientes formulas:

$$N_q = e^{\tan\varphi} \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\varphi$$

$$N_c = (N_q - 1)/\tan\varphi$$

Terzagui también habla de un factor de seguridad, esto para considerar una reducción a la capacidad de carga admisible del suelo superficial para dar los márgenes de seguridad necesarios, mediante la aplicación de un factor de seguridad (FS), para considerar las incertidumbres de las propiedades de los suelos que son un material “natural”.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Para suelos del tipo arenosos, se exhibe la posibilidad de producirse una falla local por lo que Das (2001), menciona que: Para cimentaciones que exhiben falla local por corte en suelos, Terzaghi sugirió modificaciones a las ecuaciones. (p. 159)

Para la determinación del ángulo de fricción.

$$\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\tan\phi\right)$$

Para determinar la capacidad ultima de carga por cada tipo de cimentación es la siguiente:

Para una cimentación corrida:

$$q_u = \frac{2}{3}cNc' + qNq' + \frac{1}{2}\gamma BNy'$$

Para una cimentación cuadrada:

$$q_u = 0.867cNc' + qNq' + 0.4\gamma BNy'$$

Para una cimentación circular:

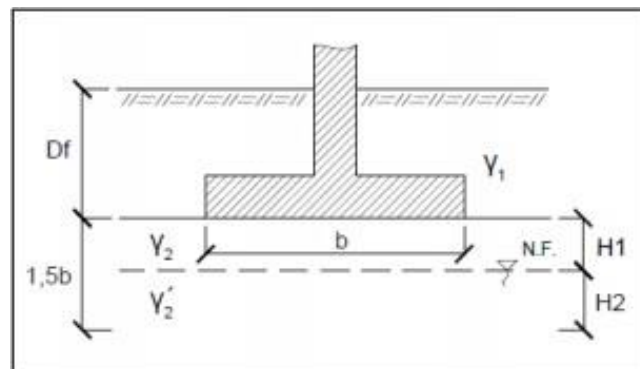
$$q_u = 0.867cNc' + qNq' + 0.3\gamma BNy'$$



En caso de la capacidad de carga influenciado por el nivel freático. Con la presencia del nivel freático se calcula el peso específico del suelo por encima de la base de cimentación ( $\gamma_1$ ) y por debajo de la misma hasta una profundidad de  $1.5B$  por debajo de la profundidad de desplante ( $\gamma_2$ ); para este cálculo se presentan tres casos. (Beltrán y Díaz, 2018, p43).

Caso I: Nivel freático debajo de la cimentación a una profundidad comprendida dentro de  $1.5B$ .

Figura 1: Capacidad de carga influenciado por el nivel freático.



Fuente: (Beltrán y Díaz, 2018, p.43)

A continuación, se muestra la ecuación de capacidad de carga modificada por la influencia del nivel freático que se encuentra debajo del nivel de cimentación.

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma'BN_\gamma$$

La Ecuación de la sobrecarga equivalente efectiva:

$$q = \gamma_1 D_f$$

Modificación del peso específico del suelo debajo del cimientto:

$$\gamma'_{2\text{sat}} = (1 + \omega\%) \gamma_d$$

$$\gamma'_2 = \gamma'_{\text{sat}} - \gamma_w$$

$$\gamma' = \gamma_{2 \text{ prom}} = \frac{\gamma_2 H_1 + \gamma'_2 H_2}{H_1 + H_2}$$

Para el cálculo de Asentamientos inmediatos mediante el método elástico (Alva, 2007, p. 51), nos menciona lo siguiente:

$$S_i = q \cdot B \cdot \frac{(1-\mu^2)}{E_s} \cdot I_f$$

$S_i$  = Asentamiento Probable (cm)

$\mu$  = Relación de Poisson (adimensional)

$E_s$  = Módulo de Elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

$I_f$  = Factor de Forma (cm/m)

$q$  = Presión de Trabajo (ton/m<sup>2</sup>)

$B$  = Ancho de La Cimentación (m)

Tabla 4: Módulo de elasticidad ( $E_s$ ) por tipo de Suelo.

TIPO DE SUELO	$E_s$ (ton/m <sup>2</sup> )
ARCILLA MUY BLANDA	30 – 300
BLANDA	200 – 400
MEDIA	450 – 900
DURA	700 – 2000
ARCILLA ARENOSA	3000 – 4250
SUELOS GRACIARES	1000 – 16000
LOESS	1500 – 6000
ARENA LIMOSA	500 – 2000
ARENA: SUELTA	1000 – 2500
DENSA	5000 – 10000
GRAVA ARENOSA: DENSA	8000 – 20000
SUELTA	5000 – 14000
ARILLA ESQUISTOSA	14000 – 14000
LIMOS	200 – 2000

Fuente: (Alva, 2007, p.51)

Tabla 5: Relación de Poisson ( $\mu$ ) por Tipo de Suelo.

TIPO DE SUELO	$\mu$ (-)
ARCILLA: SATURADA	0.4 – 0.5
NO SATURADA	0.1 – 0.3
ARENOSA	0.2 – 0.3
LIMO	0.3 – 0.35
ARENA: DENSA	0.2 – 0.4
DE GRANO GRUESO	0.15
DE GRANO FINO	0.25
ROCA	0.1 – 0.4
LOESS	0.1 – 0.3
HIELO	0.36
CONCRETO	0.15

Fuente: (Alva, 2007, p.51)

Tabla 6: Valores de Factor de Forma ( $I_f$ ) por forma de Cimentación.

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE $I_f$ (cm/m)			
	CIM FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACIÓN	CENTRO	ESQ.	MEDIO	---
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
L/B = 5	210	105	183	170
L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	56	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

Fuente: (Alva, 2007, p.51)

El perfil estratigráfico es aquel que se obtiene a partir de los datos de excavaciones o cortes ya sean naturales o artificiales en el terreno donde se evidencia los tipos de estratos que se incluyen en el perfil estratigráfico. Mediante la cual se puede realizar la estratigrafía del subsuelo, según la profundidad que demande el proyecto.

Del perfil estratigráfico realizado para la presente tesis se aprecia la existencia del nivel freático, en las 04 calicatas se evidencia la presencia de agua a diferentes alturas siendo la C-01 a 2.00 m de profundidad, C-02 a 1.90 m de profundidad, C-03 a 1.70 m de profundidad y C-04 a 1.60 m de profundidad. Esto nos deja como una profundidad promedio de 1.80 m de profundidad donde se aprecia el nivel freático.

Tabla 7: Comparativo del perfil estratigráfico ensayado .

Profundidad ( m )	C A L I C A T A S				Profundidad ( m )
	DESCRIPCION	AASTHO	SUCS		
0.00		C - 01			0.00
	ARENA LIMOSA MAL GRANUADA - CON PRESENCIA DE CONCHAS MARINAS	A - 1 - b (0)	GP		
	GRAVA MAL GRADUADA	A - 1 - b (0)	GP		
N.F. ( -2.00 m )		C - 02			-1.00
	ARENA LIMOSA MAL GRANUADA - CON PRESENCIA DE CONCHAS MARINAS	A - 1 - b (0)	GP		
	GRAVA MAL GRADUADA	A - 1 - b (0)	GP		
N.F. ( -1.90 m )		C - 03			-1.00
	ARENA LIMOSA MAL GRANUADA - CON PRESENCIA DE CONCHAS MARINAS	A - 1 - b (0)	GM		
	GRAVA LIMOSA	A - 1 - b (0)	GM		
N.F. ( -1.70 m )		C - 04			-1.00
	ARENA LIMOSA MAL GRANUADA - CON PRESENCIA DE CONCHAS MARINAS	A - 1 - b (0)	GM		
	GRAVA LIMOSA	A - 1 - b (0)	GM		
N.F. ( 1.60 m )					-2.00
	ARENA LIMOSA MAL GRANUADA - CON PRESENCIA DE CONCHAS MARINAS				
	GRAVA LIMOSA				
-2.00					-2.00
	ARENA LIMOSA MAL GRANUADA - CON PRESENCIA DE CONCHAS MARINAS				
	GRAVA LIMOSA				

Fuente: Elaboración Propia

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación:**

La presente investigación tiene un enfoque del tipo aplicado, debido a que se busca la obtención de datos que den soluciones a problemas prácticos obtenidos de la investigación, con ello dar solución a la problemática de la presente tesis.

##### **Diseño de investigación:**

El diseño de la presente investigación es de un tipo “no experimental” transversal descriptivo, porque no se requiere replicar ningún fenómeno en concreto para poder determinar el comportamiento de las variables y se recolectaran datos en un único momento.

#### 3.2. Variables y operacionalización

En la presente investigación se consideró como: Variable N° 01, EMS del proyecto de ejecución de obra. Y como variable N°02: Diseño de cimentación. Siendo estas variable Independiente y Dependiente, respectivamente.

##### **Variable N° 01:**

EMS del proyecto de ejecución de obra

- **Definición conceptual:** La norma E. 050 referente a Suelos y Cimentaciones definen el estudio de mecánica de suelos como una serie de investigaciones que se realizan in-situ, con los que se realizan mediante muestreo ensayos de laboratorio que tienen por finalidad estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación.
- **Definición operacional:** Del EMS del proyecto de ejecución de obra se compara los datos obtenidos con el EMS realizado en el presente

proyecto de investigación, mediante la realización de ensayos de laboratorio, con el fin de calcular la capacidad portante del suelo. Se realizó la excavación a cielo abierto de las Calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, las cuales se realizaron a una altura de 2.00 m de profundidad, en la zona de cimentación del proyecto de ejecución. Se tomó muestras de las 4 excavaciones para realizar los ensayos de granulometría del suelo, contenido de humedad, densidad de campo, proctor modificado y corte directo, con esos datos se calculó la capacidad portante del suelo.

- **Indicadores:**

- Ensayos de mecánica de suelos.
- Capacidad portante del suelo.

- **Escala de medición:**

La escala de medición será del tipo Razón y Ordinal de acuerdo a los indicadores.

**Variable N° 02:**

Diseño de cimentación

- **Definición conceptual:**

La norma E.050 referente a Suelos y Cimentaciones define como cimentación la parte de la edificación que transmite al subsuelo las cargas de la estructura. Para el diseño de cimentación se considera del tipo superficial y profundas, de acuerdo al tipo de suelo de fundación.

Para el diseño de la zapata la norma E.060 referente a Concreto Armado nos da parámetros para el diseño de cimentaciones en el Capítulo 15 titulado Zapatas. Asimismo, la norma E.030 referente a Diseño Sismorresistente nos da parámetros para determinar las características de diseño que se debe considerar para cada estructura, según la finalidad que cumple.

### **Definición operacional:**

El diseño de cimentación se realizó de acuerdo a los datos obtenidos del EMS del proyecto de investigación, se hizo uso de la Norma E.060 Concreto Armado para el diseño de cimentación mediante el uso del software ETABS y SAFE, también se hizo uso de los parámetros de diseño de la Norma E.030 referente a Diseño Sismorresistente.

- **Indicadores:**

- Diseño de cimentación superficial.
- Asentamientos.

- **Escala de medición:**

La escala de medición será del tipo Razón de acuerdo a los indicadores.

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

#### **Población:**

Hernández, Fernández y Bautista (2014) Nos explica que la población es un grupo de casos donde se va a poder concordar con una serie de especificaciones. En la presenta investigación la población son todos los centros comerciales que existan en el distrito de San Andrés.

- **Criterios de inclusión:**

La verificación de edificios de centros comerciales de la zona que tengan el mismo tipo de cimentación.

- **Criterios de exclusión:**

Aquellos edificios de la zona que no corresponden al mismo tipo de diseño.

#### **Muestra:**

Todos los centros comerciales que tengan similitud en sistema constructivo, tanto arquitectónico como estructural siendo el

arquitectónico para los niveles de pisos y estructural para el tipo de sistema constructivo.

**Muestreo:**

Se realizó la ejecución de calicatas y se tomaron las muestras correspondientes para realizar los ensayos teniendo en cuenta la Norma E.050 referente a Suelos y Cimentaciones, se solicitó a la M.D San Andrés información sobre el diseño de cimentación y EMS del proyecto de ejecución de obra, se realizó una inspección ocular del terreno, así también se realizó el modelamiento de la estructura con la ayuda del software ETABS de los planos brindados por la municipalidad para la obtener las cargas transmitidas a la cimentación las cuales fueron analizadas mediante el software SAFE.

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

**Técnica:**

Se empleó la técnica de la observación para la elaboración del presente proyecto de investigación.

**Instrumentos:**

El instrumento de recolección de datos durante la realización de los ensayos de mecánica de suelos, fueron los formatos de ensayos en Excel, también se hizo uso de herramientas manuales como pala, pico, costales y wincha, para la toma de muestras del suelo. Se solicitó información a la M.D San Andrés sobre el diseño de cimentación y ensayos realizados. También se realizó una inspección ocular al área del proyecto de ejecución de obra.

Los equipos e instrumentos utilizados para los ensayos fueron supervisados por el equipo técnico a cargo del laboratorio de suelos.



### **3.5. Procedimientos:**

Se procedido a realizar 04 calicatas según lo señalado en la Figura N° 5, Para conocer los estratos a intervenir los que identificar sus perfiles estratigráficos, como se muestra en la Tabla N°5.

Se realizó de la siguiente manera realizando una inspección ocular del área del proyecto de ejecución de obra, se observó la proximidad al litoral marítimo, como también se observa una construcción existente en estado de deterioro que será demolido para la construcción del proyecto de ejecución de obra.

Se solicitó información a la M.D San Andrés mediante Carta N° 001-2018-PATM para la obtención de los planos de diseño y EMS del proyecto de ejecución de obra, con lo que se comprobó que el EMS presentado por el proyecto de ejecución de obra arrojaba resultados no concordantes al no mostrar la presencia del nivel freático, dada la proximidad al litoral marítimo.

La toma de muestra del suelo se realizó mediante exploración a cielo abierto, realizando 04 Calicatas en el área del proyecto mediante el laboratorio de suelos contratado CII Ingenieros Consultores EIRL, las mismas que se realizaron a una profundidad de 2.00 m, asimismo se realizó ensayos de densidad de campo, proctor modificado y corte directo de las muestras extraídas del suelo, de esta manera se obtuvo la capacidad portando del suelo.

Con los planos brindados por la M.D San Andrés realizó el modelamiento de la estructura del proyecto mediante el uso del software ETABS, con lo que se obtuvo los esfuerzos transmitidos a la cimentación. Con ello haciendo uso del software SAFE se realizó el diseño de Cimentación.

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

El método de análisis de datos que se realizo fue descriptivo, con lo que se analiza los datos obtenidos por la M.D San Andrés; se obtuvo los resultados de los ensayos de laboratorio, y los esfuerzos que transmite la estructura a suelo de cimentación mediante el software ETABS.

### **3.7. Aspectos éticos**

El presente proyecto de investigación fue desarrollado con honestidad y responsabilidad manifestando que el contenido es innovador y de autoría propia, a su vez recalcar que citare frases y textos de otros autores con fines de esclarecer con información histórica ya publicada, como son libros, conferencias, tesis de investigación, normativa nacional como es la norma E.030 referente a Diseño Sismorresistente, norma E.050 referente a Suelos y Cimentaciones y la norma E.060 referente a Concreto Armado, informar que me someteré al software de similitud de otros trabajos.

Los datos mostrados que fueron obtenidos durante la presente investigación fueron procesados de manera correcta, respaldados por el laboratorio de suelos y las normativas peruanas.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados según los objetivos

#### 4.1.1. Resultados del objetivo general

Para la comparación del EMS del proyecto de ejecución de obra con el EMS del proyecto de investigación, se realizó la evaluación de los datos obtenidos de la M.D San Andrés como también el análisis de asentamientos para el diseño de cimentación superficial realizado.

#### **Características del Proyecto de ejecución de obra**

De la revisión del EMS del proyecto de ejecución de obra nos manifiesta que la edificación es de 01 piso estructurado en base a pórticos y cobertura de aligerado de concreto armado, que transmiten cargas al terreno de fundación mediante zapatas y/o cimiento corridos con luces de 4.00 m, que transmitirán cargas al subsuelo del orden 2,00 Kg por Columna.

#### **Ubicación del área de estudio**

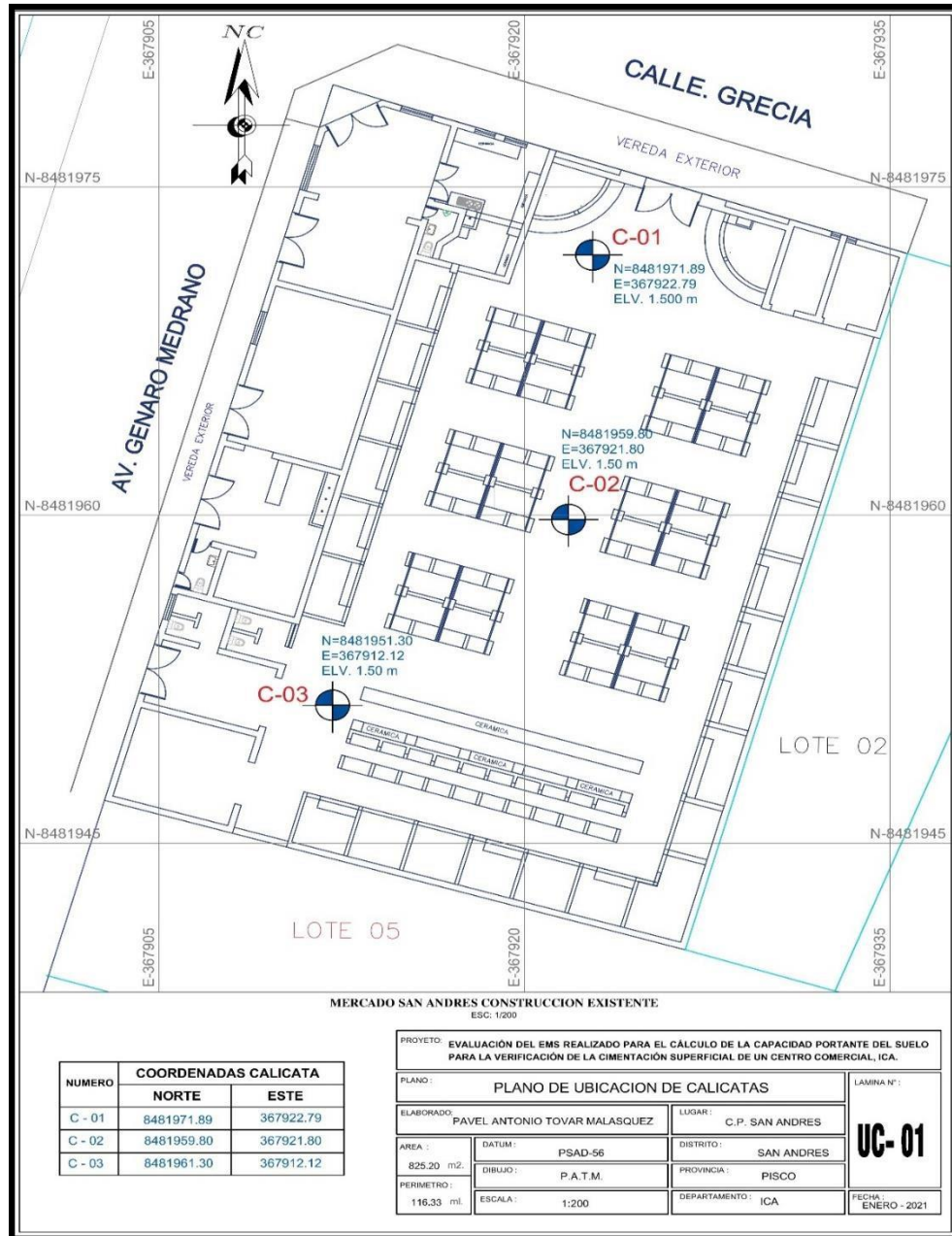
El EMS del proyecto de ejecución de obra, muestra la realización de 03 calicatas excavadas a una profundidad de 2.00 m, las mismas que muestran suelos del tipo GP y GM especificados en la Tabla 12, a continuación, se detallan:

Tabla 8: Calicatas realizadas en el EMS del proyecto de ejecución de obra

CALICATA N°	NORTE	ESTE	ALTURA
01	8481971.89	367922.79	1.50 msnm
02	8481959.80	367921.80	1.50 msnm
03	8481951.30	367912.12	1.50 msnm

Fuente: M.D San Andrés.

Figura 2: Plano de Ubicación de Calicata del EMS del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: Elaboración Propia.

Del perfil estratigráfico, se muestra los estratos encontrados en cada punto de investigación realizado, donde se evidencia la no presencia del nivel freático en el área del proyecto como se muestra en la Tabla 10, los mismos que se anexan en la presente tesis.

Tabla 9: Perfil estratigráfico de la calicata C-01 del proyecto de ejecución de obra.

CALICATA C-01				
Prof (m)	Simbología	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASTHO	
0.00		GP	A-1-a (0)	<p>Estrato de algunos cantos rodado de suelo natural conformado por gravas mal graduada, no plastico, compacto y en estado denso, color marrón claro, ligeramente húmedo (2.75%). Con presencia de materia orgánica (Restos marino combinado con material de canto rodado).</p> <p>NF = No presenta.</p>
1.00				
2.00				

Fuente: M.D San Andrés.

Tabla 10: Perfil estratigráfico de la calicata C-02 del proyecto de ejecución de obra.

CALICATA C-02				
Prof (m)	Simbología	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASTHO	
0.00		GM	A-1-b (0)	<p>Estrato de algunos cantos rodado de suelo natural esta conformado por gravas limosa, no plastio, compacto y en estado denso, color marron claro, ligeramente, húmedo (2.04%) Con presenia de materia orgánico (resto marino combinado con material de canto rodado)</p> <p>NF = No presenta.</p>
1.00				

Fuente: M.D San Andrés.

Tabla 11: Perfil estratigráfico de la calicata C-03 del proyecto de ejecución de obra.

CALICATA C-03				
Prof (m)	Simbología	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASTHO	
0.00		GP	A-1-a (0)	<p>Estrato de algunos cantos rodado de suelo natural conformado por gravas mal graduada, no plastico, compacto y en estado denso, color marrón claro, ligeramente húmedo (1.91%). Con presencia de materia orgánica (Restos marino combinado con material de canto rodado).</p> <p>NF = No presenta.</p>
1.00				
2.00				

Fuente: M.D San Andrés.

Tabla 12: Perfil estratigrafico del EMS del proyecto de ejecución obra.

PERFIL ESTRATIGRAFICO				
DESCRIPCION	CLASIFICACION	NIVEL FREATICO	CONTENIDO DE HUMEDAD	PROFUNDIDAD
	SUCS			
C-1	GP	N.P.	2.75%	2.00 m
C-2	GM	N.P.	2.04%	2.00 m
C-3	GP	N.P.	1.91%	2.00 m

Fuente: M.D San Andrés.

### Ensayos de Laboratorio

De los ensayos de laboratorio realizados por el EMS del proyecto de ejecución de obra nos muestra la realización de ensayos de análisis granulométricos, los límites de Atterberg, perfiles estratigráficos y el corte directo.

Del análisis granulométrico nos muestra el tipo de suelo que presenta el área del proyecto es del tipo GP y GM como se muestra en la Tabla 13, los mismos que se anexan en la presente tesis.

De los límites de Atterberg, se evidencia el comportamiento del suelo como se muestra en la Tabla 14, los mismos que se anexan en la presente tesis.

Del ensayo de corte directo, se obtiene información para el cálculo de la capacidad portante del suelo, como es el ángulo fricción interna  $\phi = 35.2^\circ$  y la cohesión  $0.00 \text{ kg/cm}^2$ , como se muestra la Tabla 15, los mismos que se anexan en la presente tesis.



Tabla 13: Ensayo granulométrico del EMS del proyecto de ejecución obra.

<b>ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CLASIFICACION</b>		<b>PROFUNDIDAD</b>
	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>	
C-1	GP	A-1-a (0)	2.00
C-2	GM	A-1-b (0)	2.00
C-3	GP	A-1-a (0)	2.00

Fuente: M.D San Andrés.

Tabla 14: Ensayo los límites de Atterberg del EMS del proyecto de ejecución obra.

<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>
	<b>ASTM D-4318</b>	<b>ASTM D-4318</b>	
C-1	0.00	17.26	N.P.
C-2	0.00	18.79	N.P.
C-3	0.00	17.39	N.P.

Fuente: M.D San Andrés.

Tabla 15: Ensayo de corte directo del EMS del proyecto de ejecución obra.

<b>CORTE DIRECTO</b>	
<b>COHESION</b>	<b>ANGULO DE FRICCION</b>
0.00 Kg/cm <sup>2</sup>	35.2°

Fuente: M.D San Andrés.

### **Análisis de la cimentación**

Del análisis de los perfiles estratigráficos del EMS del proyecto de ejecución de obra, concluyen que la cimentación deberá ser desplantada a una profundidad mínima de 1.30m, en el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, del tipo piedra graba limosa (GM) no plástica y de consistencia densa, mezclado con restos marinos.

## Capacidad Portante del suelo

De la capacidad portante del suelo el EMS del proyecto de ejecución de obra se realizó los cálculos mediante la información de los ensayos realizados donde manifiestan que en las excavaciones de las calicatas se identificaron suelos del tipo (SP-SM) arenas pobremente graduadas mezclado con limo, información que se contradice con los ensayos realizados que nos muestra el EMS del proyecto de ejecución de obra donde arrojan suelos solamente del tipo GM y GP, correspondiente a gravas limosas y grava mal graduada respectivamente.

De los datos obtenidos en el corte directo muestran que se tiene un ángulo de fricción interna de  $\phi = 35.2^\circ$ , y cohesión  $c = 0 \text{ kg/cm}^2$ . Con los datos obtenidos se realiza el cálculo de la capacidad portante del suelo mediante la aplicación de la ecuación de Terzaghi dando como resultado una capacidad última del suelo de  $1.18 \text{ kp/cm}^2$  y se recomienda una dimensión de zapata de  $1.45 \times 1.45 \text{ m}$  como se muestra en la Figura N° 3, Es preciso mencionar que en las conclusiones del EMS concluyen que la zapata deberá ser de  $1.30 \times 1.30 \text{ m}$  encontrándose otra contradicción en el EMS del proyecto de ejecución de obra.

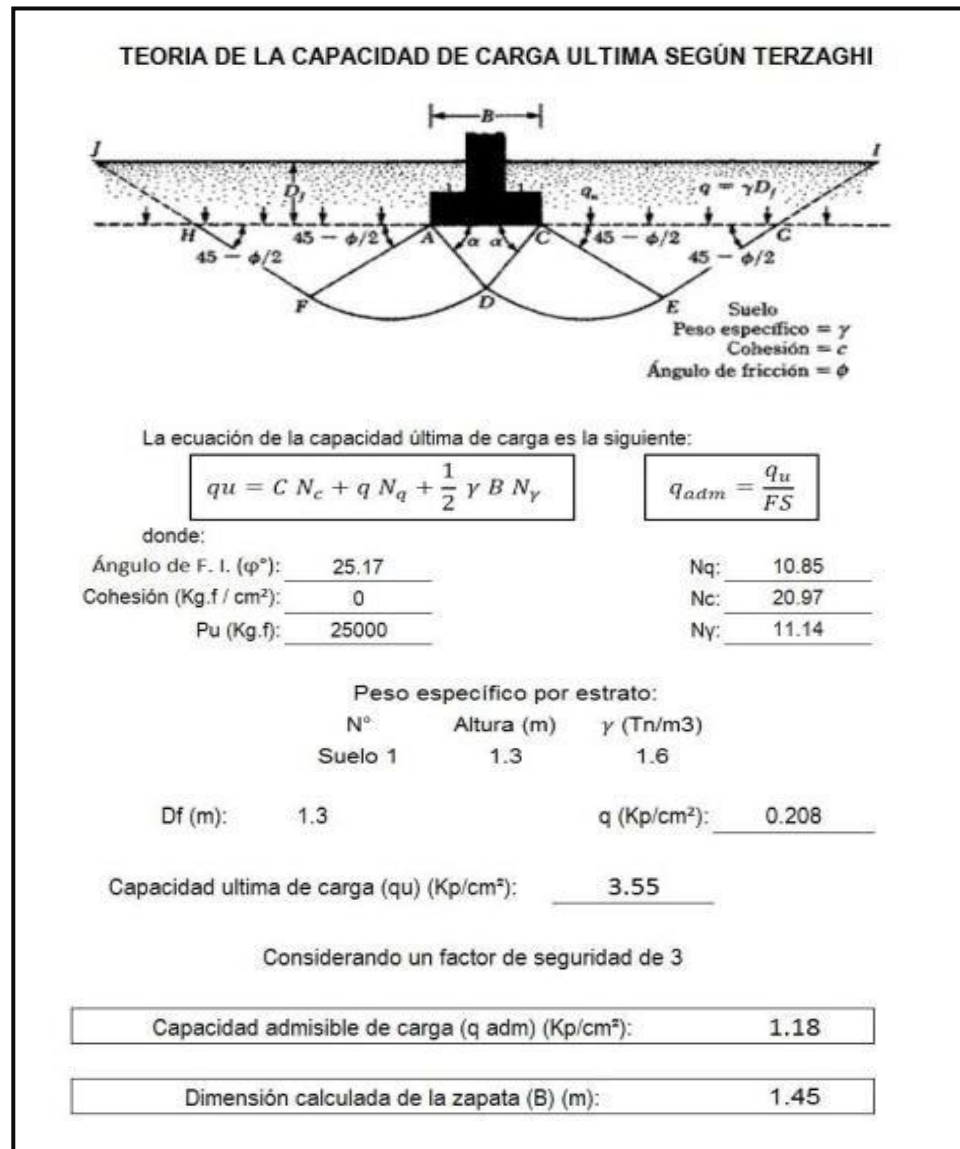
Angulo de fricción interna	:	$\phi = 35.2^\circ$
Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ )	:	$C = 0.0$
Densidad húmeda inicial $\text{Kg/cm}^3$	:	1.71
Contenido de humedad inicial (%)	:	1.23
Contenido de humedad final	:	1.20

En los cálculos del EMS del proyecto de ejecución consideran la ocurrencia de una falla local para el estrato de GM, siendo no plástico y de consistencia densa.

$$\phi = \text{Arctg} \left( \frac{2}{3} \times \text{Tan}(35.2^\circ) \right)$$

$$\phi = 25.17^\circ$$

Figura 3: Cálculo de la capacidad portante del EMS del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: M.D San Andrés.

Se puede observar que los datos calculados que muestra el EMS en la capacidad portante los coeficientes de Terzagui-Peck, los valores del resumen de datos y los datos presentes en el cálculo que varían con los considerados en los cálculos.

Tabla 16: Cuadro de datos de resumen del proyecto de ejecución de obra.

I.- DEFINICIÓN DE ÁREA EFECTIVA DE CALCULO- HIPÓTESIS DE	II.- COEFICIENTES DE TERZAGUI-PECK
Df = 1.30 m.	Nc = 20.72
B = 0.45 m.	Ny = 10.88
$\gamma_1 = 1.587 \text{ gr/cm}^3$ , $\gamma_2 = 1.690 \text{ gr/cm}^3$	Nq = 10.66

Fuente: M.D San Andrés.

### Asentamientos

Del cálculo del asentamiento del EMS del proyecto de ejecución de obra se concluye que el asentamiento permisible es de 0.60 cm.

Del potencial de expansión del EMS del proyecto de ejecución de obra se obtiene que en las muestras obtenidas se tiene un Potencial de Expansión bajo.

Del análisis que se realizó al EMS del proyecto de ejecución de obra, se pudo encontrar algunas observaciones en el desarrollo del EMS como también se puede apreciar que el perfil estratigráfico desarrollado no muestra la existencia del nivel freático, siendo que el área del proyecto se encuentra próximo al litoral marítimo.

#### 4.1.2. Resultados de los objetivos específicos N° 01

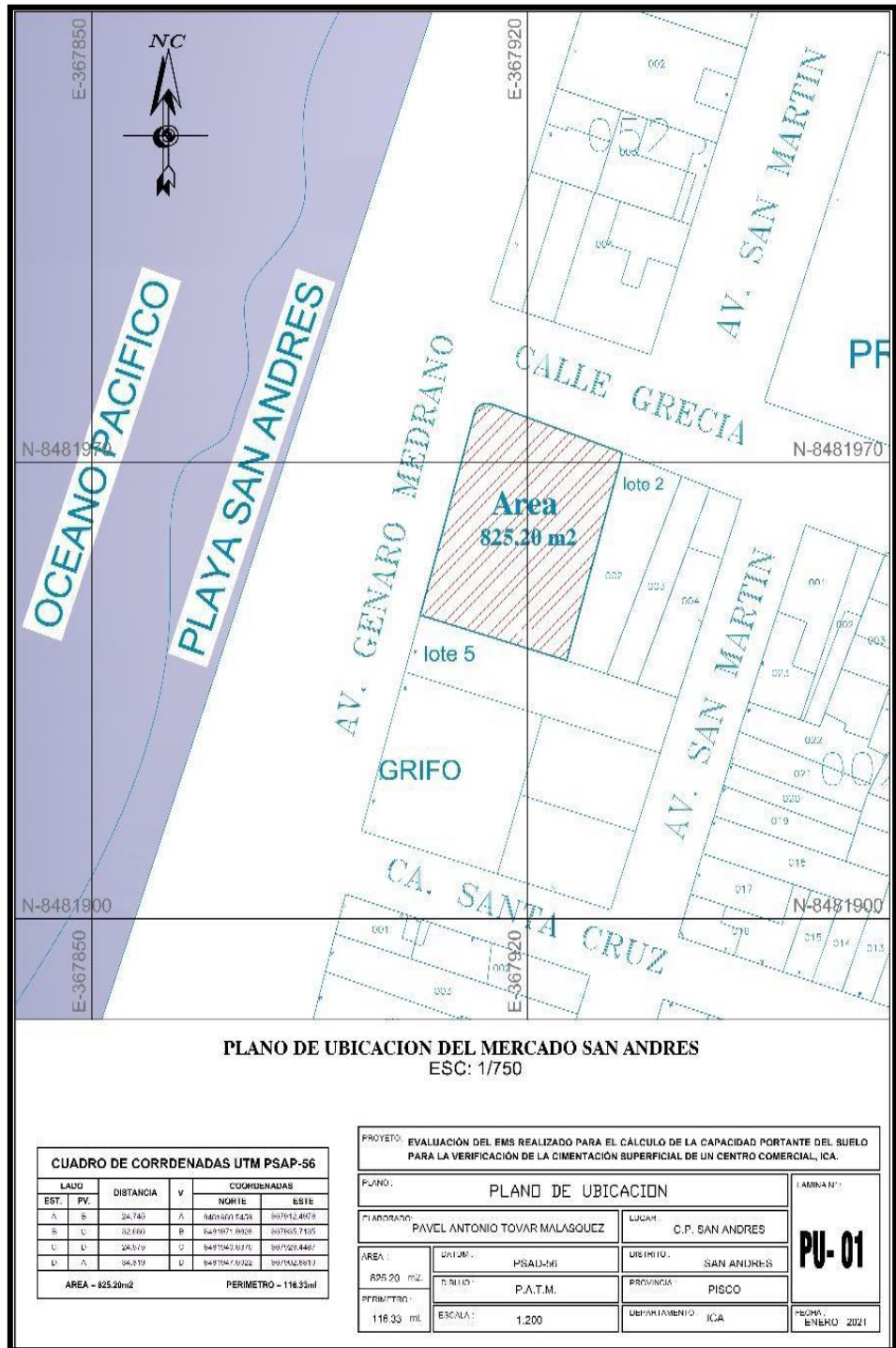
Para la realización de los ensayos de laboratorio para el EMS del proyecto de investigación de tesis, se recaudó la siguiente información del área del proyecto.

#### Ubicación del área de estudio

La zona de estudio se encuentra localizada en el cruce de la Calle Grecia con Av. Gerardo Medrano, distrito de San Andrés, Provincia de Pisco, Región de Ica, corresponde a un lote de forma rectangular

de 825.20 m<sup>2</sup>, se aprecia una edificación de albañilería existente en estado de deterioro e inhabitable, donde se ejecutará el proyecto de ejecución de obra Centro Comercial 9 de diciembre.

Figura 4: Ubicación del área en estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Para el presente EMS del proyecto de investigación de tesis, se realizó de 04 calicatas que se detalla a continuación:

Tabla 17: Calicatas realizadas en el EMS del proyecto de investigación de tesis.

CALICATA	COORDENADAS UTM		TIPO DE SUELO	
	NORTE	ESTE	SUCS	ASSHTO
C-01	8481603.00	367688.00	GP	A-1-b(0)
			SP-SM	A-1-b(0)
C-02	8481597.00	367702.00	GP	A-1-b(0)
			SP-SM	A-1-b(0)
C-03	8481603.85	367695.67	GM	A-1-b(0)
C-04	8481590.31	367690.93	GM	A-1-b(0)

Fuente: Elaboración propia.

Para la realización de las calicatas se utilizó las herramientas como son pico y pala para la excavación manual, las mismas que fueron realizadas según lo indica la Figura 5.

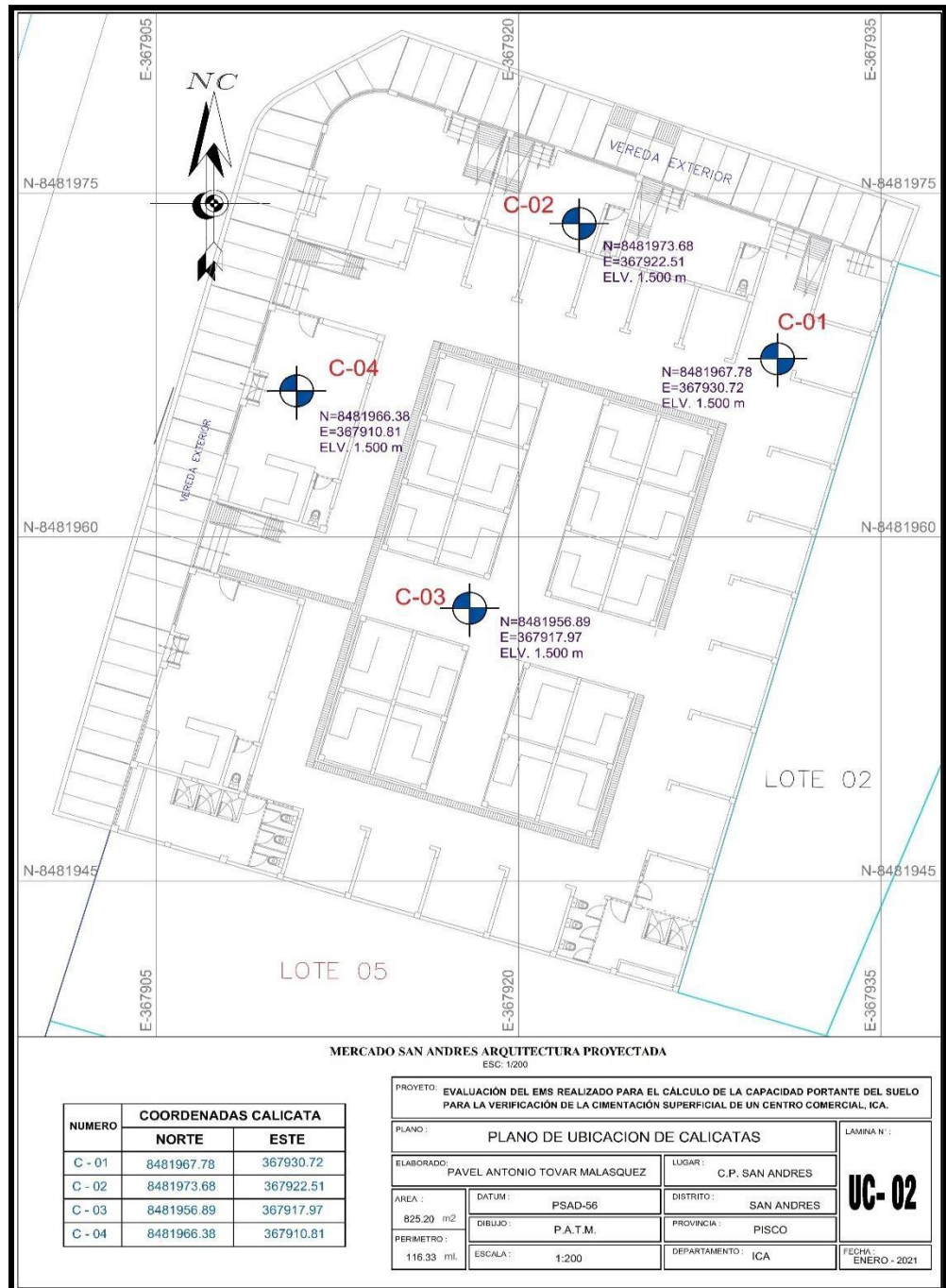
Las calicatas realizadas con el fin de conocer la estratigrafía de la zona de estudio, se realizaron 04 calicatas alcanzando una profundidad de 2.00 m, donde se pudo apreciar la presencia del nivel freático a una altura variable.

Tabla 18: Perfil Estratigráfico del EMS del proyecto de investigación de tesis.

PERFIL ESTRATIGRAFICO				
DESCRIPCION	CLASIFICACION	NIVEL FREATICO	CONTENIDO DE HUMEDAD	PROFUNDIDAD
	SUCS			
C-1	GP	-2.00 m	8.35%	2.00 m
	SP-SM		8.64%	2.00 m
C-2	GP	-1.90 m	1.81%	2.00 m
	SP-SM		13.70%	2.00 m
C-3	GM	-1.70 m	7.17%	2.00 m
C-4	GM	-1.60 m	10.43%	2.00 m

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Ubicación de calicatas del proyecto de ejecución de tesis.



Fuente: Elaboración propia.

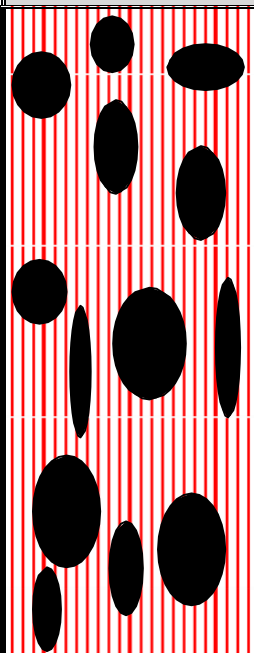
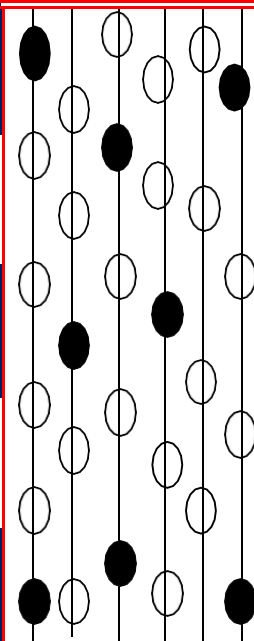
Tabla 19: Perfil estratigráfico de la calicata C-01 del proyecto de investigación.

CALICATA C-01				
Prof (m)	Simbología	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASTHO	
0.00		GP	A-1-b (0)	Grava mal graduada
1.00				
2.00		SP - SM	A-1-b (0)	Arena Limosa mal graduada con presencia de conchas marinas.
<b>NIVEL FREATICO PROF. -2.00 M</b>				

Fuente: Elaboración propia.

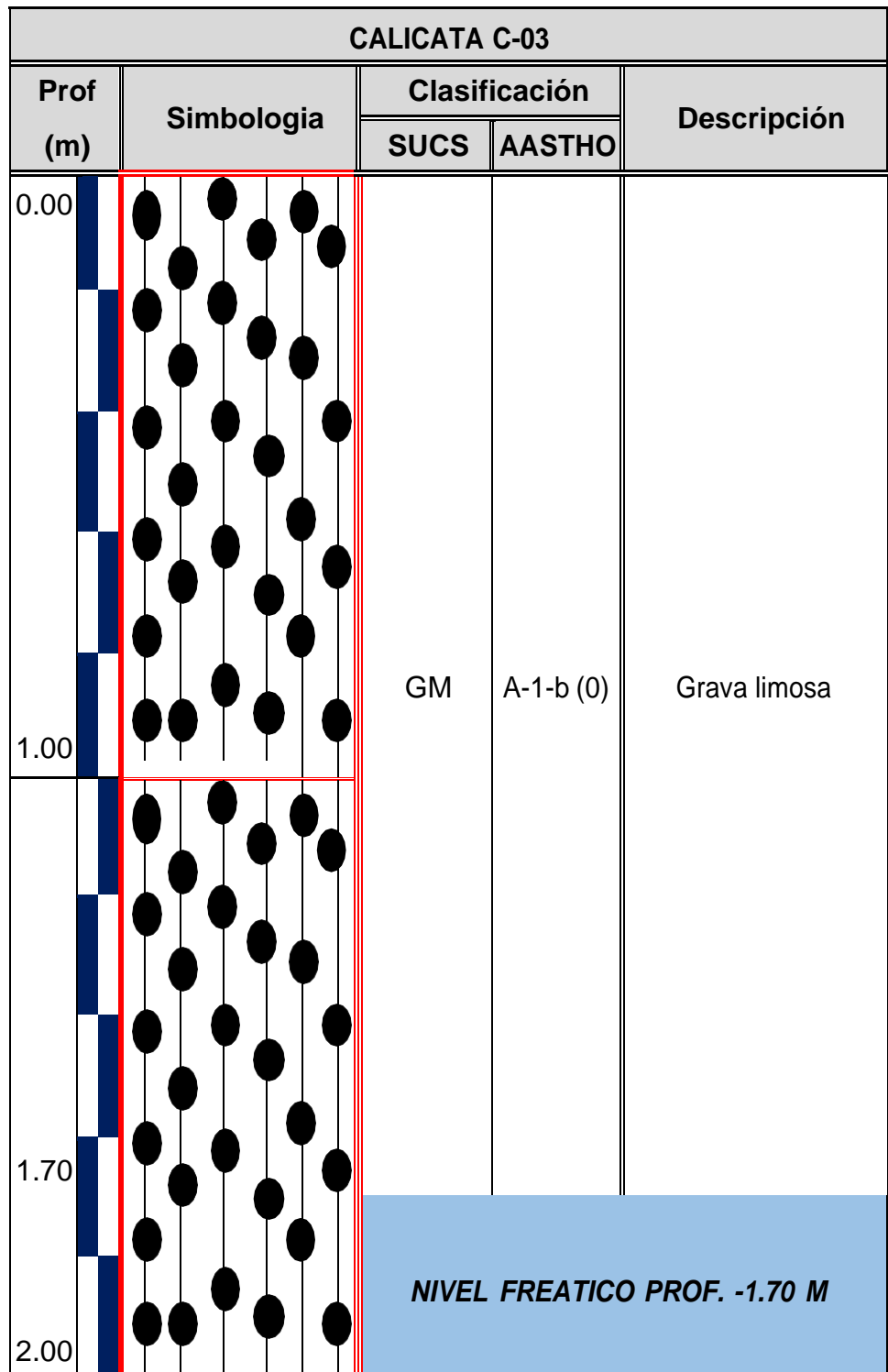


Tabla 20: Perfil estratigráfico de la calicata C-02 del proyecto de investigación.

CALICATA C-02				
Prof (m)	Simbología	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASTHO	
0.00		GP	A-1-b (0)	Grava mal graduada
1.00				
1.90		SP - SM	A-1-b (0)	Arena Limosa mal graduada con presencia de conchas marinas.
2.00				
		<b>NIVEL FREATICO PROF. -1.90 M</b>		

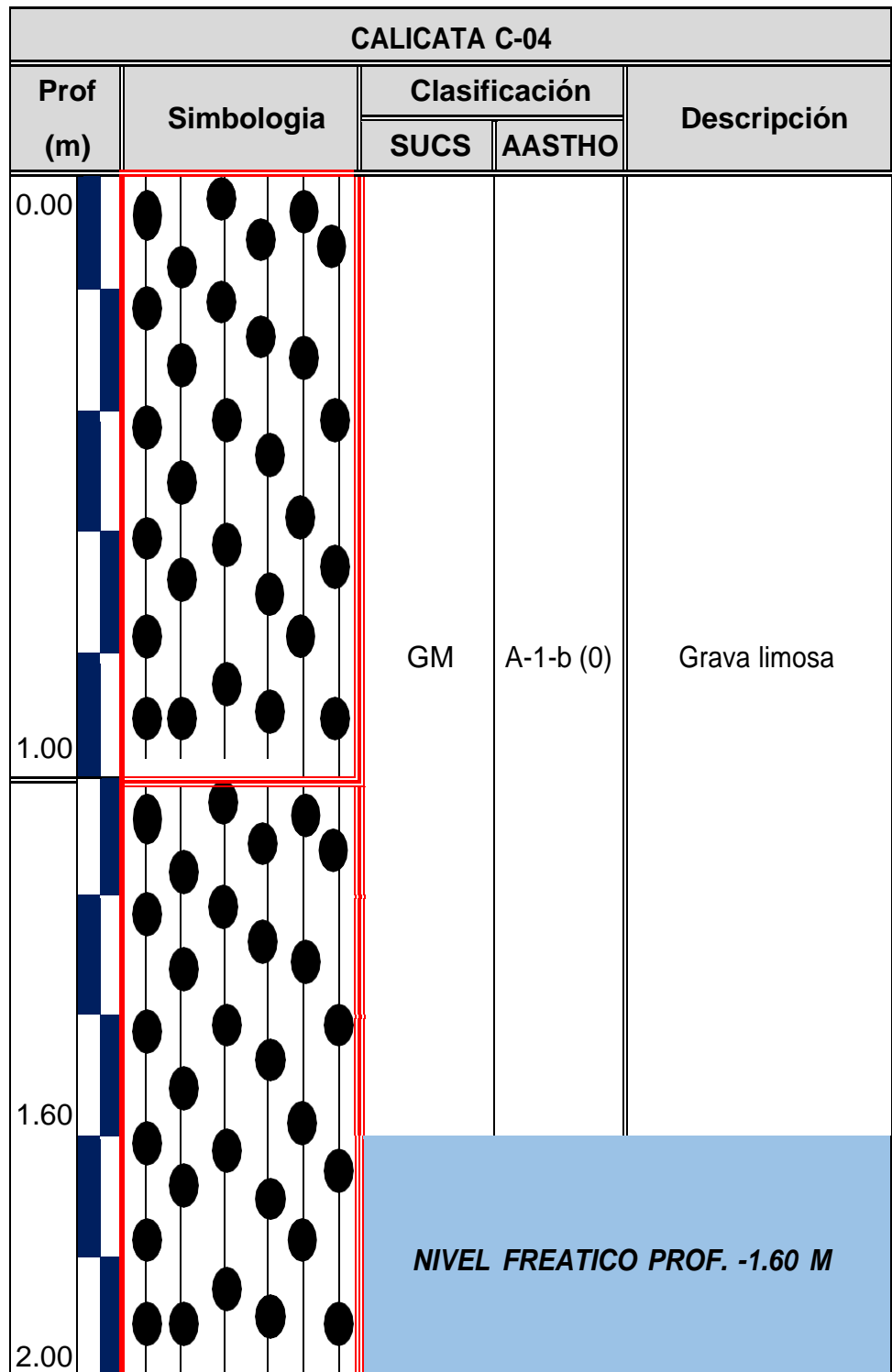
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Perfil estratigráfico de la calicata C-03 del proyecto de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Perfil estratigráfico de la calicata C-04 del proyecto de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

## Ensayos de Laboratorio

De los ensayos de laboratorio realizados por el EMS del proyecto de investigación de tesis se realizó mediante el laboratorio de los suelos CII Ingenieros Consultores E.I.R.L “Geotecnia & Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y Asfalto”, donde se evaluó las muestras que se extrajo de las calicatas para determinar el Análisis granulométrico mediante el formato GR-S-CII, Perfil estratigráfico mediante el formato PE-S-CII, Contenido de humedad mediante el formato CH-S-CII, los cuales se muestran a continuación: (Se anexa)

Tabla 23: Ensayo granulométrico del EMS del proyecto de investigación de tesis.

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO			
DESCRIPCION	CLASIFICACION		PROFUNDIDAD
	SUCS	AASHTO	
C-1	GP	A-1-b(0)	2.00 m
	SP-SM	A-1-b(0)	2.00 m
C-2	GP	A-1-b(0)	2.00 m
	SP-SM	A-1-b(0)	2.00 m
C-3	GM	A-1-b(0)	2.00 m
C-4	GM	A-1-b(0)	2.00 m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Los limite de Atterberg del EMS del proyecto de investigación de tesis.

LIMITES DE ATTERBERG			
DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD
	ASTM D-4318	ASTM D-4318	
C-1	0.00	0.00	N.P.
	0.00	0.00	N.P.
C-2	0.00	0.00	N.P.
	0.00	0.00	N.P.
C-3	0.00	0.00	N.P.
C-4	0.00	0.00	N.P.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Densidades del EMS del proyecto de investigación de tesis.

<b>ENSAYO ESTANDAR PARA DENSIDAD IN SITU</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>Densidad Seca</b>	<b>Densidad Humedad</b>
Terreno Natural	1.53 gr/cm <sup>3</sup>	1.62 gr/cm <sup>3</sup>
C-1	1.71 gr/cm <sup>3</sup>	1.86 gr/cm <sup>3</sup>
C-2	1.64 gr/cm <sup>3</sup>	1.87 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Corte directo del EMS del proyecto de investigación de tesis.

<b>CORTE DIRECTO</b>	
<b>COHESION</b>	<b>ANGULO DE FRICCION</b>
0.00 Kg/cm <sup>2</sup>	33.90

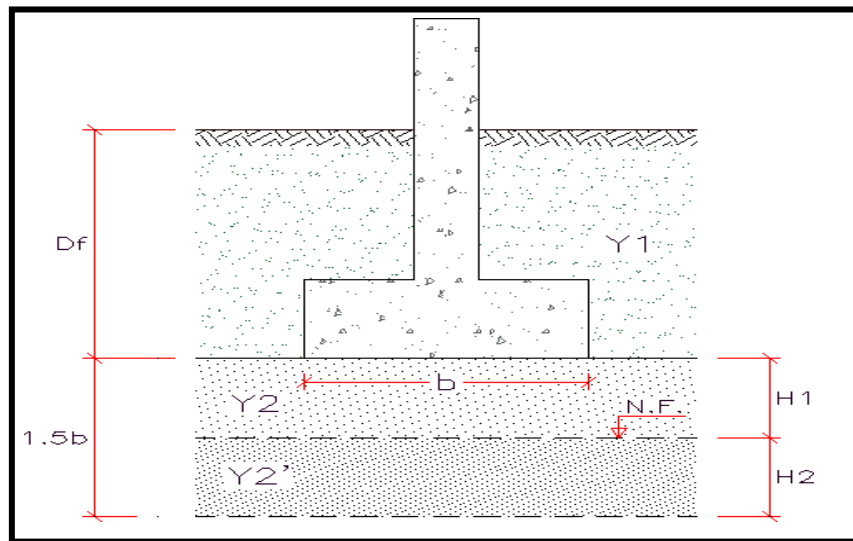
Fuente: Elaboración propia.

### **Determinación de la Capacidad Portante del Suelo**

Profundidad de cimentación al realizar la excavación se tomaron los datos del perfil estratigráfico como se puede apreciar en la Tabla 5 de la presente investigación y así mismo se determina que el nivel de desplante será a  $D_f = -1.50$  m.

Mediante los datos obtenidos en los ensayos se determina que en la muestra de suelo del tipo SP-SM como son la C1 y C2, donde se exime una falla local se realiza el cálculo de la capacidad portante teniendo en cuenta la reducción del ángulo interno de fricción por falla local propuesto por Terzaghi. Se considera los datos del C2 donde la  $NF = -1.90$  m.

Figura 6: Teoría de capacidad última de Terzaghi.



Fuente: Elaboración propia

**La Ecuación de la Capacidad Última de Carga para una Zapata Cuadrada, Con estimación de Falla Local:**

$$q_u = 0.867 c N_c' + q N_q' + 0.4 \gamma B N_{\gamma}'$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q = D_f \cdot \gamma$$

**Donde:**

- Angulo de Fricción Interna (°)	$\phi^\circ$	=	33.90 °
- Cohesión del suelo (Kg. f / cm <sup>2</sup> )	c	=	0.00 Kg.f / cm <sup>2</sup>
- Peso específico debajo del cimiento	$\gamma_2$	=	1.64 Ton/m <sup>3</sup>
- Peso específico encima del cimiento	$\gamma_1$	=	1.64 Ton/m <sup>3</sup>
- Peso específico debajo del cimiento saturado	$\gamma'_{sat}$	=	1.87 Ton/m <sup>3</sup>
- Longitud de Desplante (m)	Df	=	1.50 m
- Base de Cimiento (m)	B	=	1.30 m
- Factor de Seguridad	FS	=	3.00
- Peso específico del agua	$\gamma_w$	=	1.00 Ton/m <sup>3</sup>

**Modificación al ángulo de fricción por la estimación de falla:**

$$\phi = \text{Arctg}\left(\frac{2}{3} \times \tan(33.9^\circ)\right)$$

$$\phi = 24.13 \quad \text{(Para Suelos SP-SM)}$$

**Carga modificada por la influencia del nivel freático:**

$$\gamma'_2 = \gamma'_{sat} - \gamma_w$$

$$\gamma'_2 = 1.86 - 1.00$$

$$\gamma'_2 = 0.860 \quad \text{Tn/m}^3$$

**Para la calicata más desfavorable que exhibe falla local:**

Para NF= -1.90 m, Df= 1.50 m se obtiene  $H_1 = 0.40$  m y  $H_2 = 1.55$  m

$$\gamma' = \frac{\gamma_2 H_1 + \gamma'_2 H_2}{H_1 + H_2}$$

$$\gamma' = 1.02 \quad \text{Tn/m}^3$$

**Para el Cálculo de los Factores de Carga:**

$$\bullet \text{ Nc}' = \text{Cot } \phi \cdot (\text{Nq} - 1)$$

$$\bullet \text{ Nc}' = \text{Cot } (24.13^\circ) \cdot (9.73 - 1)$$

$$\bullet \text{ Nc}' = \underline{\underline{19.50}}$$

$$\bullet \text{ Nq}' = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$$

$$\bullet \text{ Nq}' = \tan^2 \left( 45 + \frac{24.13^\circ}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan 24.13^\circ}$$

$$\bullet \text{ Nq}' = \underline{\underline{9.73}}$$

$$\bullet \text{ N}\gamma' = 2 \cdot (\text{Nq} + 1) \cdot \tan \phi$$

$$\bullet \text{ N}\gamma' = 2 \cdot (9.73 + 1) \cdot \tan(24.13^\circ)$$

$$\bullet \text{ N}\gamma' = \underline{\underline{9.62}}$$

**Para el cálculo de la sobrecarga equivalente efectiva ( q )**

**Peso Específico del Estrato:**

Nº	Altura (m)	$\gamma_1$ (ton/m <sup>3</sup> )
Suelo	1.50	1.640

$$q = Df \cdot \gamma_1$$

$$q = 1.50 \text{ m} \times 1.640 \text{ Ton/m}^3$$

$$q = \mathbf{2.46 \text{ Ton / m}^2}$$

$$q_u = 0.867 c N c' + q N q' + 0.4 \gamma B N \gamma'$$

$$q_u = 0.867 \times c \times N c' + q \times N q' + 0.4 \times \gamma' \times B \times N \gamma'$$

$$q_u = 0.867 \times 0 \times 19.50 + 2.46 \times 9.73 + 0.4 \times 1.08 \times 1.3 \times 9.62$$

$$q_u = 41.02 \text{ Ton / m}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = 13.67 \text{ Ton / m}^2$$

$$q_{adm} = \mathbf{1.37 \text{ Kg/cm}^2}$$

La dimensión estimada de la zapata es de 1.30 m x 1.30 m.

La Capacidad Portante del suelo a una distancia de Fundación de 1.50 m es de 1.37 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.3. Resultados de los objetivos específicos N° 02

Mediante el uso del software ETABS se realizó el modelamiento de la estructura de la edificación haciendo uso de la Norma E 0.20 referente a Cargas, Norma E 0.30 referente a Diseño sísmorresistente y Norma E.060 referente a Concreto armado de la misma manera se realiza el diseño de la cimentación mediante el uso del software SAFE.

Se sabe del ETABS que es un software de análisis para estructuras, permite dimensionar, modelar, calcular y analizar las estructuras. El SAFE es un software para el análisis y dimensionamiento de cimentaciones de concreto armado.



El Perú se encuentra en el cinturón de fuego del pacífico por lo que es importante considerar los efectos sísmicos en las edificaciones en general.

Alva (1993), señala: “El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto, está expuesto a este peligro, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales” (p. 1). De esta manera en la Norma E.030 Diseño sismorresistente se considera parámetros de diseño para controlar los esfuerzos sísmicos.

### **Memoria de cálculo**

El sistema estructural predominante en la dirección X e Y es de albañilería confinada, por la participación de muros portantes de albañilería, de esta manera la norma principal que rigen sus diseños es la Norma E.070 Albañilería y Norma E. 060 Concreto armado, el diseño se compone de columnas cuadradas de 0.25x0.25m, 0.30x0.30m y 0.30 x 0.15m; columnas en L de 0.45x0.45m; columnas en T de 0.15x0.30m.

También se tiene vigas chatas de 0.25x0.20m, 0.15x0.20m en combinación con vigas peraltadas de 0.25x0.50m, 0.25x0.40m y 0.25x0.40m.

Las losas aligeradas tienen un espesor de 0.20m, todo el concreto de las estructuras es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Las normas empleadas son las estipuladas en Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú).

Norma E. 020 “Cargas”

Norma E. 030 “Diseño sismorresistente”

Norma E. 060 “Concreto armado”

Norma E. 070 “Albañilería”

Especificaciones de materiales empleados:

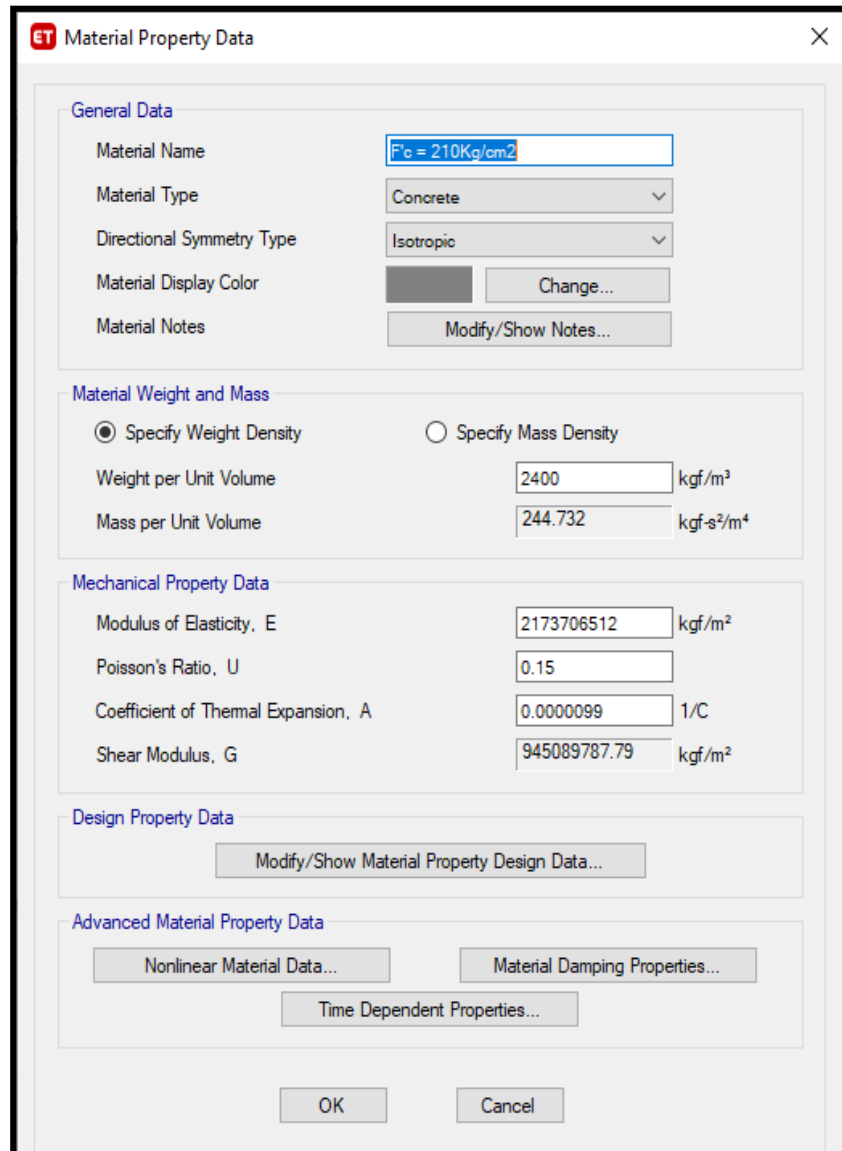
**Material de concreto armado:**

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\lambda_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$E_c = 2173706512 \text{ Kg/m}^2$$

Figura 7: Configuración del concreto armado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia

### Material de acero corrugado:

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\lambda_c = 7850 \text{ Kg/m}^3$$

$$E_c = 21000000000 \text{ Kg/m}^2$$

Figura 8: Configuración del acero corrugado  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

ET Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  kg/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E:  kgf/m<sup>2</sup>

Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Fuente: Elaboración propia

### Material de Albañilería:

$$\lambda_c = 1350 \text{ Kg/m}^3$$

$$E_c = 325000000 \text{ Kg/m}^2$$

Figura 9: Configuración del material de Albañilería.

The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Contains fields for "Material Name" (set to "Albañilería"), "Material Type" (set to "Other"), "Directional Symmetry Type" (set to "Isotropic"), "Material Display Color" (a yellow-green swatch with a "Change..." button), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Below are input fields for "Weight per Unit Volume" (1350 kgf/m³) and "Mass per Unit Volume" (137.662 kgf-s³/m⁴).
- Mechanical Property Data:** Includes input fields for "Modulus of Elasticity, E" (325000000 kgf/m²), "Poisson's Ratio, U" (0.25), "Coefficient of Thermal Expansion, A" (0.0000099 1/C), and "Shear Modulus, G" (130000000 kgf/m²).
- Design Property Data:** Contains a single button labeled "Modify/Show Material Property Design Data...".
- Advanced Material Property Data:** Contains three buttons: "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties...".

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Fuente: Elaboración propia

## Secciones utilizadas

Figura 10: Configuración sección de columna C1.

ET Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: C1 0.30 x0.30

Material: F'c = 210Kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.3 m

Width: 0.3 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK  
Cancel

Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Configuración sección de columna C2.

ET Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: C2 0.25X0.25

Material: F'c = 210Kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.25 m

Width: 0.25 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

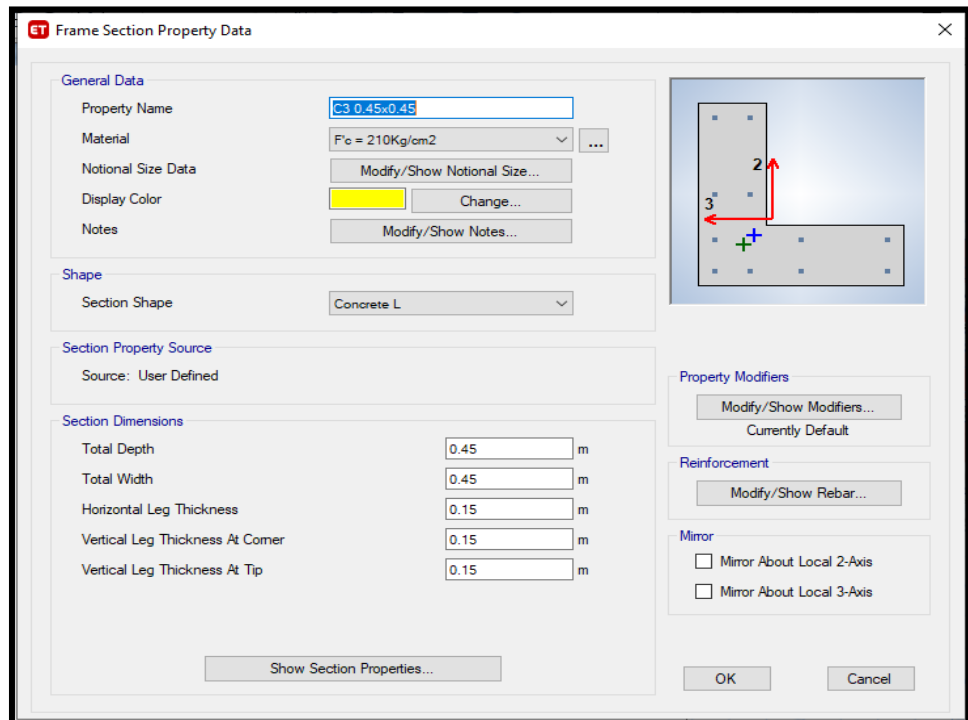
Show Section Properties...

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK  
Cancel

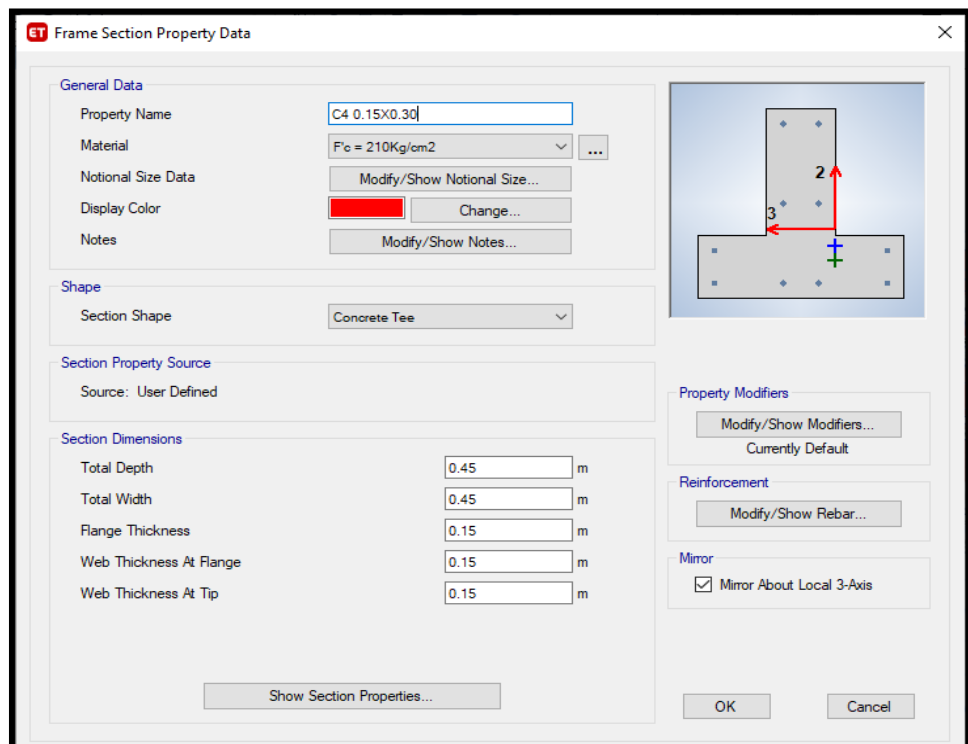
Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Configuración sección de columna C3.



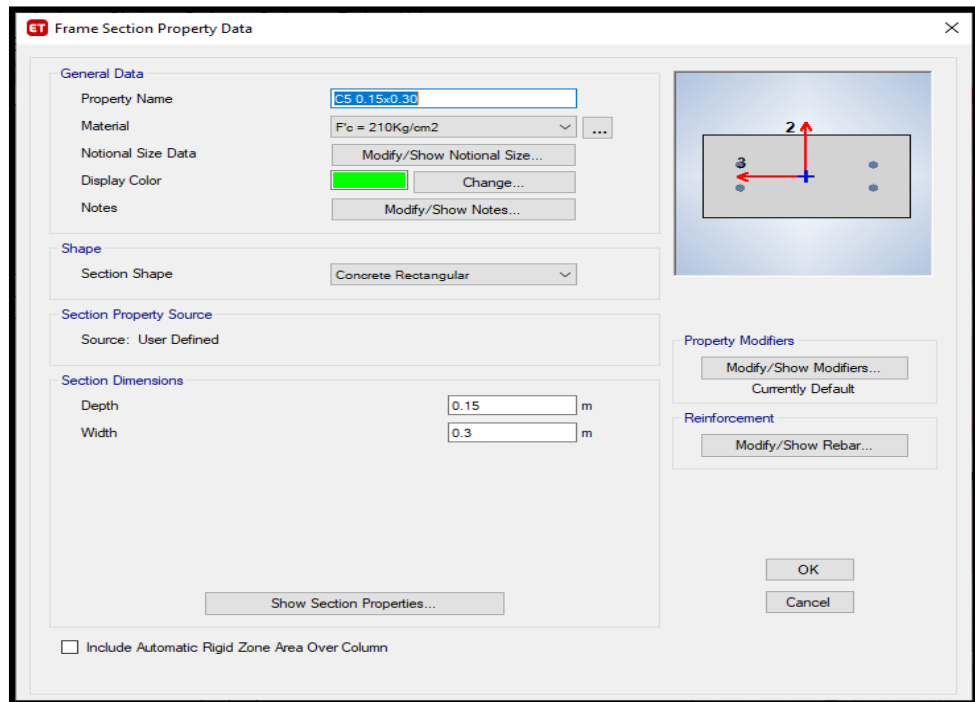
Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Configuración sección de columna C4.



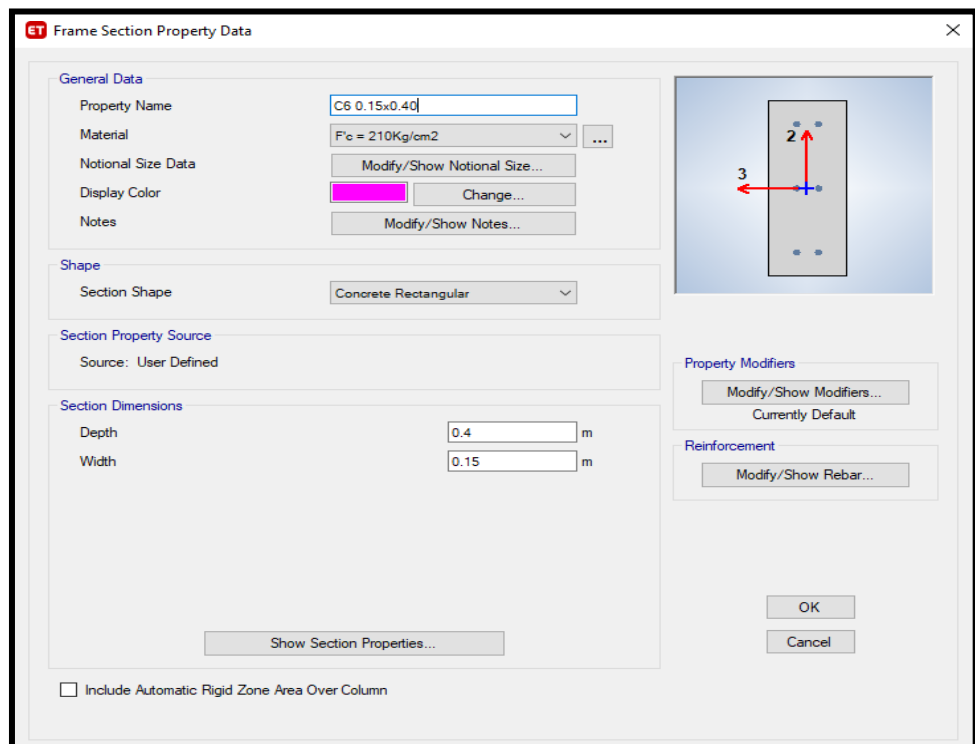
Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Configuración sección de columna C5.



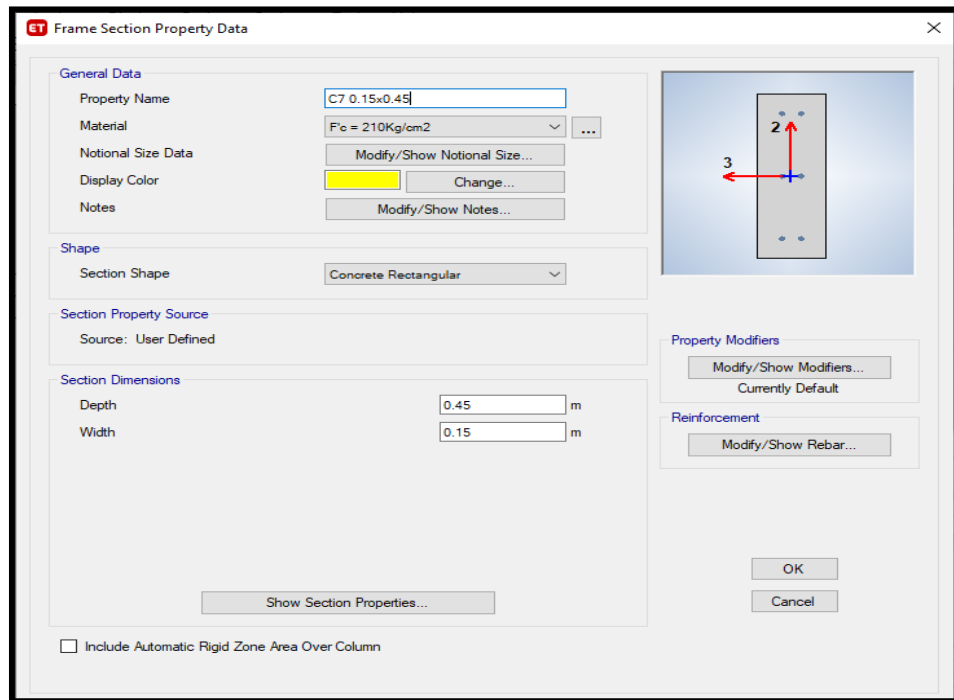
Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Configuración sección de columna C6.



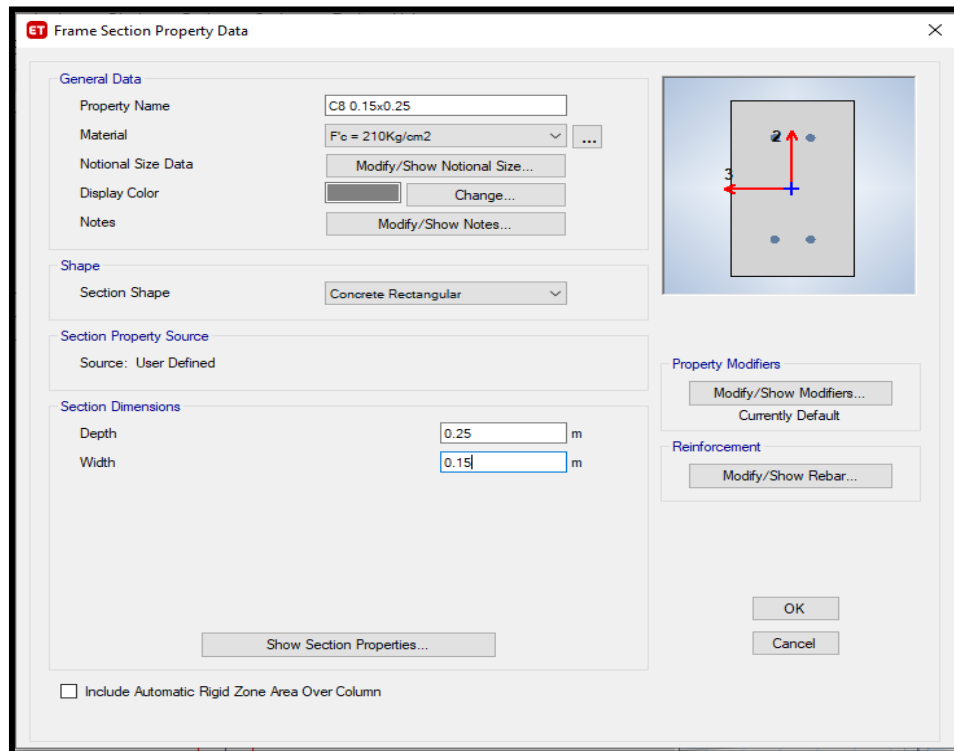
Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Configuración sección de columna C7.



Fuente: Elaboración propia

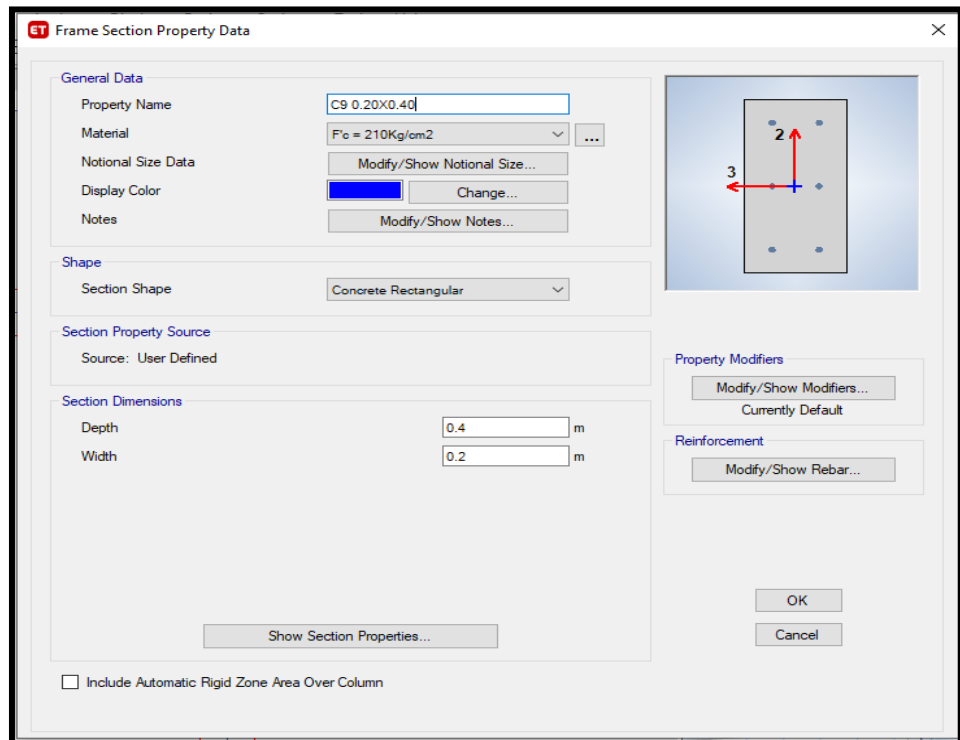
Figura 17: Configuración sección de columna C8.



Fuente: Elaboración propia

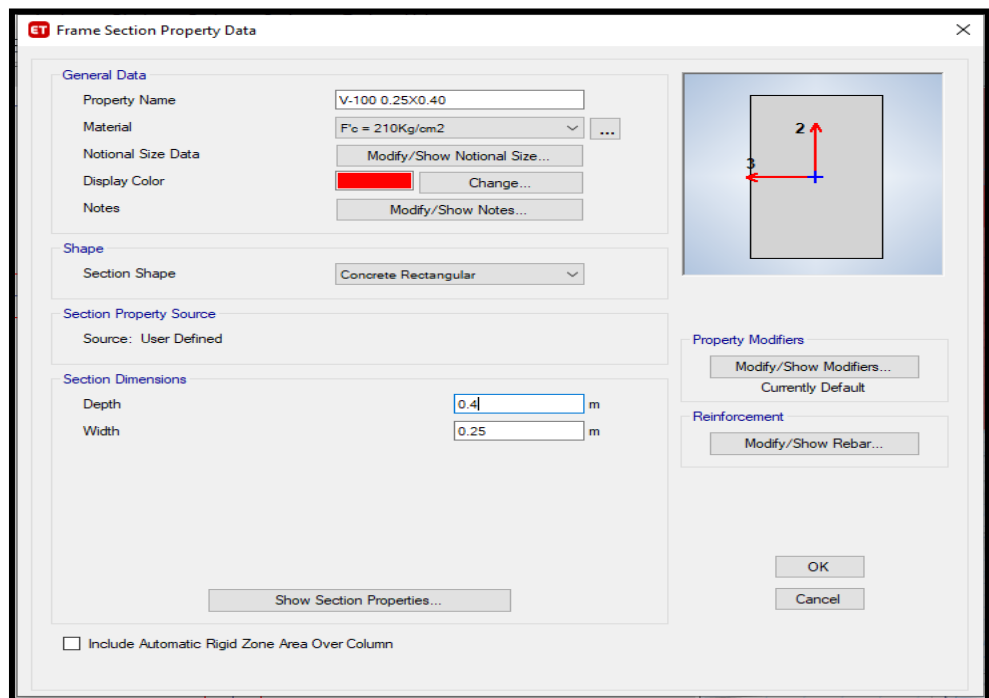


Figura 18: Configuración sección de columna C9.



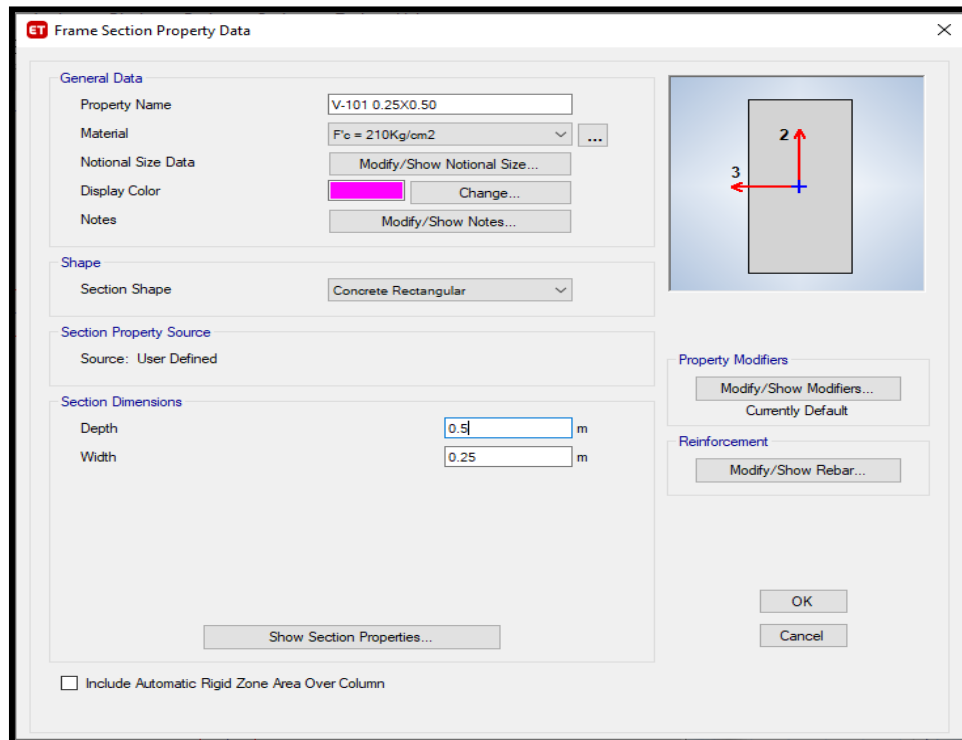
Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Configuración sección de viga peraltada V-100.



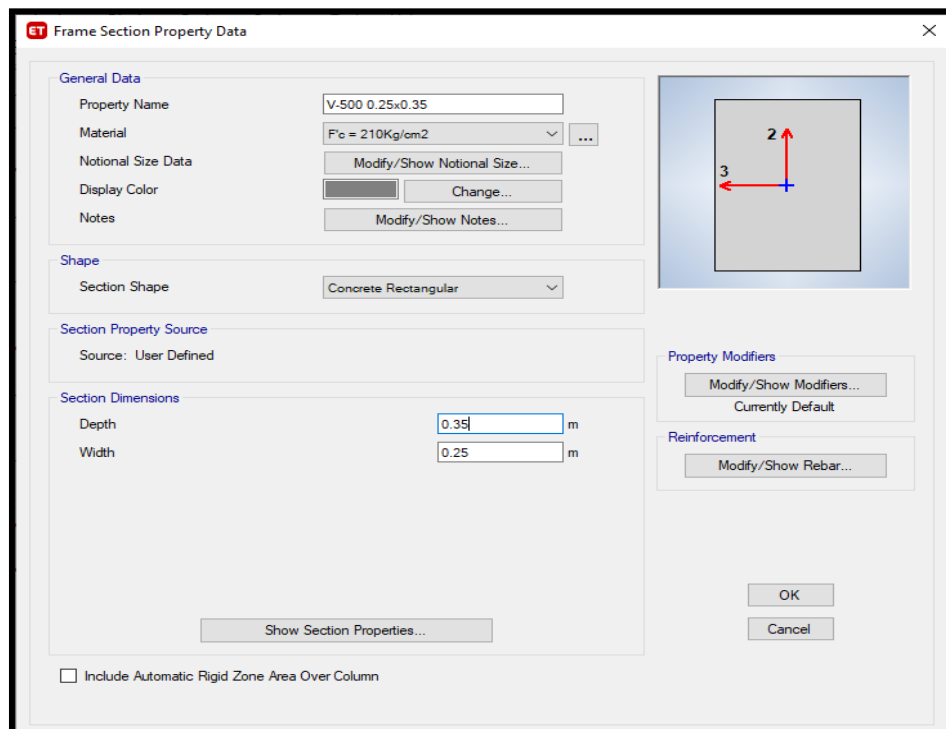
Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Configuración sección de viga peraltada V-101.



Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Configuración sección de viga peraltada V-500.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Configuración sección de viga chata V-A.

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box for a V-A beam section. The 'General Data' section includes: Property Name: V-A 0.15x0.20; Material: F<sub>c</sub> = 210Kg/cm<sup>2</sup>; Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...; Display Color: Red; Notes: Modify/Show Notes... The 'Shape' section shows: Section Shape: Concrete Rectangular. The 'Section Property Source' is User Defined. The 'Section Dimensions' section shows: Depth: 0.2 m; Width: 0.15 m. The 'Property Modifiers' section shows: Modify/Show Modifiers... Currently Default. The 'Reinforcement' section shows: Modify/Show Rebar... The dialog also has OK and Cancel buttons, and a checkbox for 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Column' which is unchecked. A diagram on the right shows a rectangular cross-section with a coordinate system (2, 3).

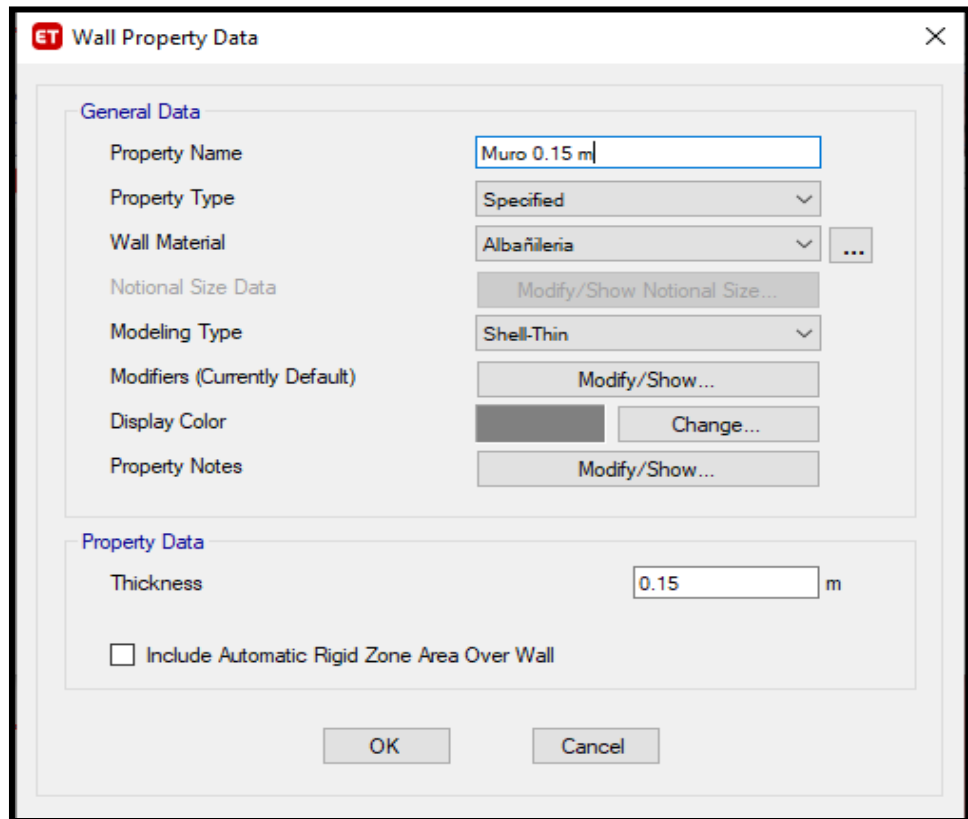
Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Configuración sección de viga chata VCH.

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box for a VCH beam section. The 'General Data' section includes: Property Name: VCH 0.25x0.20; Material: F<sub>c</sub> = 210Kg/cm<sup>2</sup>; Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...; Display Color: Red; Notes: Modify/Show Notes... The 'Shape' section shows: Section Shape: Concrete Rectangular. The 'Section Property Source' is User Defined. The 'Section Dimensions' section shows: Depth: 0.2 m; Width: 0.25 m. The 'Property Modifiers' section shows: Modify/Show Modifiers... Currently Default. The 'Reinforcement' section shows: Modify/Show Rebar... The dialog also has OK and Cancel buttons, and a checkbox for 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Column' which is unchecked. A diagram on the right shows a rectangular cross-section with a coordinate system (2, 3).

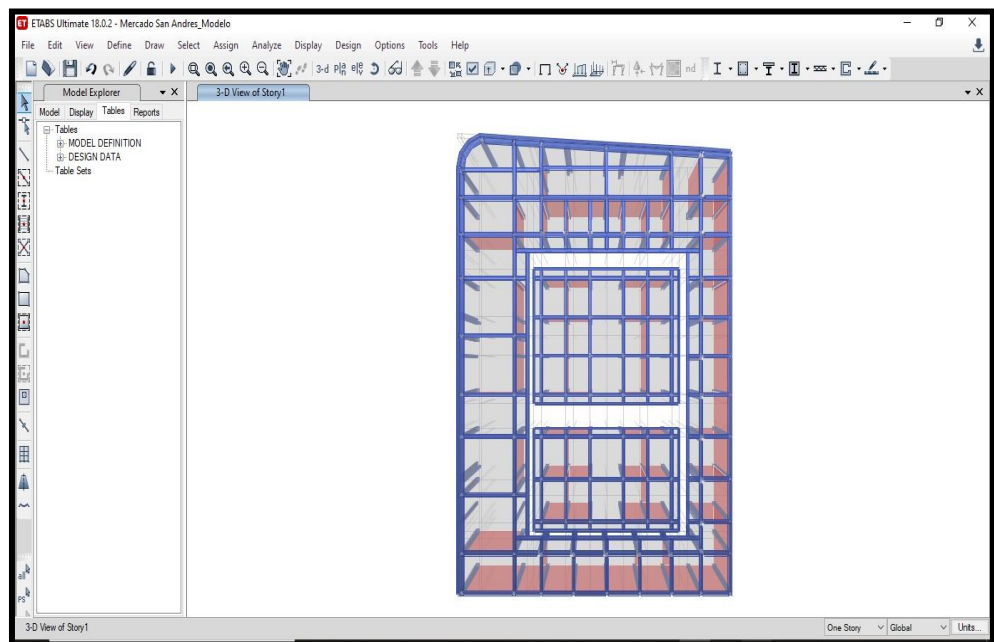
Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Configuración de muro portante 0.15m.



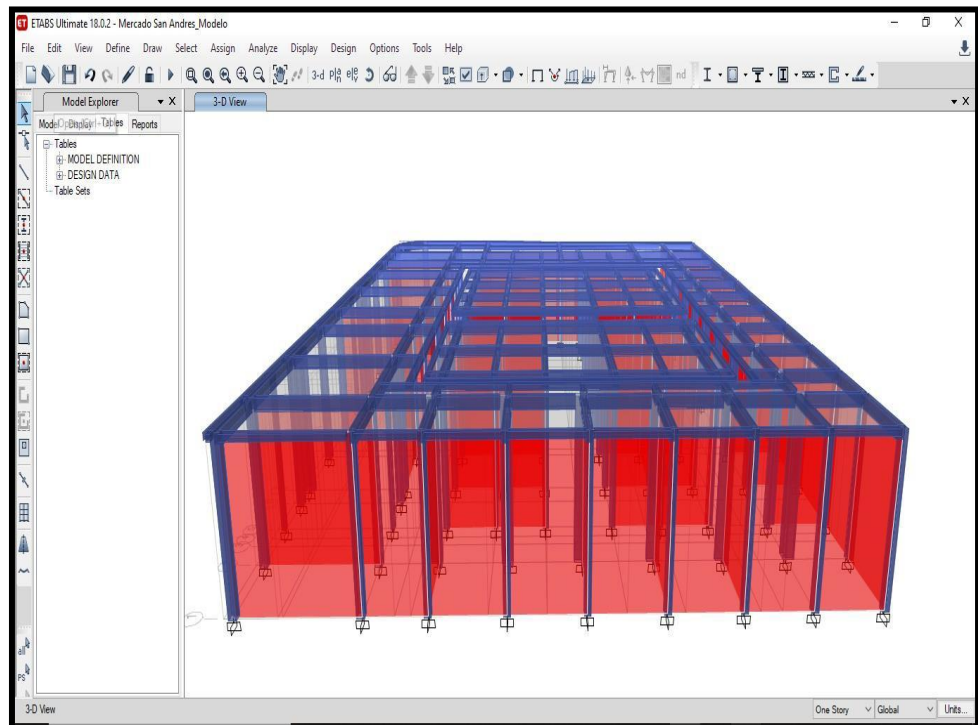
Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Configuración planta general de la estructura.



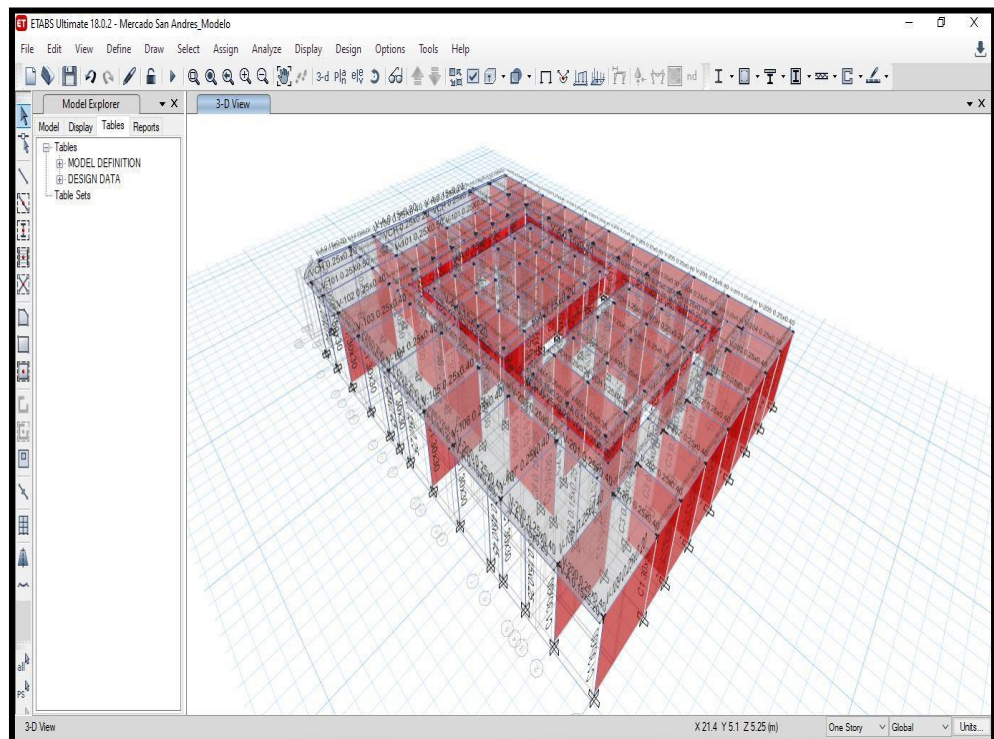
Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Configuración elevación lateral de la estructura.



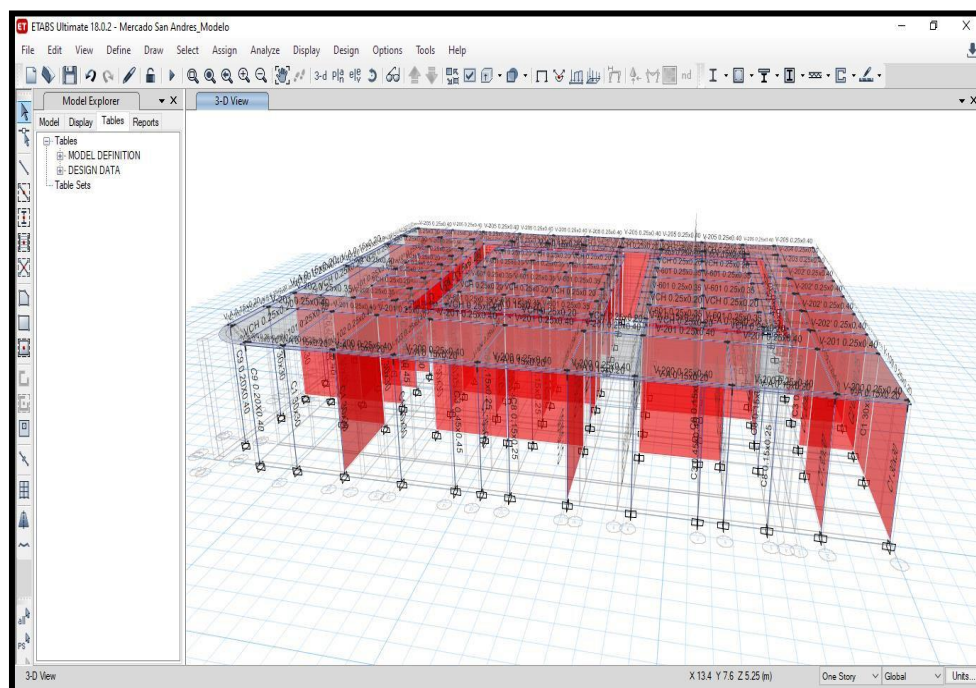
Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Configuración de la columnas y vigas de la edificación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Configuración de la estructuración de la edificación.



Fuente: Elaboración propia

## Para las cargas y combinaciones de cargas

### Carga muerta:

Para la carga muerta de diseño comprende el peso propio y las cargas muertas impuestas (columnas, vigas, losas, etc.)

### Carga viva:

S/C sobre último techo 100 kg/m<sup>2</sup>

Según especificaciones de la Norma E.020.

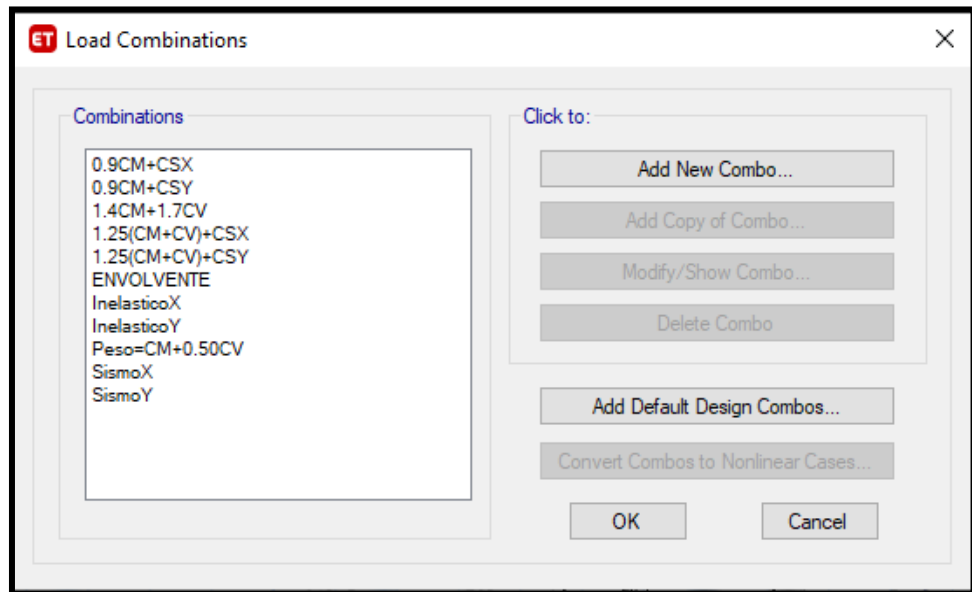
### Cargas de sismo:

Según especificaciones de la Norma E.030.

## Combinaciones de cargas

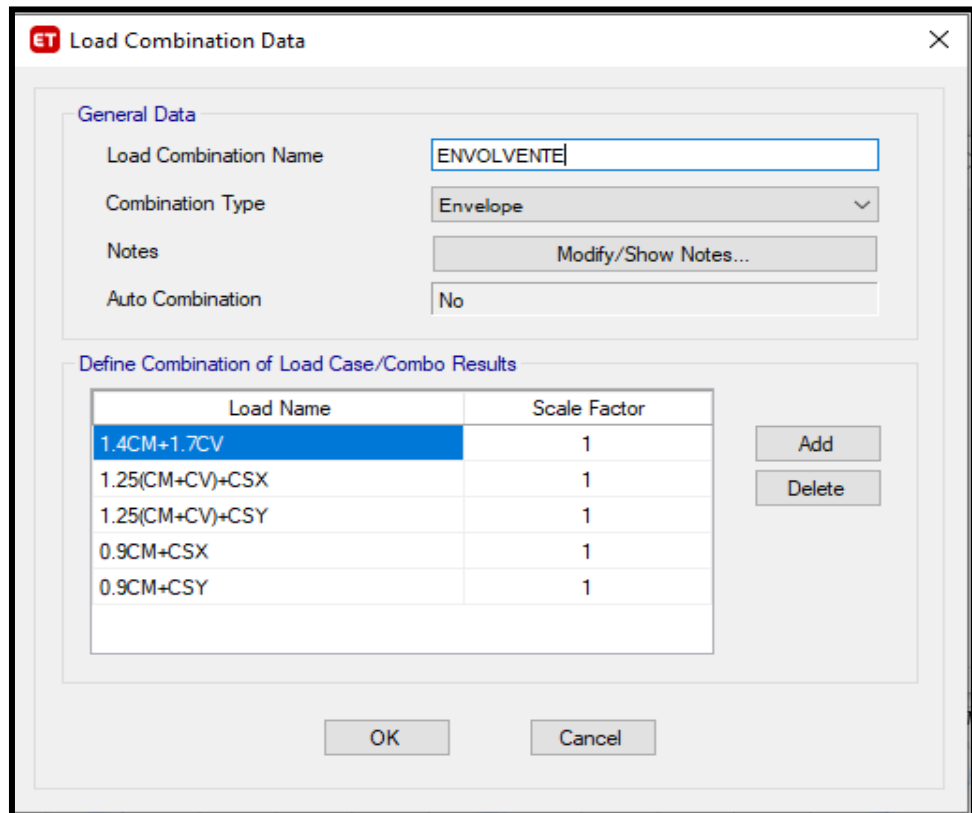
El Sismo X y Sismo Y corresponde al esfuerzo de diseño por sismo, también se tiene las combinaciones de cargas dadas por la Norma E. 020. De dichas combinaciones, se diseña con la carga “ENVOLVENTE” definida con dichas combinaciones de la Figura 30.

Figura 29: Configuración de las combinaciones de carga.



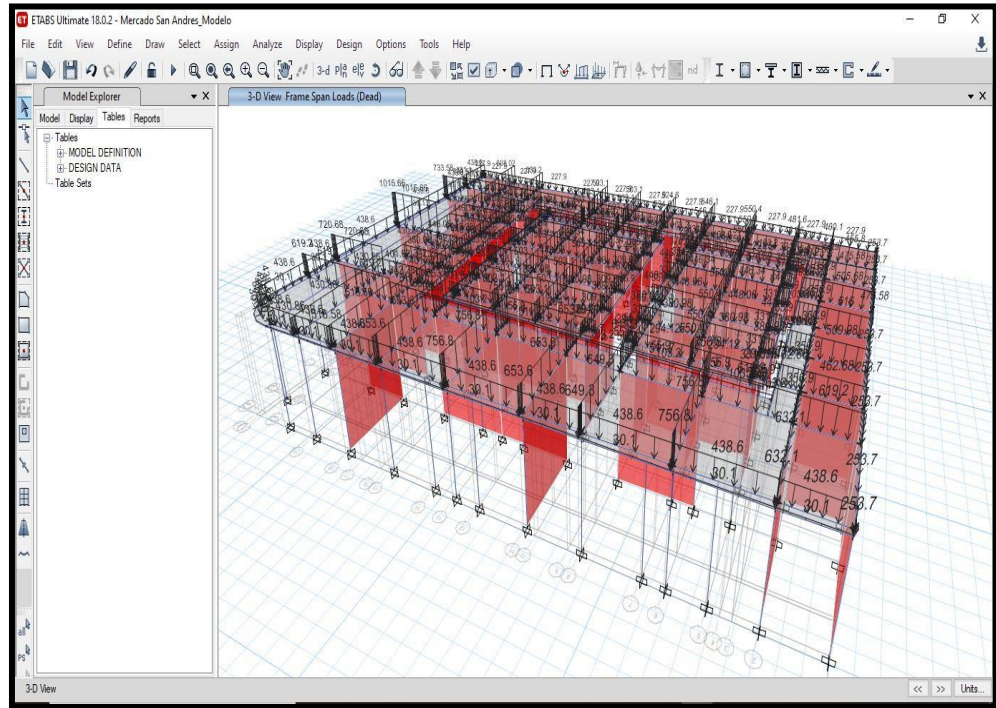
Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Configuración de la envoltura de diseño.



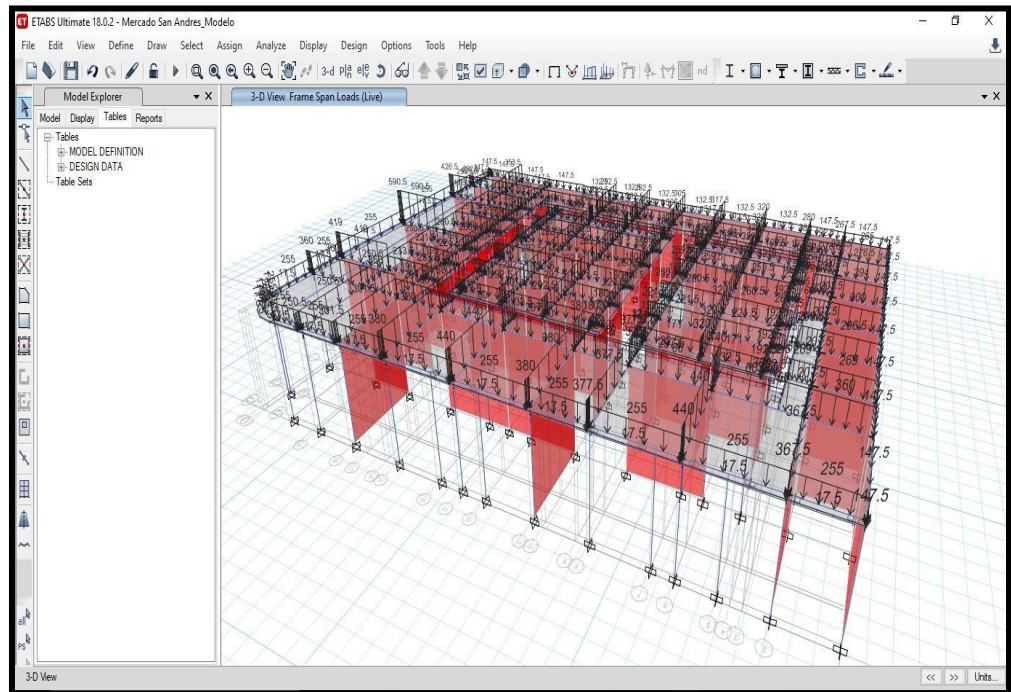
Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Valores de la carga muerta (Dead) en kg/m.



Fuente: Elaboración propia

Figura 32: Valores de la carga viva (Live) en kg/m.



Fuente: Elaboración propia



## Análisis sísmico

El análisis sísmico se realiza modelando mediante el software ETABS, donde los elementos verticales se encuentran conectados mediante diafragmas horizontales, se considera según la norma peruana se considera la aplicación de una excentricidad accidental de 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la acción de la fuerza.

Los parámetros sísmicos que estipula la Norma E.030 referente a Diseño Sismorresistente, para el Análisis en el Edificio se tiene los siguiente:

Del programa ETBS se obtiene los periodos fundamentales:

Tabla 27: Tabla de periodos fundamentales de la edificación.

PERÍODO NATURAL		
TX =	0.118	Seg
TY =	0.088	Seg
Trz =	0.077	Seg

Fuente: Elaboración propia

De las Irregularidades de la Norma E. 030 se obtiene:

Tabla 28: Tabla de irregularidades en altura de la edificación.

IRREGULARIDADES EN ALTURA		
Irregularidades de Masa o Peso	[0.9]	1
Irregularidad de Geometría Vertical	[0.9]	1
Discontinuidad en los sistemas resistentes	[0.9]	1
Discontinuidad Extrema en los sistemas resistentes	[0.6]	1
IRREGULARIDADES EN ALTURA [Ia] X - X =		1
IRREGULARIDADES EN ALTURA [Ia] Y - Y =		1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Tabla de irregularidades en planta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia

Según los datos obtenidos se sabe que la estructura es regular, por lo que no presenta irregularidades en planta y en altura.

Tabla 30: Tabla de parámetros para análisis sísmico.

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO O DE FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES			
PARÁMETROS DE ANÁLISIS		DETERMINACIÓN	VALOR
Z: Factor de zona	[ZONA 4]	Tabla 01 (E.030)	0.45
U: Factor de uso o importancia	[CATEGORÍA B]	Tabla 03 (E.030)	1.30
S: Factor de amplificación del suelo	[SUELO 3]	Tabla 04 (E.030)	1.10
TP: Periodo que define la plataforma del factor C (s)	[SUELO 3]	Tabla 04 (E.030)	1.00
TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor C (s)	[SUELO 3]	Tabla 05 (E.030)	1.60
P: Peso Total de la Edificación (Tonf)			1,003.70

DIRECCIÓN X-X	TX: Periodo natural en la dirección X (s)		0.118
	CX: Factor de amplificación sísmica en X	Art. 14 (E.030)	2.500
	Ro: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	Tabla 07 (E.030)	3.000
	lay: irregularidad en altura ( Piso Blando, Piso débil )	Tabla 08 (E.030)	1.000
	lpx: irregularidad en planta ( Torsión )	Tabla 09 (E.030)	1.000
	RX: Coeficiente de reducción sísmico en X	Art. 22 (E.030)	3.000
	Cx/Rx = 0.83 > 0.11 0.83		Cumple
VX: Fuerza cortante en la base en la dirección X -X (Tonf)			538.233

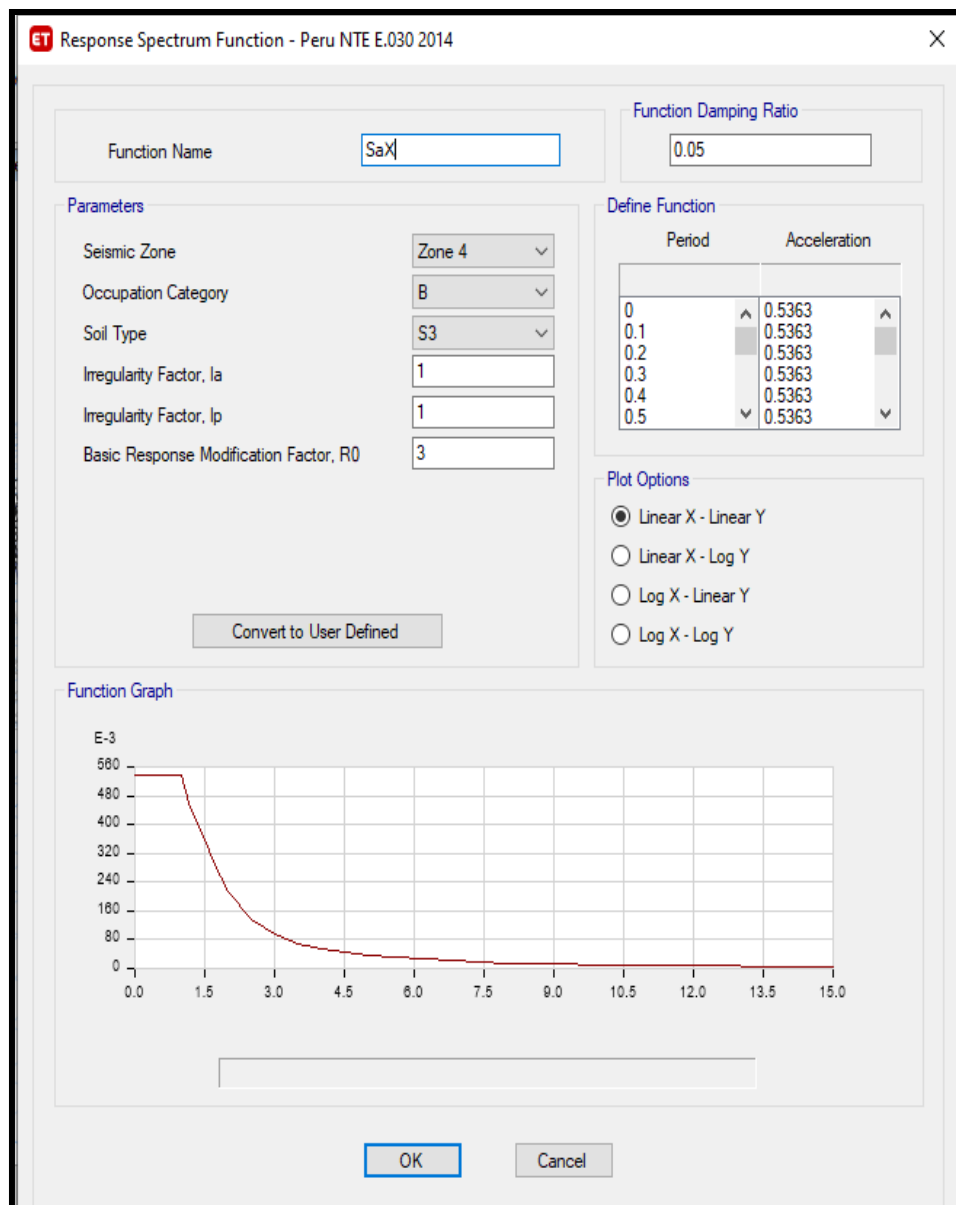
DIRECCIÓN Y-Y	TY: Periodo natural en la dirección Y (s)		0.088
	CY: Factor de amplificación sísmica en Y	Art. 14 (E.030)	2.500
	Ro: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	Tabla 07 (E.030)	3.000
	lay: irregularidad en altura ( Piso Blando, Piso débil )	Tabla 08 (E.030)	1.000
	lpy: irregularidad en planta ( Torsión )	Tabla 09 (E.030)	1.000
	RY: Coeficiente de reducción sísmico en Y	Art. 22 (E.030)	3.000
	CY/Ry = 0.83 > 0.11 0.83		Cumple
VY: Fuerza cortante en la base en la dirección Y - Y (Tonf)			538.233

Fuente: Elaboración propia

## Fuerzas sísmicas verticales

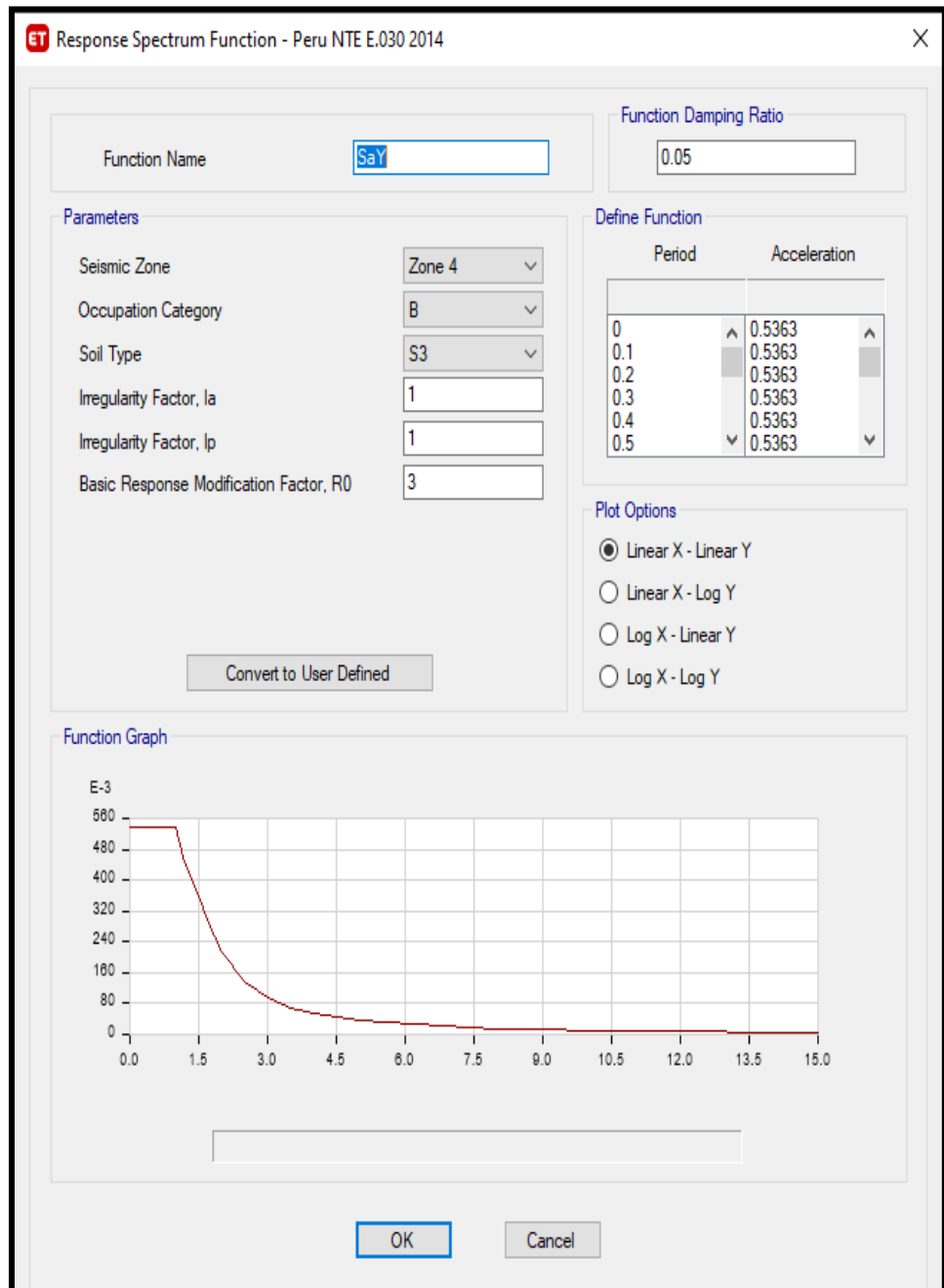
Se muestra los espectros de aceleración sísmicos por medio del software ETABS en las direcciones X e Y, con las que se evaluarán el diseño.

Figura 33: Espectro del factor sísmico en la dirección X.



Fuente: Elaboración propia

Figura 34: Espectro del factor sísmico en la dirección Y.



Fuente: Elaboración propia

Con los espectros de diseño, se puede determinar las cargas dinámicas sísmicas que afectan a la edificación, las cuales se muestran a continuación.

Figura 35: Carga dinámica sísmica en la dirección X.

**ET Load Case Data**

**General**

Load Case Name: SDX [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso para Categoría B)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	SaX	9.8067

[Add] [Delete]  Advanced

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: [ ]

Rigid Frequency, f2: [ ]

Periodic + Rigid Type: [ ]

Earthquake Duration, td: [ ]

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: [ ]

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaboración propia

La Carga dinámica sísmica se obtiene de multiplicar el espectro de aceleración por la constante de aceleración gravitatoria de  $9.8067 \text{ m/s}^2$ .

Figura 36: Carga dinámica sísmica en la dirección Y.

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name:  Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso para Categoría B)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	SaY	9.8067

Add Delete  Advanced

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms Modify/Show...

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia

### Análisis sísmico estático

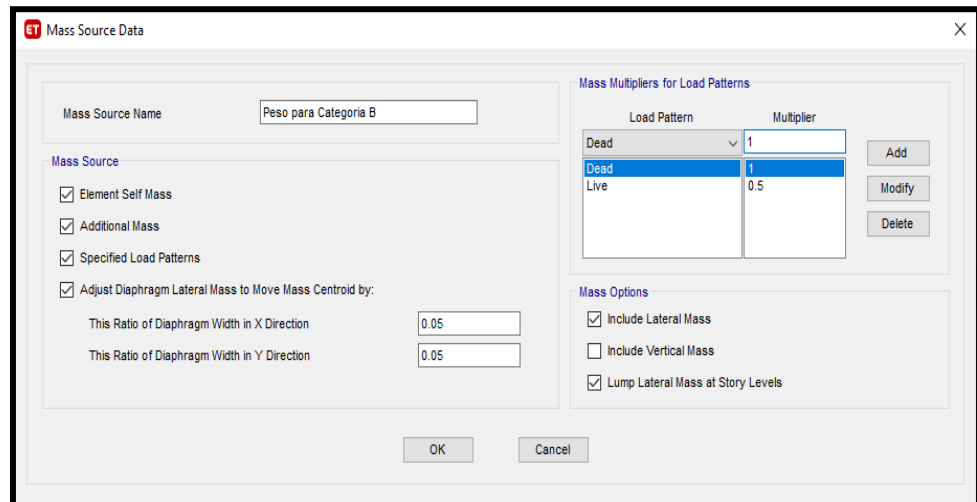
Se realizará el cálculo del esfuerzo cortante estática con los datos determinados anteriormente, además se calculará el peso de la estructura y el factor de ampliación dinámica (C).

C: Coeficiente de corte basal =  $Z \cdot U \cdot S \cdot C_x / R_x$

## Peso de la estructura

La estructura corresponde a una categoría B, por lo que, el peso a considerar en el análisis sísmico se desarrollara de acuerdo a la norma peruana para edificaciones de categoría B la carga muerta más el 50% de la carga viva (100% CM + 50% CV).

Figura 37: Estimación de la masa de la edificación.



Fuente: Elaboración propia

## Factor de amplificación sísmica

Para el cálculo del factor de amplificación sísmica en los análisis se consideró el periodo fundamental estimado en la Norma E.030.

C: Coeficiente de corte basal =  $Z \cdot U \cdot S \cdot C_x / R_x$

\* Para T menor o igual a 0.5 segundos:  $K=1$

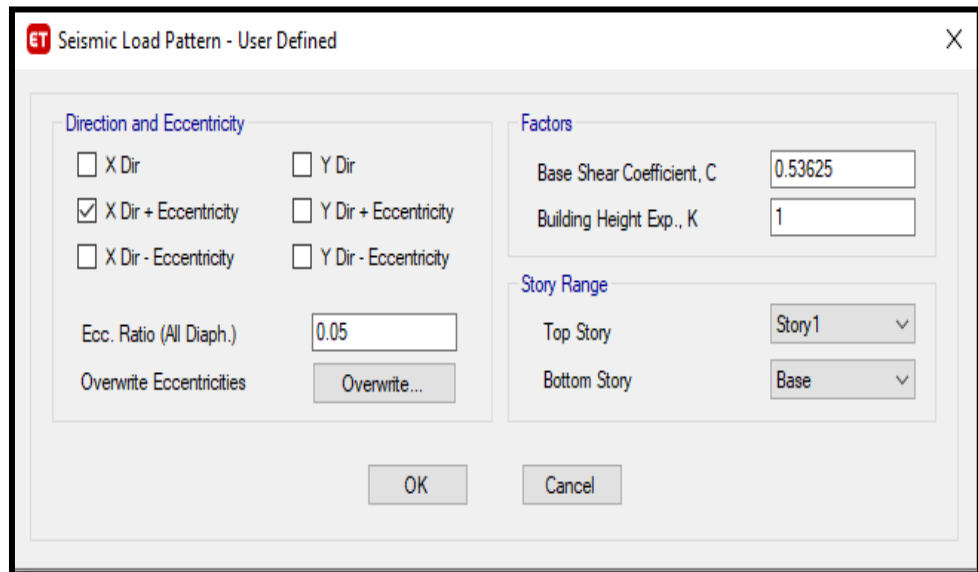
\* Para T mayor a 0.5 segundos :  $K= (0.75 + 0.5T) < 2.0$

$$C = 0.45 \times 1.3 \times 1.10 \times 2.5 / 3$$

$$C = 0.53625$$

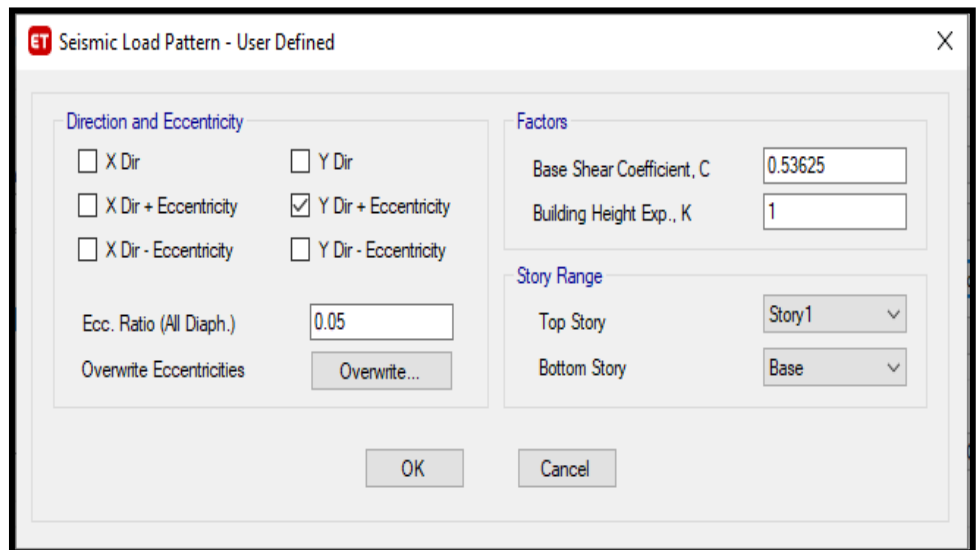
$$K = 1, \text{ Siendo } T = 0.118 < 0.5$$

Figura 38: Factor de amplificación sísmica en X.



Fuente: Elaboración propia

Figura 39: Factor de amplificación sísmica en Y.



Fuente: Elaboración propia

### Fuerza en la Cortante Basal

Para la cortante basal en la edificación, se determina como:

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



**Donde:**

V = Cortante Basal

Z = 0.45 (Zona 4)

U = 1.30 (Factor de Uso)

S = 1.10 (Tipo de suelo)

Ro = 3 (Coeficiente de reducción)

Ia = 1 (Irregularidad en altura)

Ip = 1 (Irregularidad en planta)

R = 3 (Coeficiente de reducción)

Tp = 1

TI = 1.6

Hn = 5.25 m

CT = 60 (Para albañilería)

T = 0.0875 seg

C = 2.5

P = 1,003.70 tn

**SISTEMA ALBAÑILERIA**

PISO	Pi [Ton]	hi[m]	Pi*(hi^k)	αi	Fi [Kg]
1.00	1,003.6983	5.2500	5,269.42	1.00	538.23
	<b>1,003.6983</b>		<b>5,269.42</b>	<b>1.00</b>	<b>538.23</b>

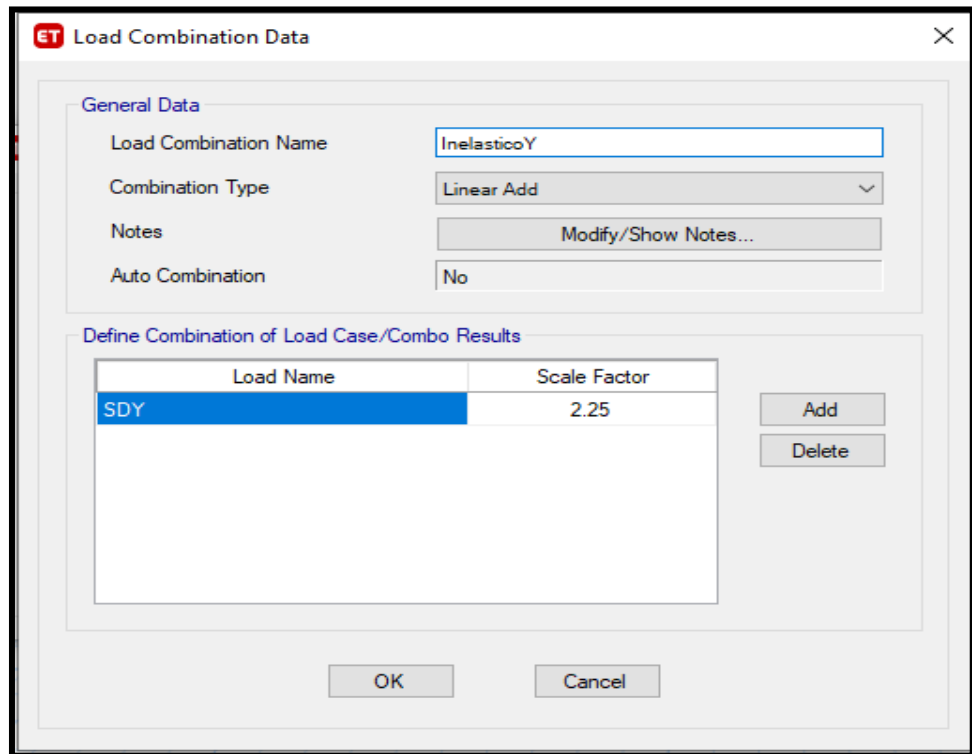
**Control de desplazamiento laterales**

Según la Norma peruana referente a diseño sismorresistente, establece para desplazamientos laterales, que para estructuras regulares se debe multiplicar por 0.75.R y para estructuras irregulares se debe multiplicar por 0.85.R. Para con ello calcular los máximos desplazamientos laterales de la estructura.

Para el factor de escala 0.75R en una estructura regular.

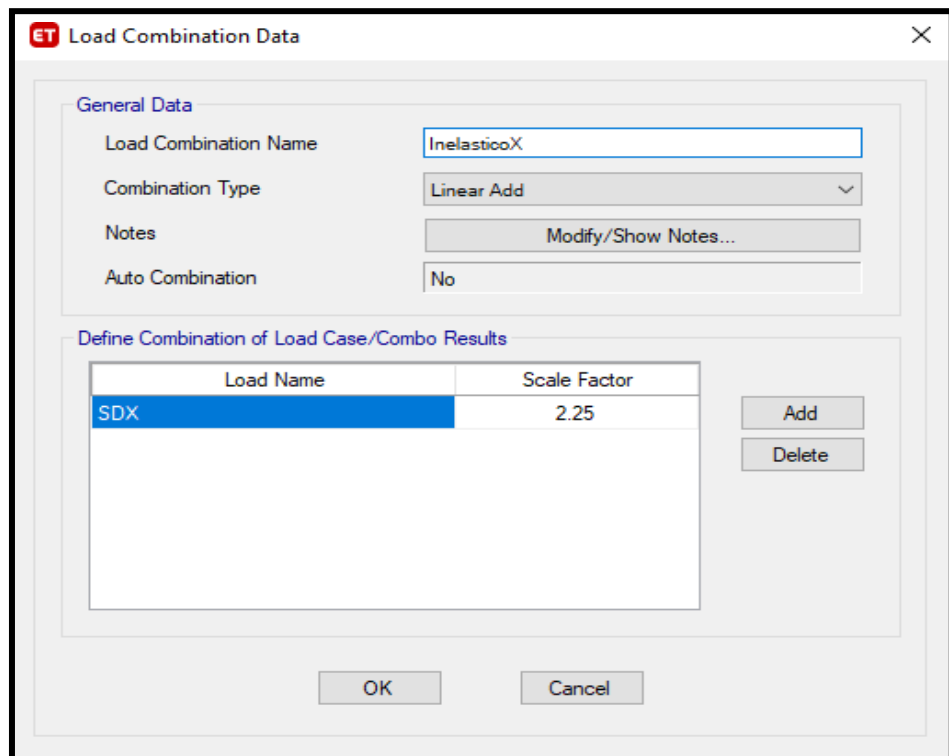
$$0.75 \times R = 0.75 \times 3 = 2.25$$

Figura 40: Configuración del máximo desplazamiento lateral en Y.



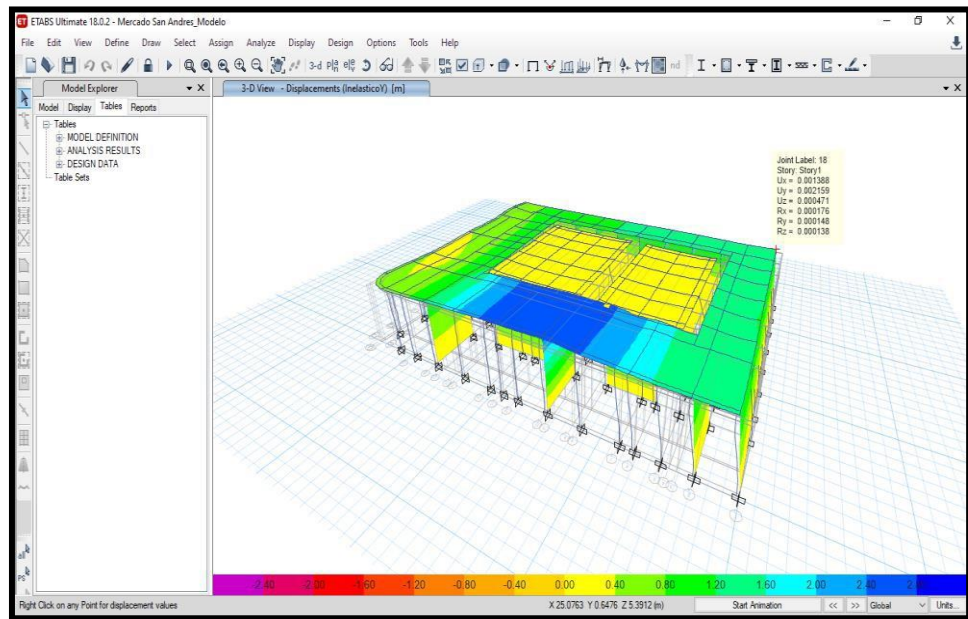
Fuente: Elaboración propia

Figura 41: Configuración del máximo desplazamiento lateral en X.



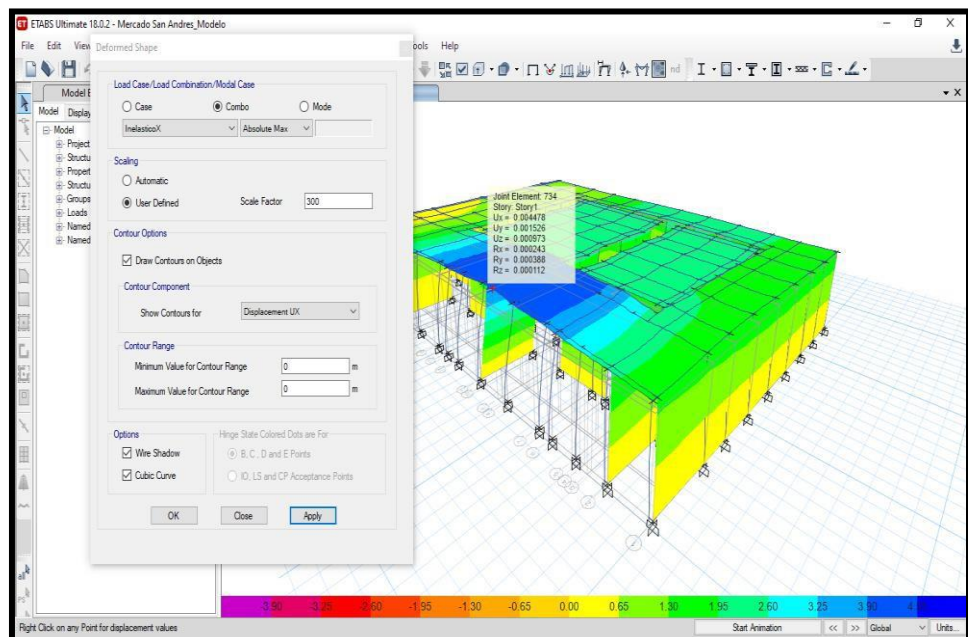
Fuente: Elaboración propia

Figura 42: Máximo desplazamiento lateral en Y.



Fuente: Elaboración propia

Figura 43: Máximo desplazamiento lateral en X.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en las Figura 42 y 43, las deformaciones máximas en la estructura no sobrepasan lo estipulado en la norma, siendo para:  $\Delta i/h_e$  (máx.) = 0.005.

## Diseño de cimentación

Del software ETABS se obtiene las cargas transmitidas a la cimentación, con las que se ingresara al software SAFE para determinar la combinación de carga “Envolvente” para el diseño de la zapata asilada.

Carga Muerta : 11.88 Tonf/m<sup>2</sup>

Carga Viva : 2.29 Tonf/m<sup>2</sup>

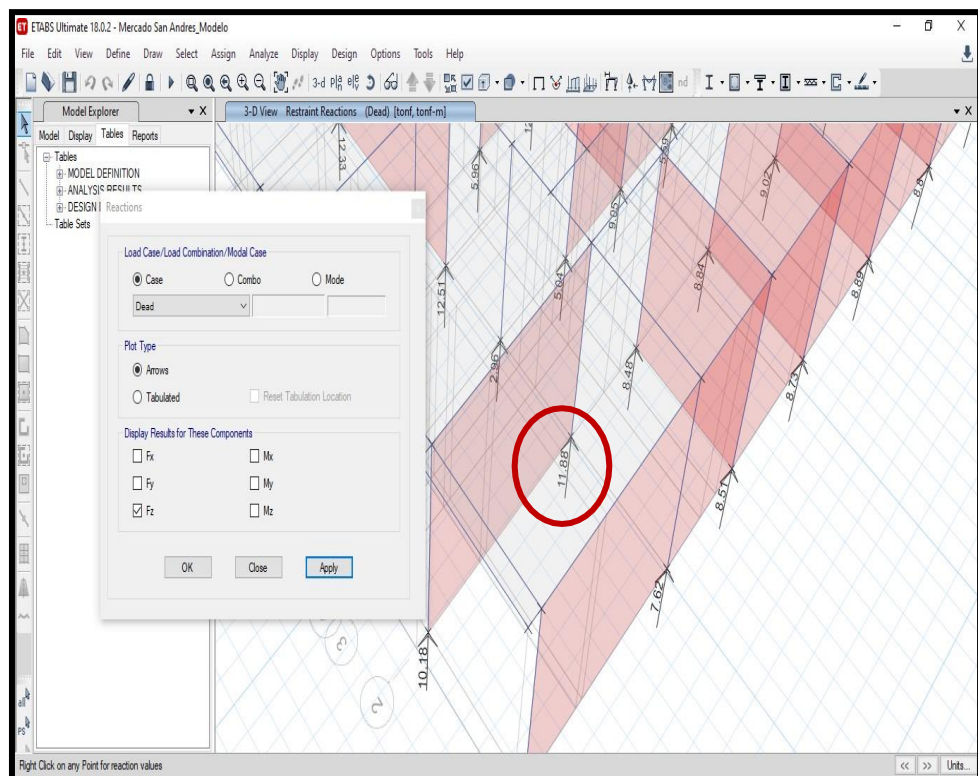
Carga Sismo dinámica X : 15.61 Tonf/m<sup>2</sup>

Carga Sismo dinámica Y : 16.37 Tonf/m<sup>2</sup>

Coficiente de Balasto : 1800 Tonf/m<sup>3</sup>

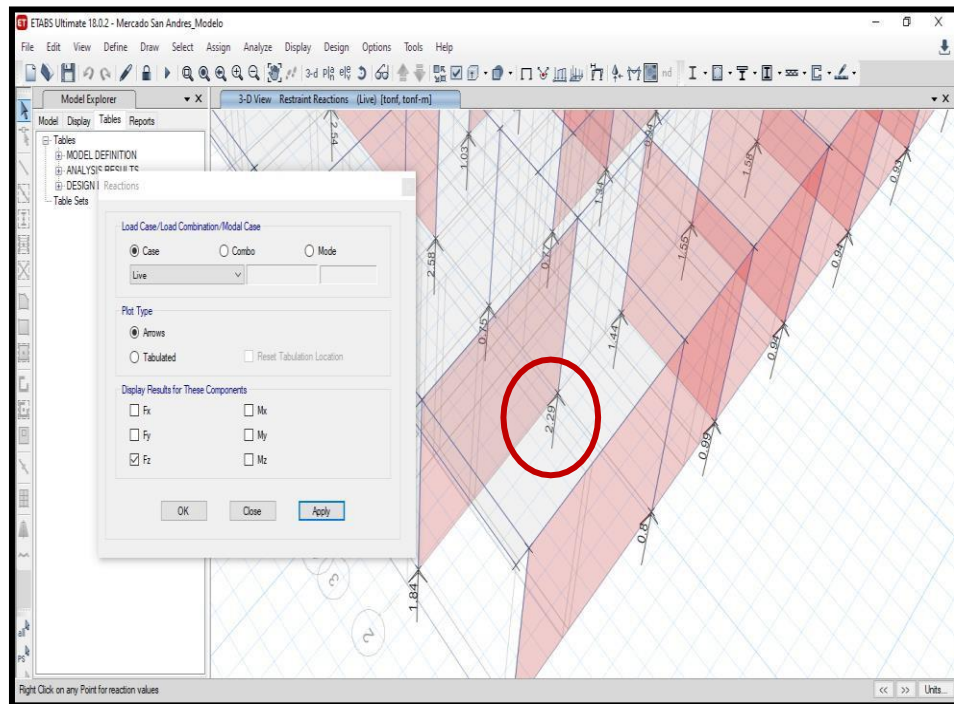
Se diseñó de zapata céntrica – zapata Z1 – Eje B y 11

Figura 44: Carga muerta total transmitida a la cimentación.



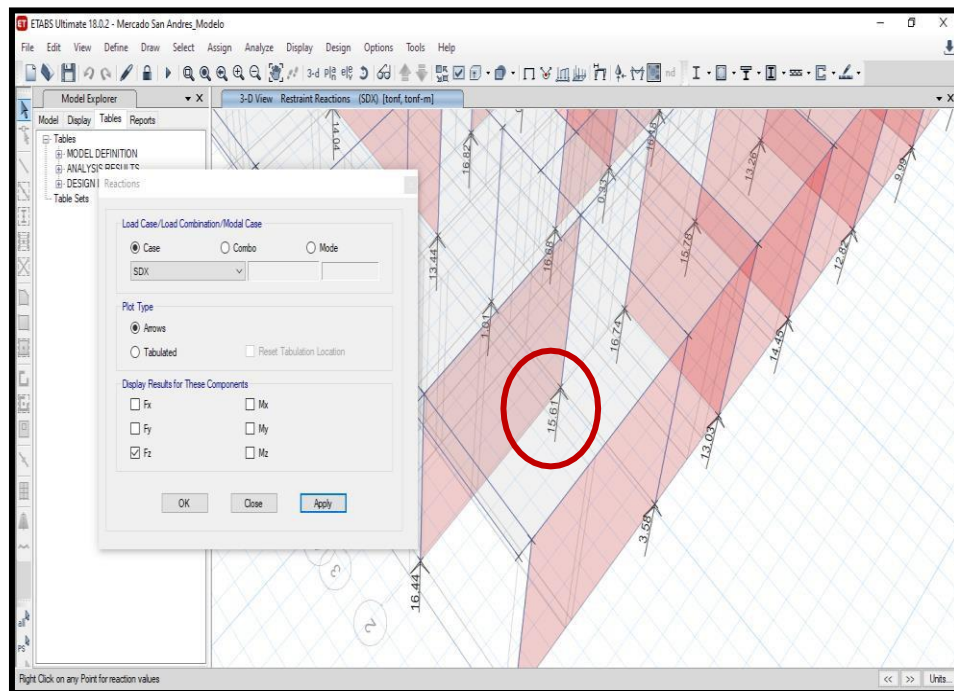
Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Carga viva total transmitida a la cimentación.



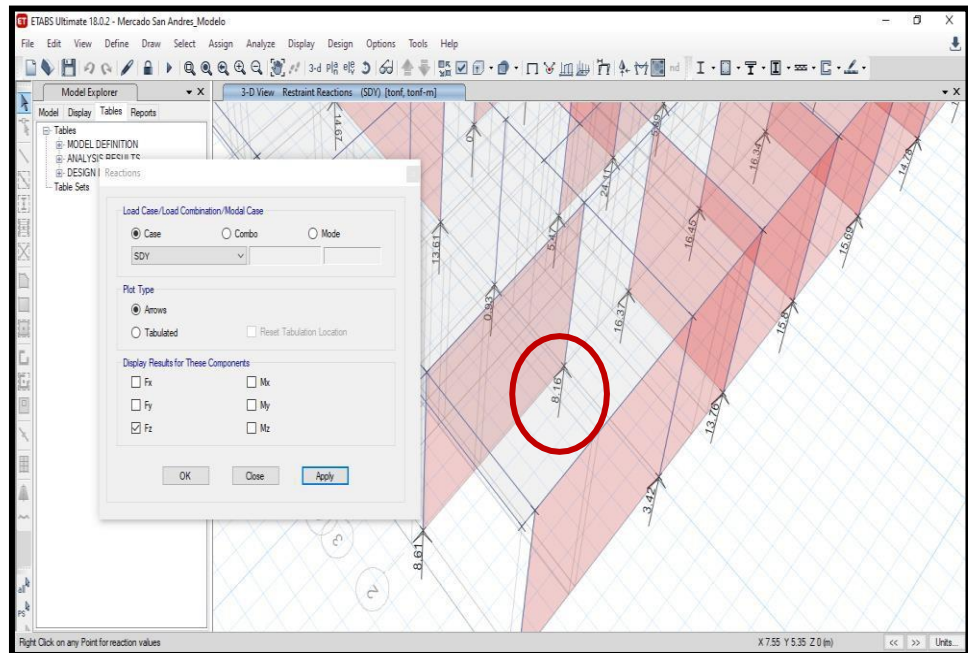
Fuente: Elaboración propia

Figura 46: Carga sísmica dinámica en X transmitida a la cimentación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 47: Carga sísmica dinámica en Y transmitida a la cimentación.

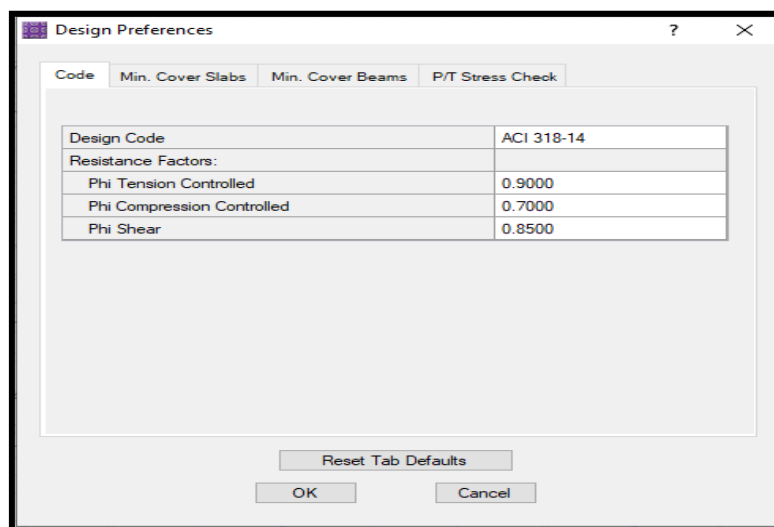


Fuente: Elaboración propia

### Consideraciones de diseño

Se considera la norma ACI 318-14, con los factores de Tensión  $\phi = 0.90$ , Compresión  $\phi = 0.70$  y Cortante  $\phi = 0.85$ .

Figura 48: Consideraciones de diseño.

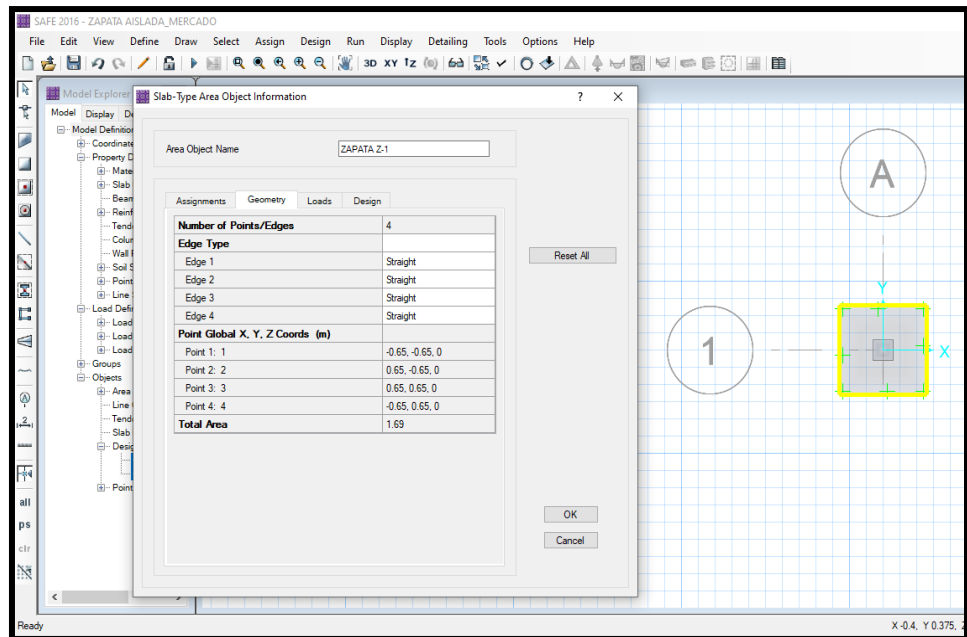


Fuente: Elaboración propia

Para la dimensión de la zapata se considera:

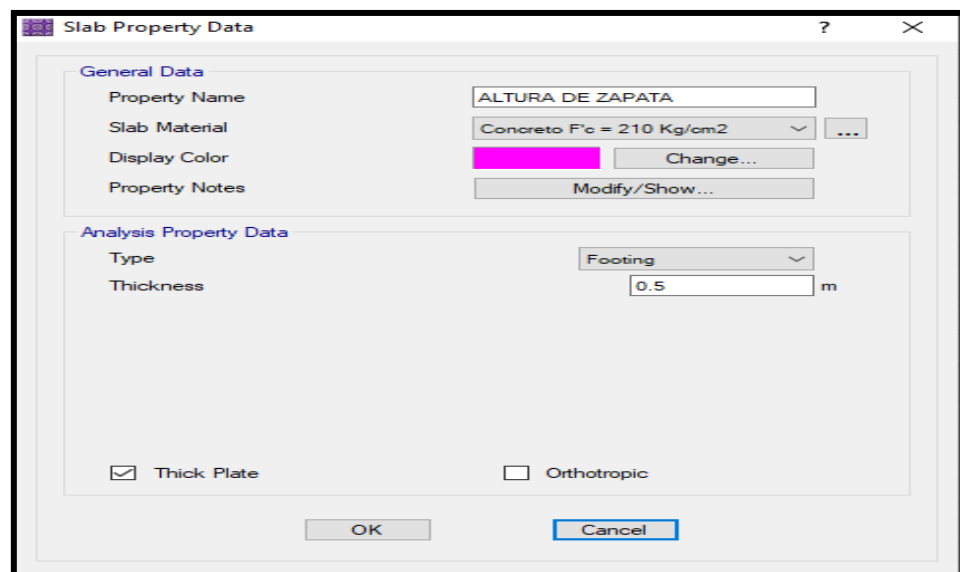
- \* Zapata cuadrada de 1.30 x 1.30 m
- \* Altura de zapata es de 0.50 m
- \* Columna C1 de 0.30 x 0.30 m

Figura 49: Dimensiones de la zapata propuesta.



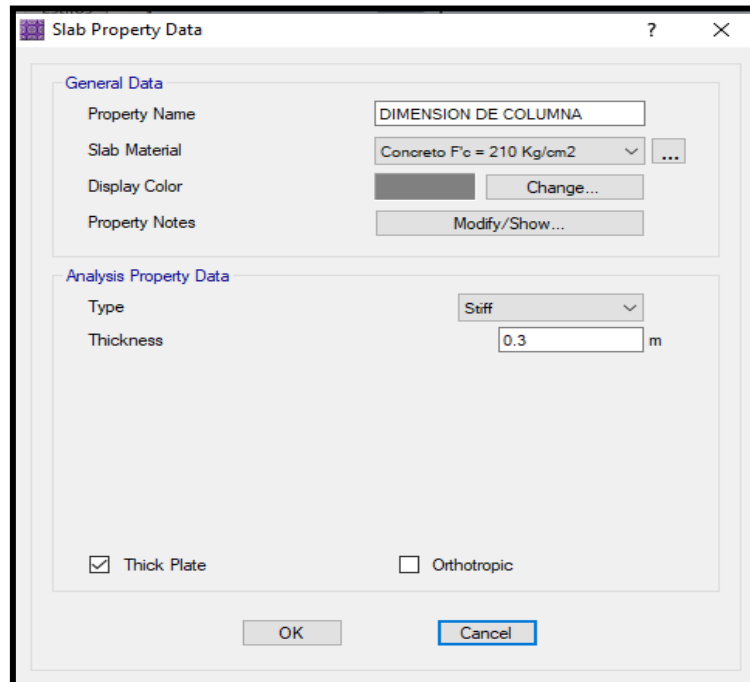
Fuente: Elaboración propia

Figura 50: Altura de la zapata propuesta.



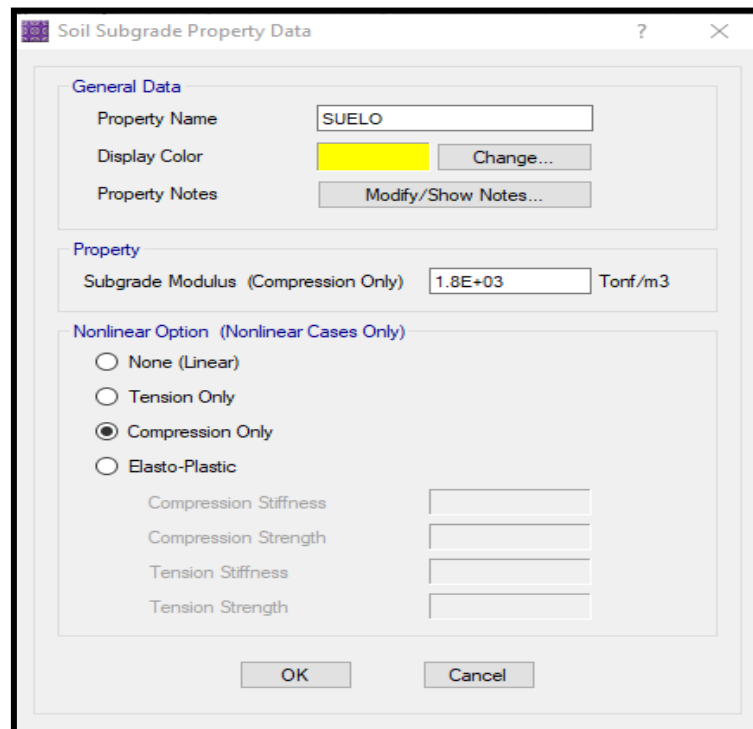
Fuente: Elaboración propia

Figura 51: Dimensión de la columna cuadrada que descansa en la zapata propuesta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 52: Coeficiente de Balasto – Interacción del suelo.



Fuente: Elaboración propia



Para la carga de diseño se considera la envolvente determinada por los datos obtenidos del modelado en ETABS, con las cargas ya mencionadas en el diseño de cimentación.

Figura 53: Configuración de la Envolvente de diseño.

**General Data**

Load Combination Name: ENVOLVENTE

Combination Type: Envelope

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

	Load Name	Scale Factor
▶	1.4CM+1.7CV	1.0000
	1.25(CM+CV)+CSX	1.0000
	1.25(CM+CV)+CSY	1.0000
	0.9CM+CSX	1.0000
	0.9CM+CSY	1.0000
*		

**Design Selection**

Strength (Ultimate)       Service - Normal

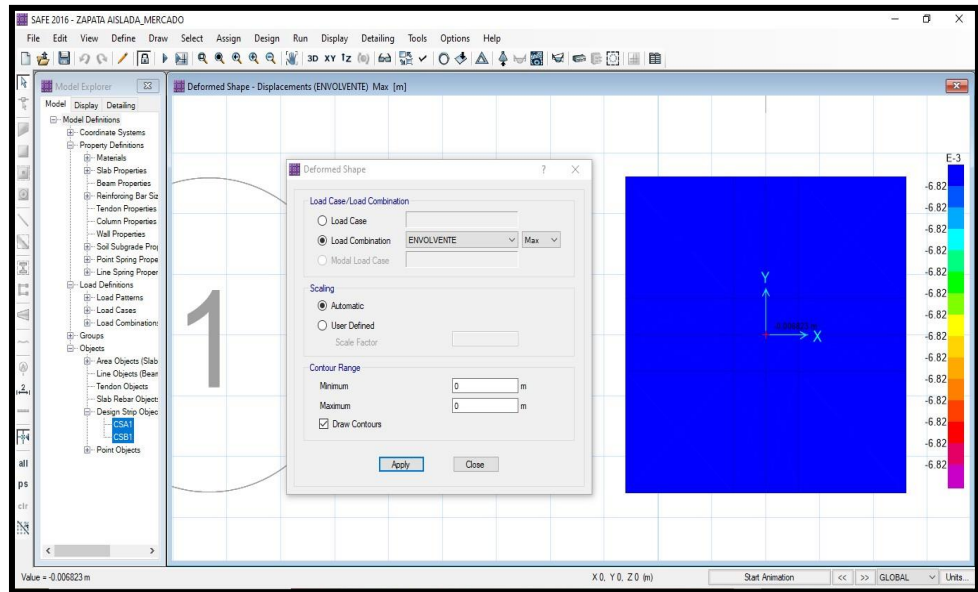
Service - Initial       Service - Long Term

OK      Cancel

Fuente: Elaboración propia

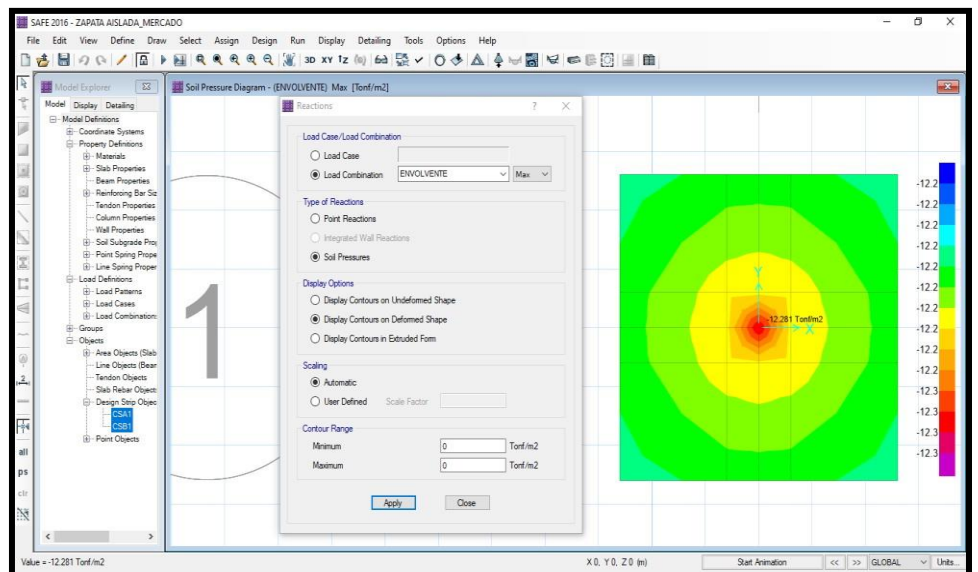
Se verifica el asentamiento máximo de la cimentación proyectada, con las solicitudes de carga de la envolvente, donde como se muestra en la Figura 54, el asentamiento máximo es de 0.006823m que es equivalente a 0.68 cm, que se encuentra dentro de lo permitido por la norma peruana.

Figura 54: Asentamiento máximo de la cimentación propuesta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 55: Carga transmitida al suelo de cimentación.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 55 se puede apreciar la carga transmitida por la edificación al suelo de cimentación empleando la carga máxima de la envolvente para el cálculo de diseño.

$$Q_u = 12.281 \text{ Ton/m}^2$$

$$Q_u = 1.23 \text{ Kg/cm}^2$$

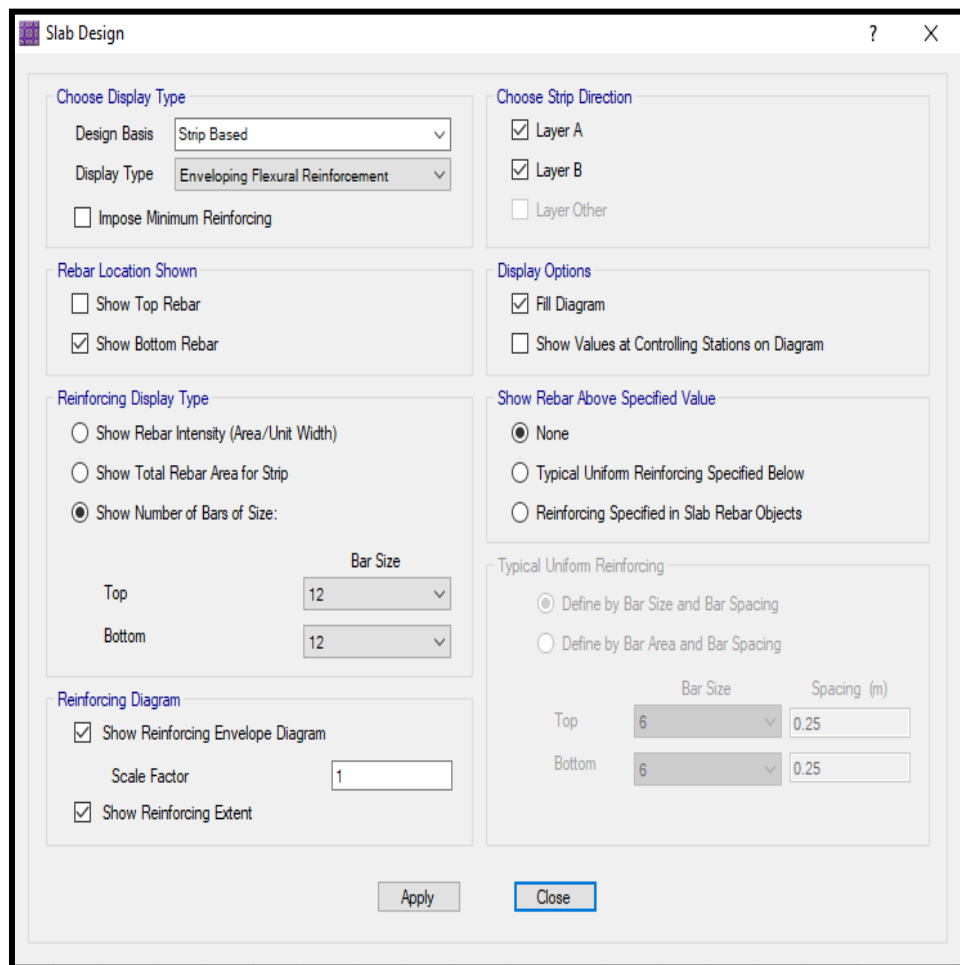
La capacidad portante del suelo determinado en la presente tesis es de  $1.37 \text{ Kg/cm}^2$

$$Q_{adm} > Q_u$$

$$1.37 \text{ Kg/cm}^2 > 1.23 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Ok!}$$

Por lo que la estructura cumple con las solicitudes de soporte de carga del suelo.

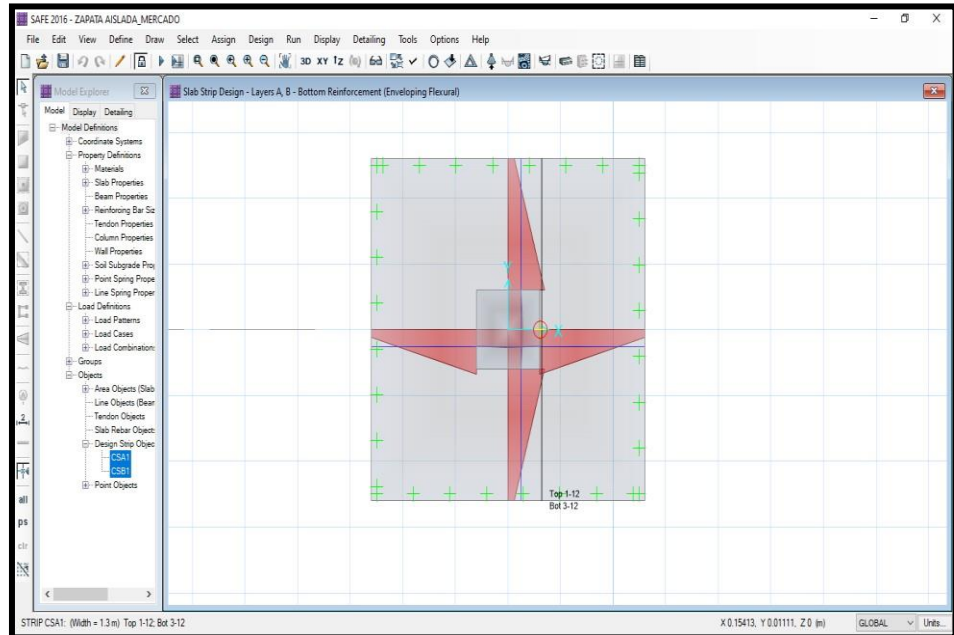
Figura 56: Carga transmitida al suelo de cimentación.



Fuente: Elaboración propia

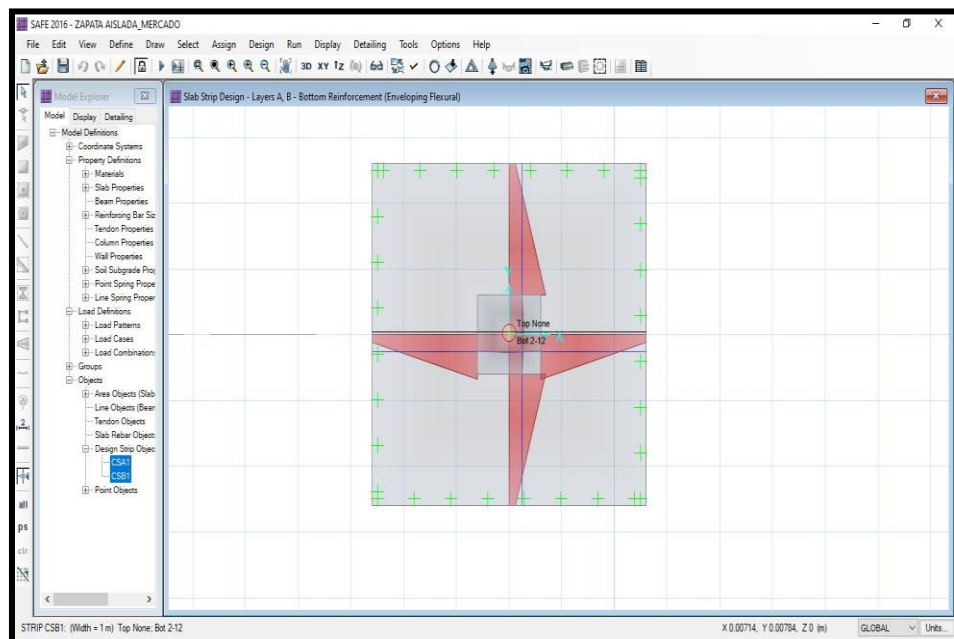
En la Figura 56 se puede apreciar los parámetros de diseño y consideraciones, se propuso varilla de acero de 1/2" @ 0.20 <> #12 en ambas direcciones.

Figura 57: Diseño de zapata propuesta - 1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 58: Diseño de zapata propuesta - 2.



Fuente: Elaboración propia

Siendo que el cálculo del SAFE indica 3 varillas en cada extremo y 2 varillas en el centro. Se concluye que la zapata cuadrada necesita varillas de  $\varnothing = 1/2''$  en ambas direcciones con una distribución de varillas de  $\varnothing 1/2'' @ 0.15$ .

**Para el cálculo de asentamiento:**

Tabla 31: Asentamiento tolerable - Norma E.050 de Suelos y Cimentación.

<b>DISTORSION ANGULAR = <math>\alpha</math></b>	
<b><math>\alpha = \delta/L</math></b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Fuente: Norma E 050

Sabiendo que la Fórmula de la distorsión angular es dada por  $\alpha = \delta/L$ , asimismo se sabe que, mediante el diseño asumido, la distancia entre las columnas de pórticos (L) es igual a 3.00 m, el límite de los asentamientos tolerables en donde se debe esperar las primeras grietas en muros, está establecida por la distorsión angular en el RNE, mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{\delta}{L} = \frac{1}{300} = 0.0033$$

$$0.0033 = \frac{\delta}{300 \text{ cm}}$$

$$\delta = 1.00 \text{ cm}$$

Mediante la teoría elástica que está dada por la ecuación planteada por Terzagui y Peck, se calcula el asentamiento:

$$Si = q \cdot B \cdot \frac{(1-\mu^2)}{Es} \cdot If$$

Dónde:

Si = Asentamiento Probable (cm)

$\mu$  = Relación de Poisson (adimensional)

Es = Módulo de Elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

If = Factor de Forma (cm/m)

q = Presión de Trabajo (ton/m<sup>2</sup>)

B = Ancho de La Cimentación (m)

Se obtuvieron los siguientes valores mediante los cálculos realizados  $q_{adm} = 13.79 \text{ Ton/m}^2$  y el Ancho de la zapata 1.30 m.

Mediante el empleo de la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4, se considera los siguientes valores, Es = 4250 Ton/m<sup>2</sup> para el Tipo SP-SM (Arcilla arenosa),  $\mu = 0.20$  para el Tipo SP-SM (Arcilla arenosa), If = 112 (cm/m) Para cimentación cuadrada flexible al Centro.

$$Si = 13.79 \times 1.3 \times \frac{(1-0.20^2)}{4250} \times 112$$

$$Si = 0.45 \text{ cm}$$

$$Si = 0.45 \text{ cm} < 1.00 \text{ cm}$$

Se puede observar que el asentamiento inicial es menor que el asentamiento tolerable establecido en donde se debe esperar las primeras grietas en muros, establecido por la distorsión angular en la Norma E - 0.50. para el tipo de estructura seleccionada, la cual es de 1 cm. Entonces no se presentarán problemas por asentamiento.

El resultado obtenido para el Diseño estructural es:

$$q_{adm} = 1.37 \text{ Kg} / \text{cm}^2.$$

Asentamiento inicial  $S_i = 0.45 \text{ cm}$

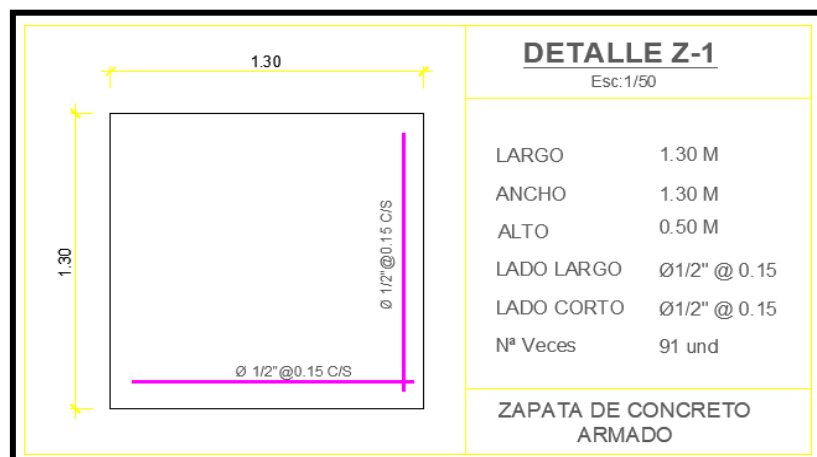
Asentamiento tolerable máximo es de 1 cm

#### 4.1.4. Resultados de los objetivos específicos N° 03

##### Diseño de cimentación del proyecto de ejecución de obra

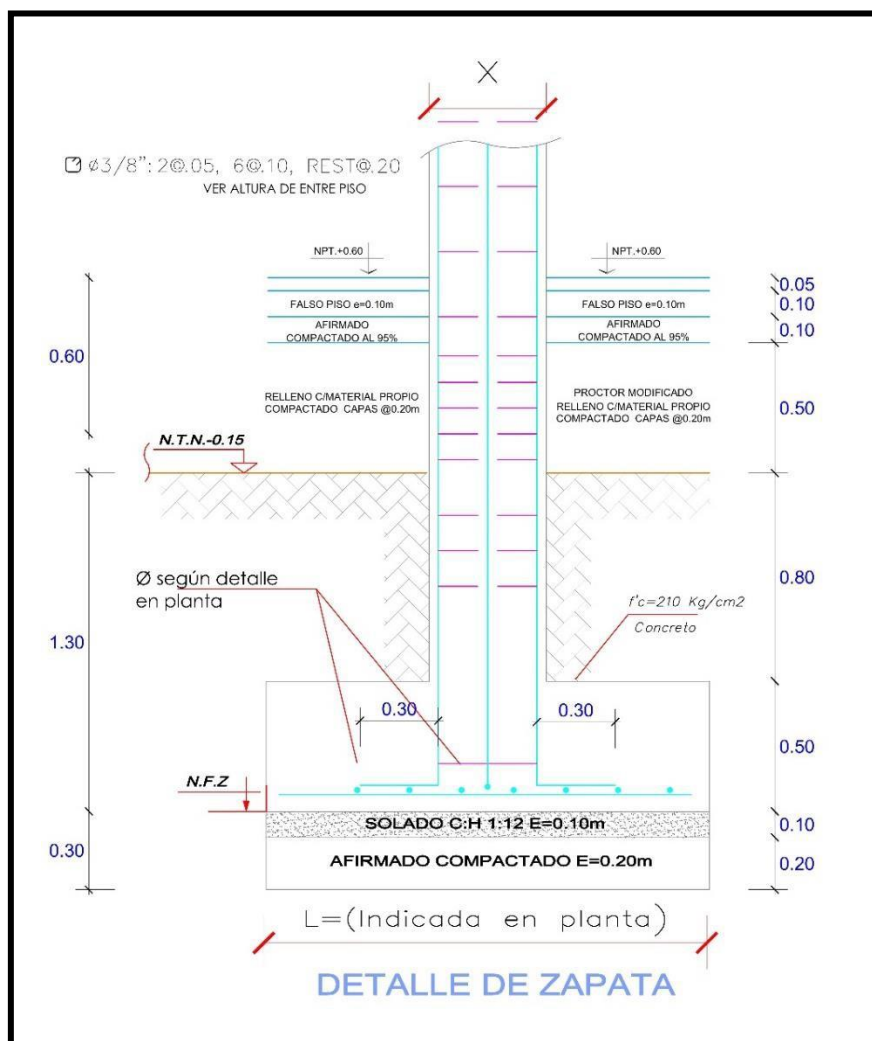
El diseño de la cimentación del proyecto de ejecución de obra nos muestra una zapata cuadrada de 1.30 x 1.30 m con una altura de 0.50 m, a un nivel de desplante de 1.30 m con un solado de 10 cm y un mejoramiento en el suelo de cimentación con 20 cm de afirmado como se muestra en la Figura 41, dicho mejoramiento en el suelo de cimentación quedaría obsoleto por la presencia del nivel freático.

Figura 59: Planta de la zapata del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: M.D San Andrés

Figura 60: Detalle de la zapata del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: M.D San Andrés

### Diseño de cimentación del proyecto de investigación de tesis.

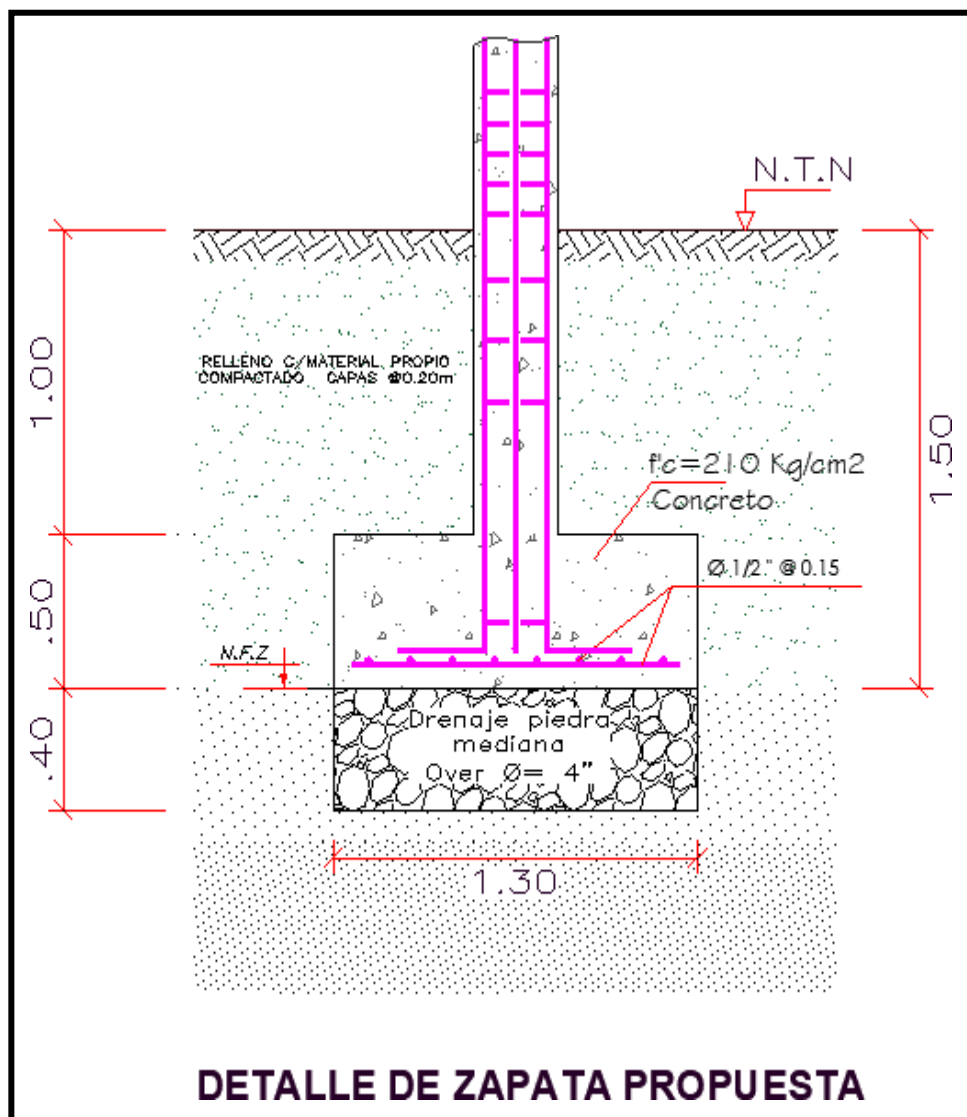
Del diseño de cimentación del centro comercial 9 de diciembre propuesto por el proyecto de investigación de tesis muestra una zapata aislada de 1.30 x 1.30 m con una altura de 0.50 m la misma que por la presencia del nivel freático que no fue considerado por el EMS del proyecto de ejecución de obra, se realiza un mejoramiento de sistema de drenaje.



El sistema de drenaje a emplear se realizará mediante un relleno empleando piedra over menores a 4", las mismas que deben ser lo más limpio, libre de sustancias orgánicas u otros restos.

El over será relleno en capas de 20 cm, estarán constituidos por material de préstamo en tamaño menor a 10 cm, logrando una altura máxima de 40 cm en el fondo de zapatas. Ubicado bajo la zapata en el nivel freático con unas dimensiones de 1.30 m x 1.30 m x 0.40 m.

Figura 61: Detalle de la zapata propuesta en el trabajo de investigación.



Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

Para realizar el presente trabajo de investigación de Evaluación del EMS realizado para el cálculo de la capacidad portante del suelo para la verificación de la cimentación superficial de un Centro Comercial, Ica se trabajó de manera “no experimental” transversal descriptivo. Donde se señaló todos los aspectos comprendidos entre: antecedentes, resultados marco teórico donde se dio prioridad a la explicación de la presente investigación. Se presenta los detalles de los resultados del análisis del proyecto.

El Objetivo general de la presente investigación es Comparar el EMS del proyecto de ejecución de obra con el EMS por realizar para verificar la capacidad portante del suelo y el análisis de asentamientos para el diseño de la cimentación superficial de centro comercial en la provincia de Pisco, Ica. Donde primero se revisó los datos obtenidos por la M.D San Andrés, donde se encontraba el EMS del proyecto de ejecución de obra, y los planos estructurales del centro comercial 9 de diciembre, en los cuales se evidencio las omisiones en las que incurrieron en el EMS del proyecto de ejecución de obra, como son algunas contradicciones en el informe desarrollado y siendo la principal el no considerar la presencia del nivel freático considerando que el área donde se ejecutará el proyecto, se encuentra cerca al litoral marítimo.

Bowles (1958) afirma que “El suelo debe ser capaz de transportar las cargas desde cualquier estructura de ingeniería colocada sobre él, sin una falla por cizallamiento y con los asentamientos resultantes siendo tolerables para esa estructura” (p. 213). Por lo que la capacidad portante del suelo es fundamental para el diseño de cimentación de una estructura, ya que tiene resistir y transmitir las cargas recibidas al suelo, sin que presente fallas.

Como lo señala Beltrán y Díaz (2018) en su tesis “Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático” la presencia del nivel freático en las edificaciones conlleva a un análisis y consideraciones a tomar para la determinación de la capacidad portante del suelo. Consideraciones que son importantes para un correcto diseño de cimentación, del perfil estratigráfico se

analiza la presencia del nivel freático para evitar fenómenos de licuación en el área de estudio, a fin de evitar hundimiento del terreno provocando asentamiento diferencial y haciendo colapsar a la estructura por arrastre.

En la presente tesis se muestra en el perfil estratigráfico desarrollado en el proyecto de investigación que se obtuvieron suelos del tipo GP, GM, SP-SM con presencia del nivel freático a una profundidad promedio de 1.80 m. Por lo que hay similitud en las consideraciones optadas.

Por otro lado, para el cálculo de la capacidad portante del suelo influenciada por el nivel freático nos enfocamos en el mismo autor Beltrán y Díaz (2018), aplicando la teoría de Terzaghi para el cálculo de la capacidad portante se considera una modificación al peso específico debajo de la cimentación, considerando un promedio entre el peso específico del suelo debajo de la cimentación con el peso específico del suelo sumergido por debajo del cimientto.

Así mismo según Das (2001), para el tipo de suelo SP-SM suelos arenosos presente en el área del proyecto, se estima una falla local por lo que Terzaghi considera en estos casos la modificación de los parámetros como son la cohesión y el ángulo de fricción interna en una relación de  $\tan(\phi') = 2/3 \times \tan(\phi)$ , con lo que se produce una modificación a la ecuación de Terzaghi, con lo que se obtiene un cálculo acertado y conservador con lo que se consigue realizar un correcto diseño. En los datos obtenidos del ensayo de corte directo, se obtiene que el ángulo de fricción interna es de  $\phi = 33.90^\circ$  por lo que al aplicar la modificación del ángulo de fricción interna se obtiene  $\phi' = 24.13^\circ$ .

Por otro lado, Alva (2007) nos menciona sobre los asentamientos inmediatos mediante el método elástico, en los que se puede estimar cuanto seria el asentamiento inicial según el tipo de suelo y la carga de trabajo que va a soportar según la estructura, así mismo se considera la forma de la cimentación, para el asentamiento calculado en la presente tesis, se obtuvo un asentamiento inicial de 0.45 cm el cual está por debajo del asentamiento permitido por la Norma E.050 Suelos y Cimentación que para Limite en que

se debe esperar las primeras grietas en paredes es  $\alpha = 300$  según  $\alpha = \delta/L$ , se obtiene un asentamiento de 1.00 cm. Por lo que se pudo realizar los cálculos de asentamiento según lo mencionado.

En lo señalado por Pujante (2017) en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Politécnica de Valencia - Ecuador, es muy importante un buen estudio de ingeniería de geotecnia para determinar los parámetros geotécnicos correspondientes para el diseño de cimentación como también es importante elegir el tipo de cimentación adecuada. El diseño de la cimentación de la presente tesis se realizó mediante el uso del software SAFE en conjunto con el software ETABS, donde se obtuvo las cargas transmitidas al suelo haciendo uso de la Norma E.020 referente a Cargas del Reglamento Peruano, como también se tuvo las consideraciones establecidas en la Norma E.050 referente a Suelos y Cimentaciones del Reglamento Peruano con las que se pudo determinar las dimensiones de la zapata diseñada según las consideraciones obtenidas en la presente investigación.

Además, contamos con Farina y Huapaya (2019) donde en su tesis mencionan que para la presencia de suelos licuables hasta una profundidad de 2.50 m de profundidad donde se encontró estratos de suelos con arenas medianamente densas con un nivel freático superficial, donde se propuso el mejoramiento de suelo con material de préstamo controlado gravoso compactado en capas de 25 cm a una profundidad de 2.50 metros, para mitigar el fenómeno de la licuefacción, Por lo tanto en comparación con el proyecto de investigación de la presente tesis se tiene un suelo de cimentación más desfavorable del tipo SP-SM, con presencia del nivel freático por lo que podría producir asentamientos diferenciales. Para zonas arenosas con nivel freático elevadas debe exigirse el empleo de cimentaciones rígidas de concreto armado para todo tipo de edificación.

En la cimentación propuesta en la presente tesis, se realizó la mejora del suelo de cimentación debido a la presencia del nivel freático, se incluyó la realización de un sistema de drenaje convencional mediante un relleno empleando piedra over menores a 4" compactados en capas de 20 cm en la zona saturada, debajo del nivel de cimentación, con una dimensión de 1.30 x

1.30 m con una altura de 0.40 m con lo que se pretende mitigar la acción del nivel freático en la estructura de la edificación.

## VI. CONCLUSIONES

**Primero:** Se realizó la evaluación del EMS del proyecto de ejecución de obra que fue brindado por la municipalidad de San Andrés, así mismo la verificación de los planos estructurales, para verificar la veracidad de la capacidad portante del suelo y el desarrollo del cálculo del asentamiento para el diseño de la cimentación superficial de centro comercial en la provincia de Pisco, Ica. La cual fue acertada, ya que se evidencio que el EMS del proyecto de ejecución de obra presenta algunas observaciones y omisiones importantes para un diseño de cimentación.

**Segundo:** Se realizó los ensayos de laboratorio donde mediante los parámetros geotécnicos obtenidos se logró determinar la capacidad portante del suelo mediante la teoría de Terzaghi, teniendo en consideración ciertas modificaciones que planteo Terzaghi, ya que al presentar suelo del tipo SP-SM se exhibe una posible falla local por lo que se aplica una reducción al ángulo interno de fricción y por la presencia del nivel freático se aplica un promedio al peso específico del suelo debajo de la cimentación, La cual fue acertada, ya que se evidencio que en el EMS del proyecto de ejecución no consideraron la presencia del nivel freático al realizar sus cálculos.

**Tercero:** Se realizó el diseño de cimentación con el uso del software ETABS, con los que se obtuvo las cargas aplicadas a la cimentación logrando obtener el diseño de cimentación y calcular el asentamiento permisible de la cimentación.

**Cuarto:** Realizando la comparación del diseño de cimentación propuesto con el diseño de cimentación del proyecto de ejecución de obra, se logra apreciar las diferencias y la mejora en las consideraciones del diseño, donde se profundizo el nivel de desplante de la cimentación y se consideró un drenaje convencional de piedra over  $\varnothing= 4"$  para mitigar los efectos del nivel freático.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda para los proyectos de edificaciones se realice un adecuado EMS con lo que se podrá tomar las consideraciones pertinentes para un diseño de cimentación óptimo.

Se recomienda el empleo de la Teoría de Terzaghi ya que ha demostrado su eficiencia en el cálculo de la carga que puede soportar un suelo sin que su estabilidad sea amenazada. Respecto al tema de los parámetros geotécnicos, se recomienda, cuando se presente un estado de compacidad suelta del suelo de cimentación, que se reduzca el coeficiente del ángulo de fricción, con ello se podrá considerar el efecto ante la posibilidad de una falla de carácter local.

Se recomienda que en suelos donde existe presencia del nivel freático se tomen en cuenta las modificaciones que propuso Terzaghi para el cálculo de la capacidad portante del suelo.

Se recomienda el uso de los Software ETABS y SAFE para el diseño de cimentaciones, ya que ha demostrado su exactitud y confiabilidad en los resultados obtenidos.

Se recomienda seguir los parámetros establecidos en la Reglamenteo nacional de edificaciones y la Norma técnica peruana.

## REFERENCIAS

- Pujante, E. (2017). *Estudio de soluciones para la cimentación de un edificio de viviendas de uso residencial en Quito* (Tesis de Pregrado). Quito, Ecuador: Universidad Politécnica de Valencia.
- Alexander, H. (2014). *Análisis de la Capacidad Soporte del Suelo de Cimentación del Edificio de Laboratorio de Ingeniería "Julio y Adolfo López de la Fuente, S.J" de la Universidad Centroamericana UCA* (Tesis de Pregrado). Managua, Nicaragua: Universidad Centroamericana.
- Farina, H. y Huapaya, O. (2019). *Formulación de cimentación superficial para un centro comercial de 3 pisos en una zona con suelos licuables en La Encantada – Chorrillos* (Tesis de Pregrado). Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Laura, S. (2016). *Evaluación de la capacidad predictiva de los métodos de estimación del comportamiento mecánico de los suelos lacustres de la bahía de Puno, para cimentaciones superficiales* (Tesis de Pregrado). Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Pérez, L. (2016). *Modelación de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales apoyados en suelos no homogéneos* (Tesis de Pregrado). Santa Clara, Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
- Teniente, A. (2016). *Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de Terzagui y Meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta* (Tesis de Pregrado). Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco.
- Beltrán, J. R. y Diaz, D. A. (2018). *Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático* (Tesis de Pregrado). Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.



- Vargas, J.E. (2009). *Evaluación de los métodos AASHTO y USCS en la caracterización del suelo del barrio mochuelo bajo en la localidad de ciudad bolívar - propuesta de una metodología particular*. (Tesis de Pregrado). Bogotá, Colombia: Universidad Minuto de Dios.
- Merino y Ruiz (2015). *Diseño de cimentaciones superficiales isostáticas soportadas por programa de simulación computarizada*. (Tesis de Pregrado). Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Das, B. (2001). *Principios de ingeniería de cimentaciones. 4.ta ed.* México: International Thomson Editores, S.A. de C.V. ISBN 970-686-035-5
- Alva, J. E. (2007). *Diseño de Cimentaciones*. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG).
- Jorgealvahurtado. (1993, 6 de diciembre). Peligro Sísmico en el Perú [Artículo]. Obtenido de [http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis15\\_a.pdf](http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis15_a.pdf).
- Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. New York: John Wiley & Sons, ISBN: 978-047-017-276-6
- Bowles, J.E. (1958). *Foundation analysis and design. 5ta ed.* New York: The McGraw-Hill Companies, Inc All right reserved.
- Hernández, R, Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* 6ta ed. México: Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Vivienda (2006). *Norma E.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.
- Vivienda (2018). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente, del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.
- Vivienda (2018). *Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.
- Vivienda (2009). *Norma E.060 Concreto Armado, del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.

Vivienda (2006). *Norma E.070 Albañilería, del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.

De Ingenierías. (2019, 21 de diciembre). ETABS programa de ingeniería para el modelado y análisis de estructuras [Publicación]. Obtenido de <https://deingenierias.com/software/etabs-programa-de-ingenieria-para-el-modelado-y-analisis-de-estructuras/>

CSI Spain. (España). SAFE Programa para cálculo y dimensionamiento de losas y cimentaciones con postensado. [Publicación]. Obtenido de <https://www.csiespana.com/software/8/safe#>

ACI 318S-14. (Estados Unidos). Requisitos de reglamento para concreto estructural. [Publicación]. Obtenido de [https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf)

## **ANEXOS**

Tabla 32: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>EMS del proyecto de ejecución de obra</p> <p><b>(Variable Independiente)</b></p>	<p>La norma E. 050 referente a Suelos y Cimentaciones definen el estudio de mecánica de suelos como una serie de investigaciones que se realizan in-situ, con los que se realizan mediante muestreo ensayos de laboratorio que tienen por finalidad estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación.</p>	<p>Del EMS del proyecto de ejecución de obra se compara los datos obtenidos con el EMS realizado en el presente proyecto de investigación, mediante la realización de ensayos de laboratorio, con el fin de calcular la capacidad portante del suelo.</p> <p>Se realizó la excavación a cielo abierto de las Calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, las cuales se realizaron a una altura de 2.00 m de profundidad, en la zona de cimentación del proyecto de ejecución.</p> <p>Se tomó muestras de las 4 excavaciones para realizar los ensayos de granulometría del suelo, contenido de humedad, densidad de campo, proctor modificado y corte directo, con esos datos se calculó la capacidad portante del suelo.</p>	<p>Ensayos de mecánica de suelos.</p>	<p>Razón</p>
			<p>Capacidad portante del suelo.</p>	<p>Ordinario</p>
<p>Diseño de cimentación</p> <p><b>(Variable dependiente)</b></p>	<p>La norma E.050 Suelos y Cimentaciones define como cimentación la parte de la edificación que transmite al subsuelo las cargas de la estructura. Para el diseño de cimentación se considera del tipo superficial y profundas, de acuerdo al tipo de suelo de fundación.</p> <p>Para el diseño de la zapata la norma E.060 Concreto Armado nos da parámetros para el diseño de cimentaciones en el Capítulo 15 titulado Zapatas. Asimismo, la norma E.030 Diseño Sismorresistente nos da parámetros para determinar las características de diseño que se debe considerar para cada estructura, según la finalidad que cumple.</p>	<p>El diseño de cimentación se realizó de acuerdo a los datos obtenidos del EMS del proyecto de investigación, se hizo uso de la Norma E.060 Concreto Armado para el diseño de cimentación mediante el uso del software ETABS y SAFE, también se hizo uso de los parámetros de diseño de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.</p>	<p>Diseño de cimentación superficial.</p>	<p>Razón</p>
			<p>Asentamientos.</p>	<p>Razón</p>

Tabla 33: Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>GENERAL:</b></p> <p>“¿Cómo evaluar el EMS y sus resultados señalados en el proyecto denominado Centro Comercial 9 de diciembre, para la verificación del diseño de la cimentación presentada?”</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el EMS presentado por el proyectista con el EMS realizado para esta investigación.</li> <li>• Revisar el diseño de la cimentación presentado por el proyectista, comparándolo con los reales datos de la capacidad portante del suelo del área de ejecución de la obra.</li> <li>• Establecer criterios para un adecuado diseño de cimentación basado en reales valores obtenidos de la exploración de calicatas que permitan la visualización y estudio de la estratigrafía y nivel freático del suelo a intervenir.</li> <li>• Mediante la realización de ensayos de laboratorios se podrá verificar la capacidad portante del suelo a fin de verificar el EMS para realizar un diseño de cimentación superficial para la construcción del Centro Comercial.</li> <li>• Mediante el cálculo de los asentamientos y el análisis de agresión al suelo de la cimentación se podrá contribuir a la correcta realización del diseño de la cimentación del Centro Comercial.</li> </ul>	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>“Comparar el EMS del proyecto de ejecución de obra con el EMS por realizar para verificar la capacidad portante del suelo y el análisis de asentamientos para el diseño de la cimentación superficial de centro comercial en la provincia de Pisco, Ica.”</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar los ensayos de laboratorio para verificar la capacidad portante del suelo a fin de comparar el EMS del proyecto de ejecución de obra.</li> <li>• Realizar una propuesta de diseño de cimentación conveniente para la edificación referida.</li> <li>• Comparar el diseño de cimentación propuesto con el diseño de cimentación de ejecución de obra.</li> </ul>	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>“La hipótesis general de la presente tesis es: Realizando el EMS de la presente investigación se verifica que el EMS del proyecto de ejecución de obra presenta observaciones en su desarrollo; por lo tanto, la capacidad admisible del suelo se deberá recalcular para definir el diseño de cimentación adecuada.”</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante los parámetros geotécnicos obtenidos de los ensayos de laboratorio se determina la capacidad portante del suelo para realizar el diseño de cimentación superficial.</li> <li>• Mediante el uso del Software ETABS se podrá obtener las cargas aplicadas a la cimentación para su adecuado diseño, asimismo mediante el cálculo de asentamientos se logra contribuir a la correcta realización del diseño de la cimentación del Centro Comercial.</li> <li>• Mediante la comparación del diseño de cimentación propuesta con el diseño de cimentación de la ejecución de obra, se logra apreciar las diferencias y la mejora en las consideraciones del diseño.</li> </ul>	<p><b>VI:</b> EMS del proyecto de ejecución de obra.</p> <p><b>VD:</b> Diseño de cimentación.</p>	<p><b>ENFOQUE:</b></p> <p>Tipo Aplicado.</p> <p><b>DISEÑO:</b></p> <p>Tipo “no experimental” transversal descriptivo.</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b></p> <p>Todos los centros comerciales que existan en el distrito de San Andrés.</p> <p><b>TECNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</b></p> <p>La técnica empleada para la elaboración del presente proyecto de investigación fue la observación.</p> <p><b>ANALISIS DE DATOS:</b></p> <p>El método de análisis de datos que se realizo fue descriptivo.</p>

Figura 62: Carta de solicitud de informacion a la MDSA.

**CARGO**

Cañete, 24 de abril del 2018

**CARTA N° 001 – 2018 – PATM**

SEÑORES : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN ANDRES

ATENCIÓN : ING. JOSE RODOLFO GALINDO CONDE  
GERENTE DE DESARROLLO TERRITORIAL

Presente. -

ASUNTO : SOLICITUD DE INFORMACION TECNICA.


01  
1349-2018  
17. St Am

Mediante la Presente me dirijo a Ud. para saludarlo cordialmente y a su vez solicitarle que por motivo que me encuentro en proceso de desarrollo de mi proyecto de investigación para obtener el título de Ingeniero Civil, mediante la modalidad de tesis la cual tiene como finalidad el análisis y verificación de los parámetros técnicos de la cimentación del nuevo mercado municipal a construirse en la intercepción de la Calle Grecia con la Av. Genaro Medrano, Por dicho motivo extendiendo la presente solicitud, ya que la Municipalidad Distrital de San Andrés viene realizando el proceso previo de selección para la ejecución de la Remodelación del Mercado Municipal, agradecería se me facilite lo siguiente:

- Análisis Granulométrico del Terreno del Mercado Municipal.
- Ensayo de Corte Directo del Terreno del Mercado Municipal.
- Análisis Químico de Agresividad del Suelo del Terreno de Mercado Municipal.
- Perfil Estratigráfico del Terreno del Mercado Municipal.
- Planos de Cimentación y Estructuras del Nuevo Mercado Municipal.
- Plano de Arquitectura del Nuevo Mercado Municipal.
- Plano de Demolición del Mercado Municipal (De ser el Caso).
- Plano Topográfico del Nuevo Mercado Municipal.
- Resumen Ejecutivo y Presupuesto (De ser el Caso) del Proyecto del Nuevo Mercado Municipal.

Sin otro en particular, me suscribo de Usted esperando su pronta respuesta, y agradeciendo de antemano su atención a dicha solicitud.

Atentamente

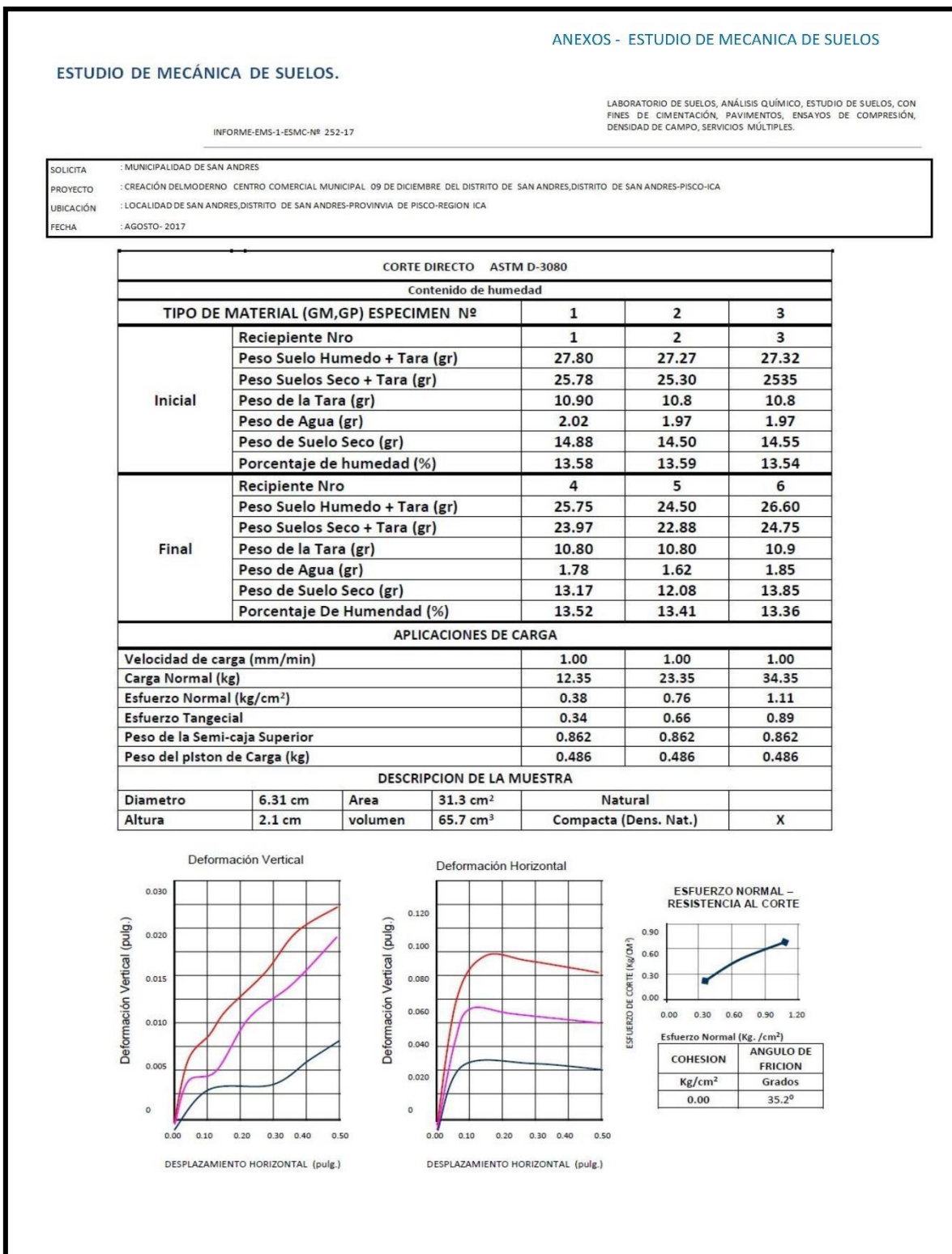


**PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ**  
DNI: 72890913

Correo: [tovar-malasquez@hotmail.com](mailto:tovar-malasquez@hotmail.com) | [levfranz@gmail.com](mailto:levfranz@gmail.com)  
Celular: 972394643 | 956228197

Fuente: Elaboración propia

Figura 63: Ensayo de corte directo del EMS del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: Municipalidad de San Andrés.

Figura 64: Ensayo de análisis granulométrico C-01 del EMS del proyecto de ejecución de obra.

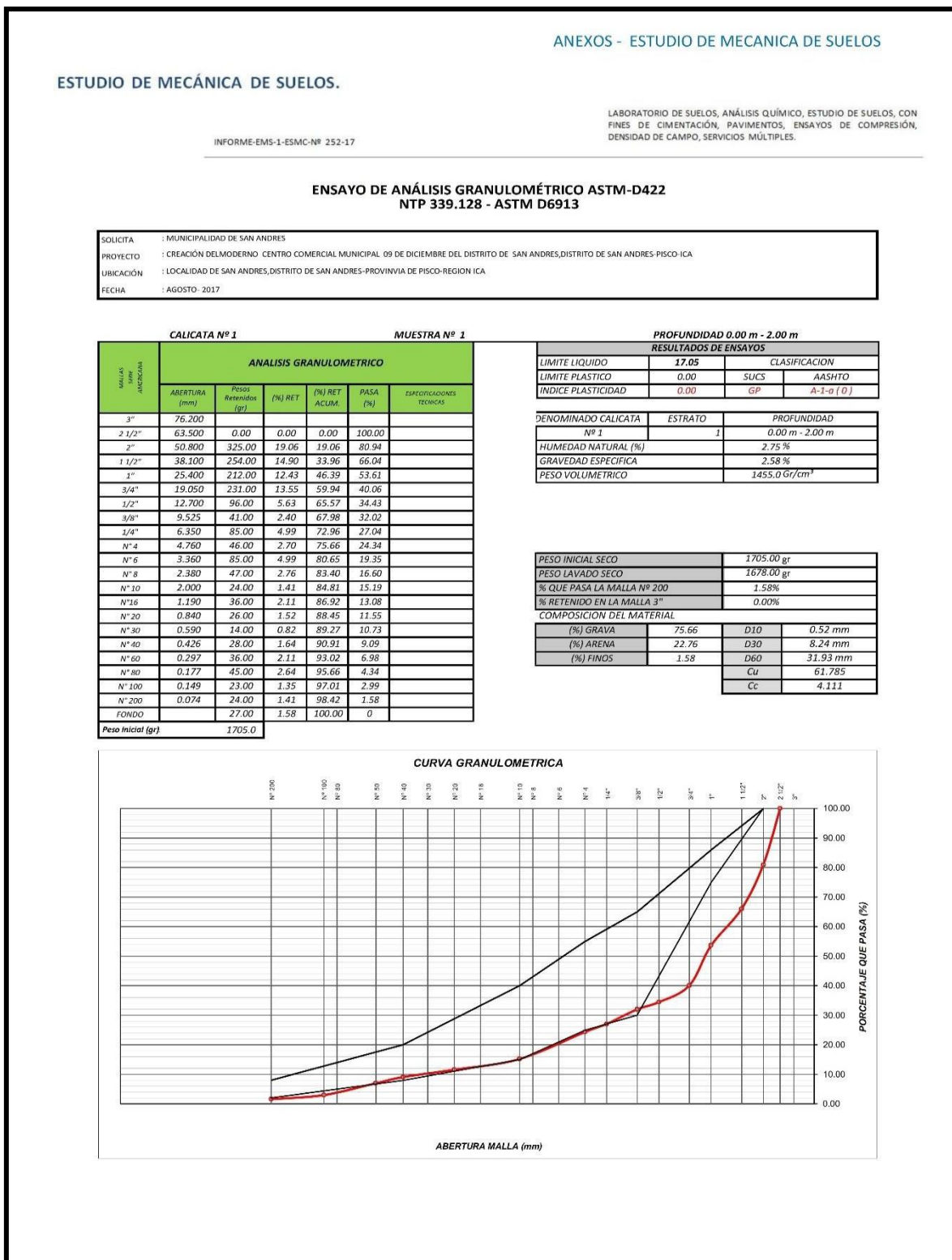
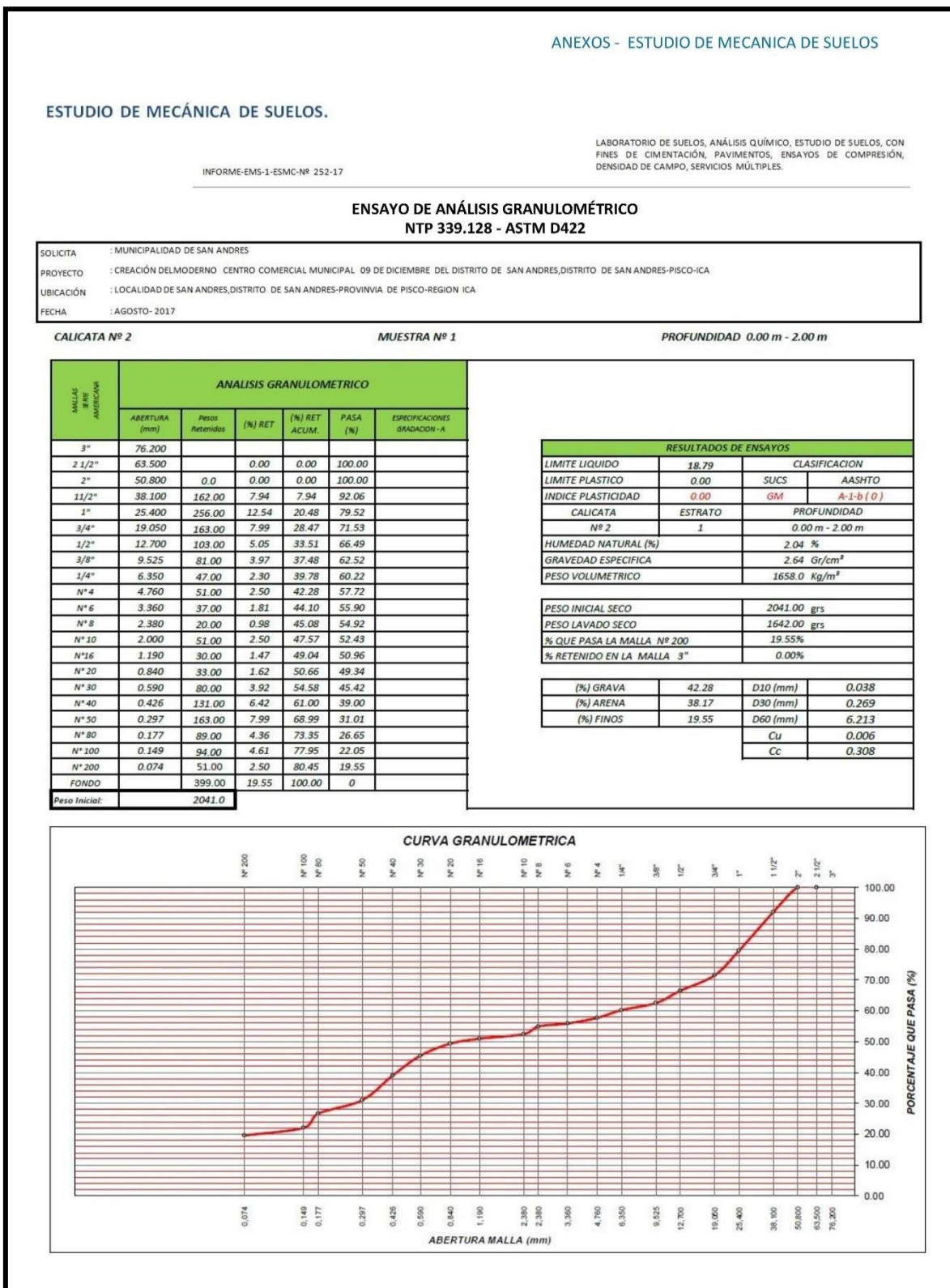


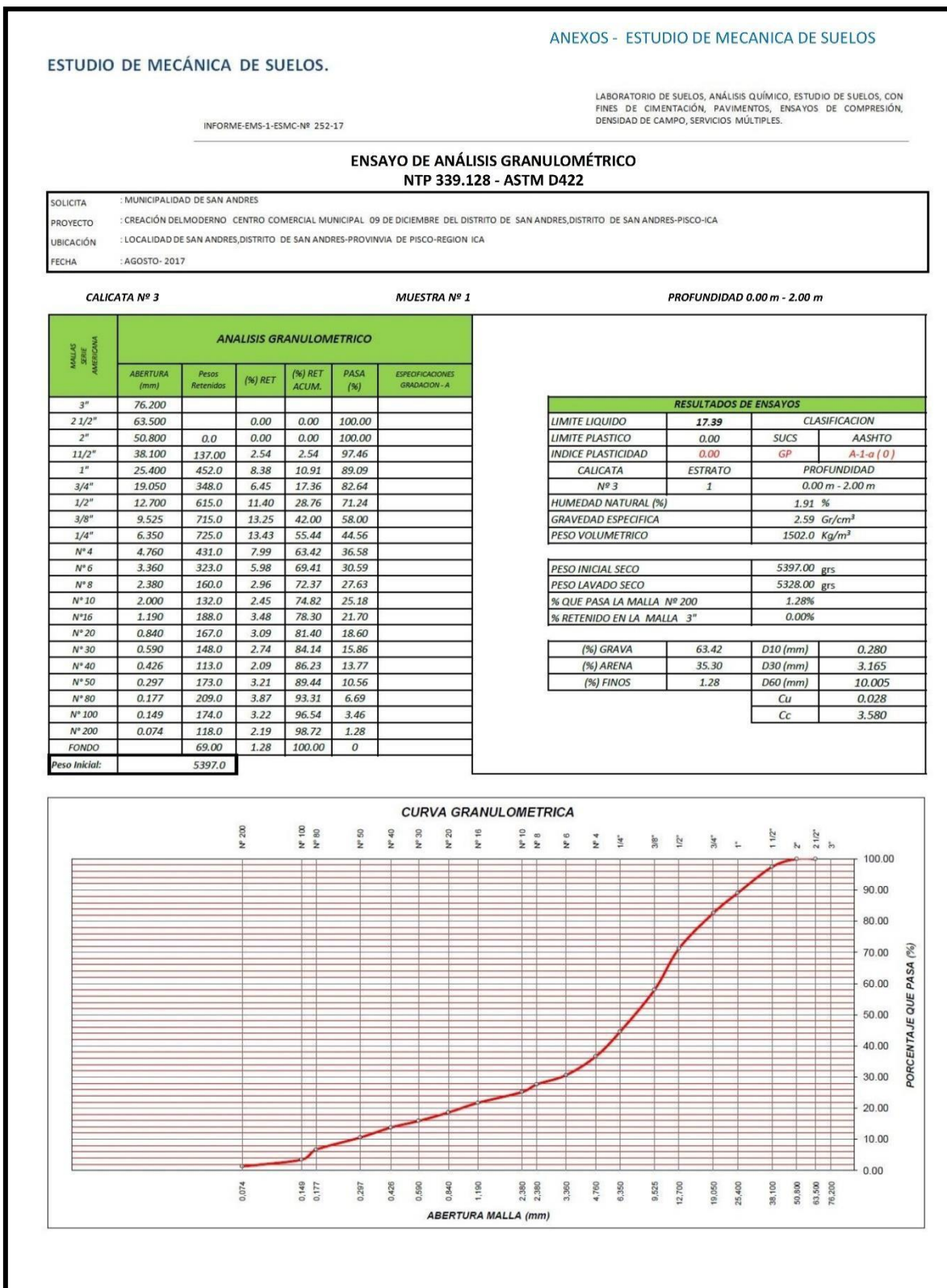


Figura 65: Ensayo de análisis granulométrico C-02 del EMS del proyecto de ejecución de obra.



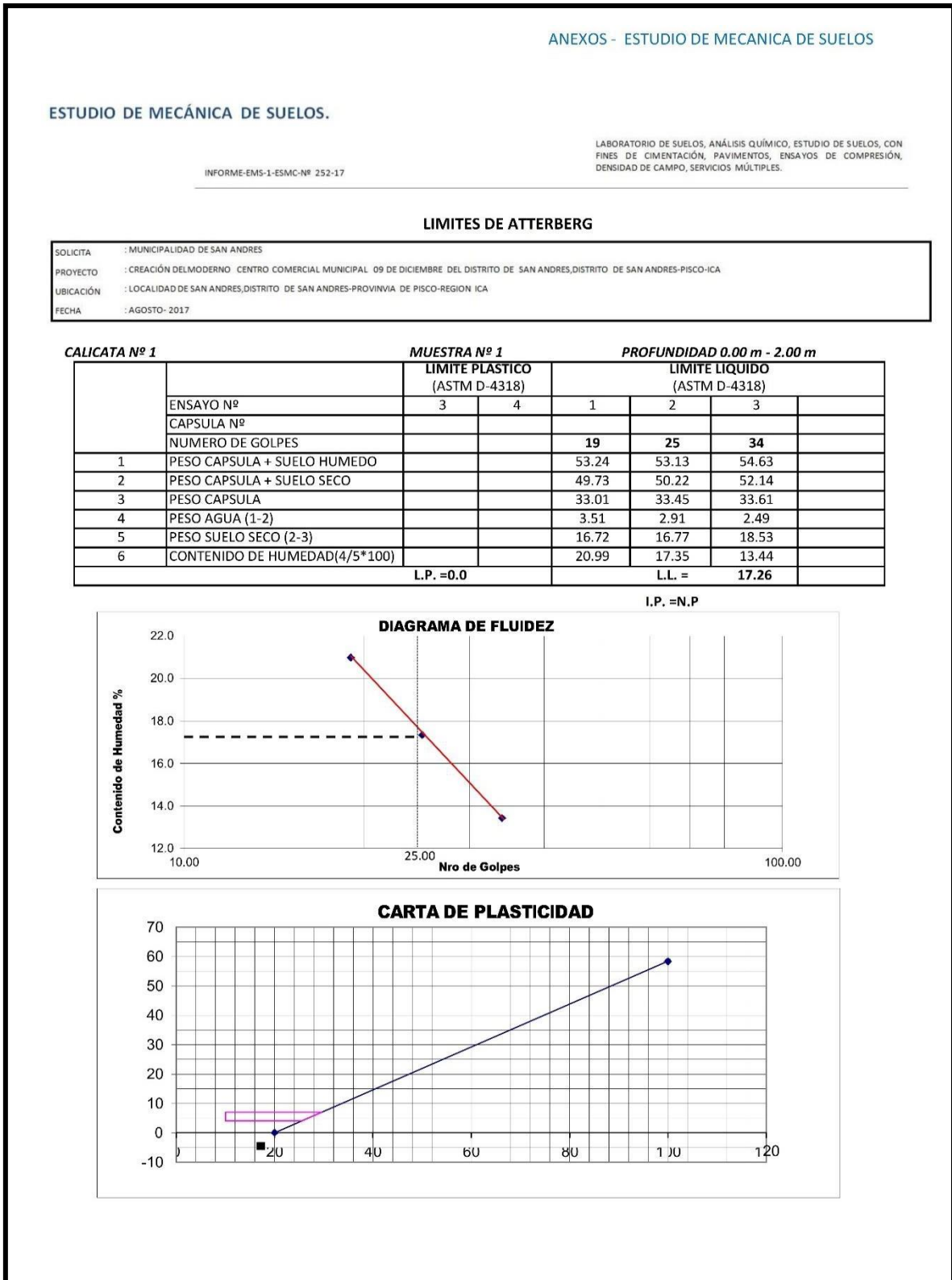
Fuente: Municipalidad de San Andrés.

Figura 66: Ensayo de análisis granulométrico C-03 del EMS del proyecto de ejecución de obra.



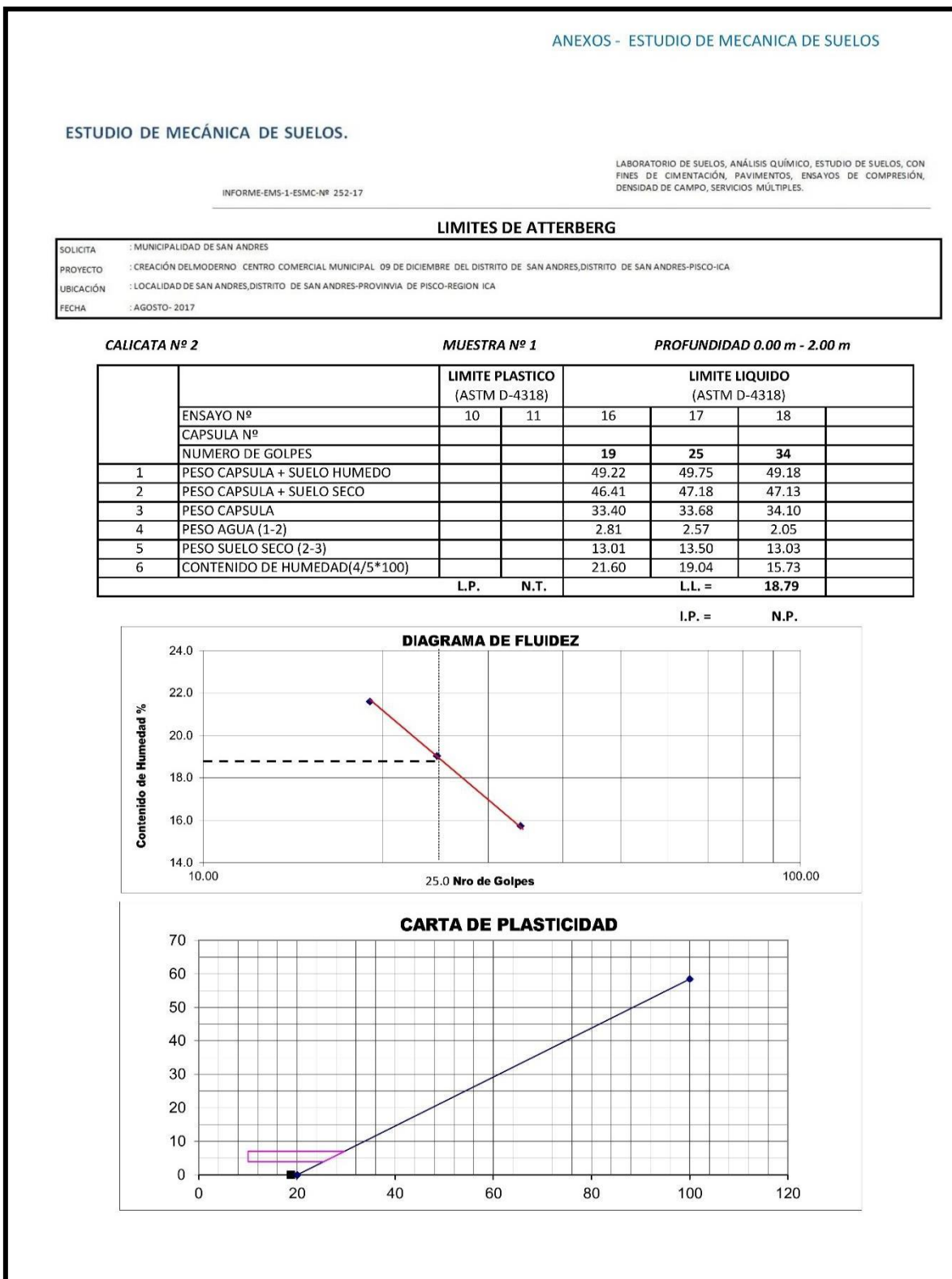
Fuente: Municipalidad de San Andrés.

Figura 67: Ensayo los Limites de Atterberg C-01 del EMS del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: Municipalidad de San Andrés.

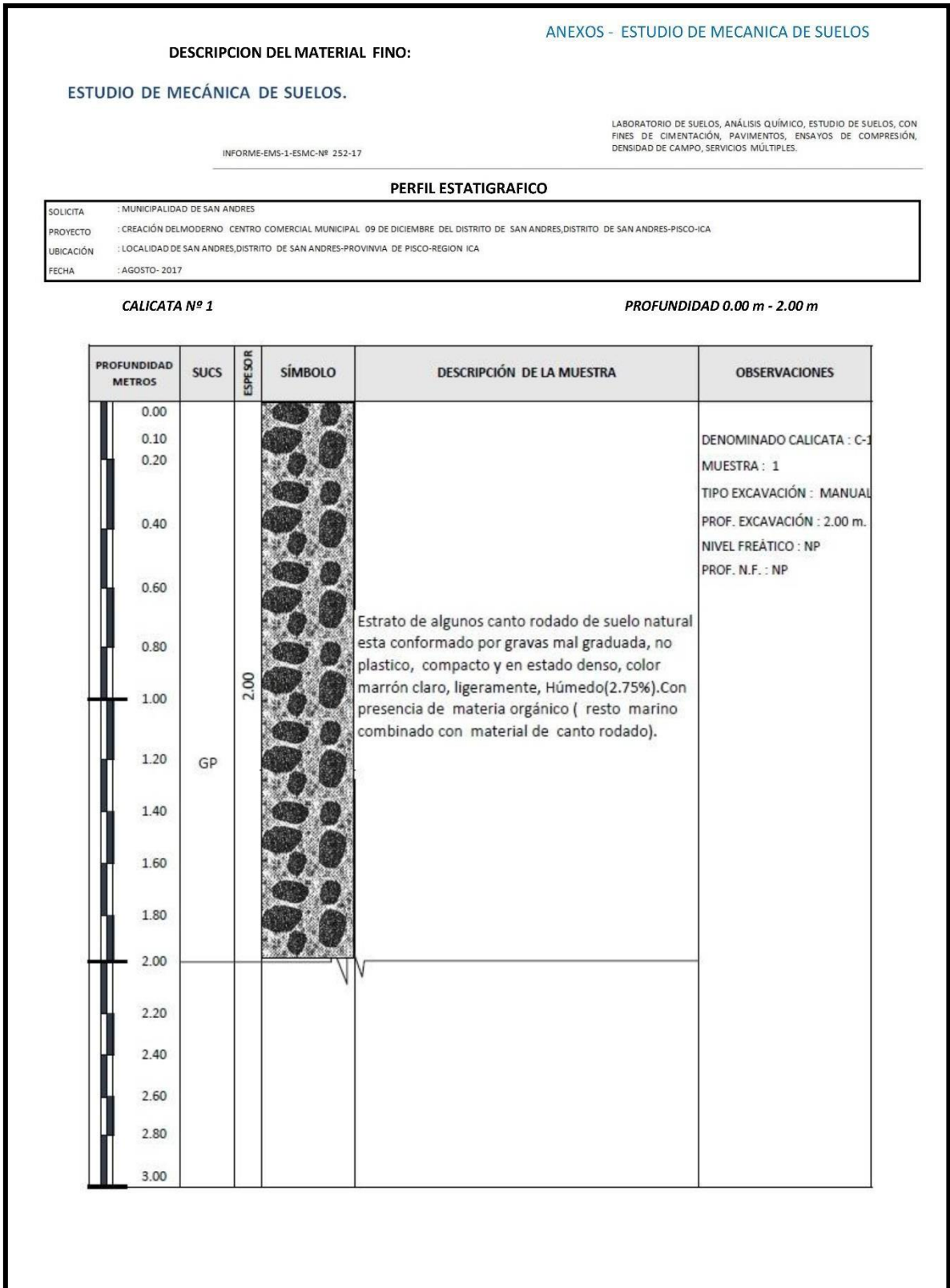
Figura 68: Ensayo los limites de Atterberg C-02 del EMS del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: Municipalidad de San Andrés.

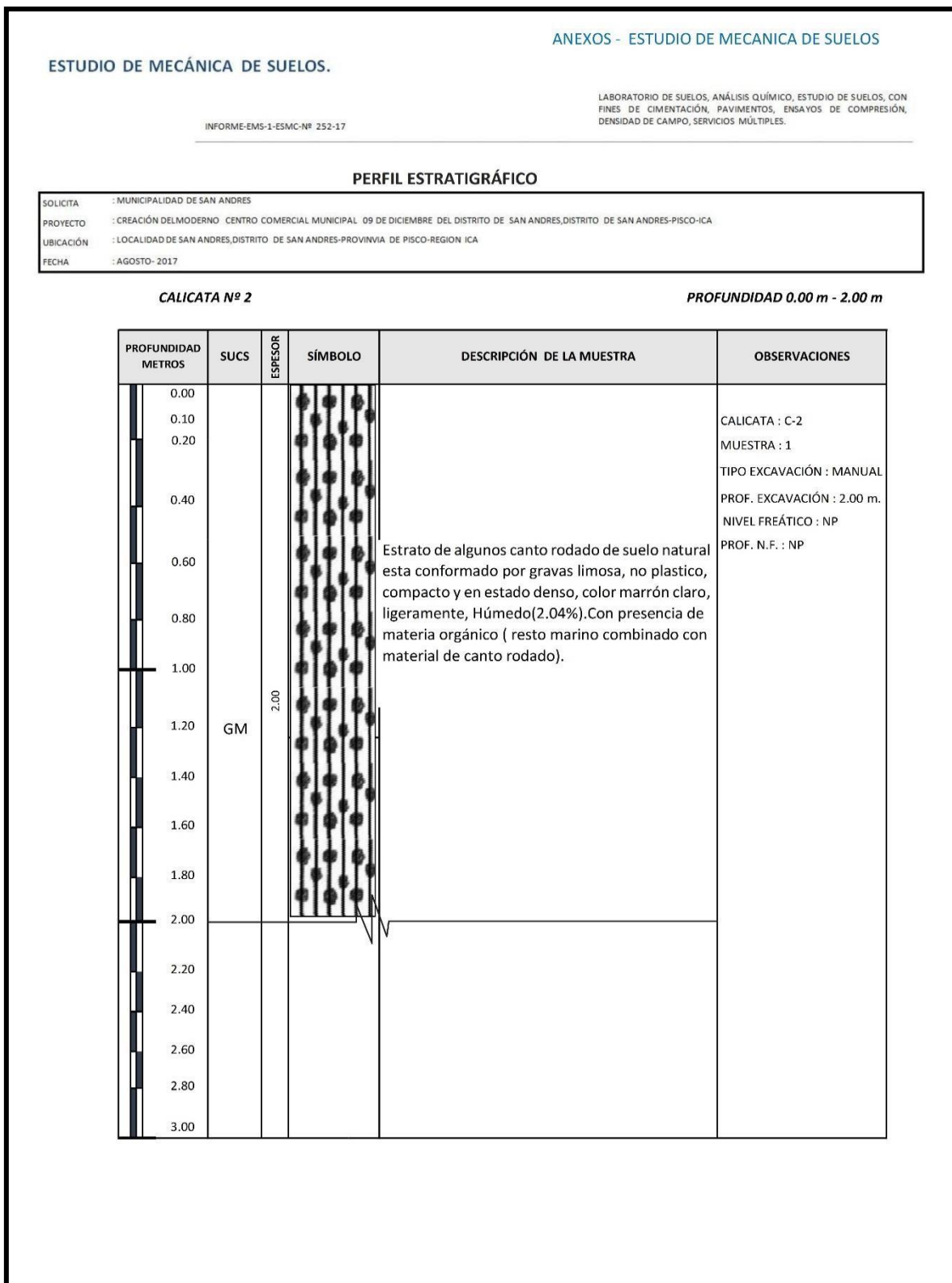


Figura 70: Perfil Estratigrafico C-01 del EMS del proyecto de ejecución de obra.



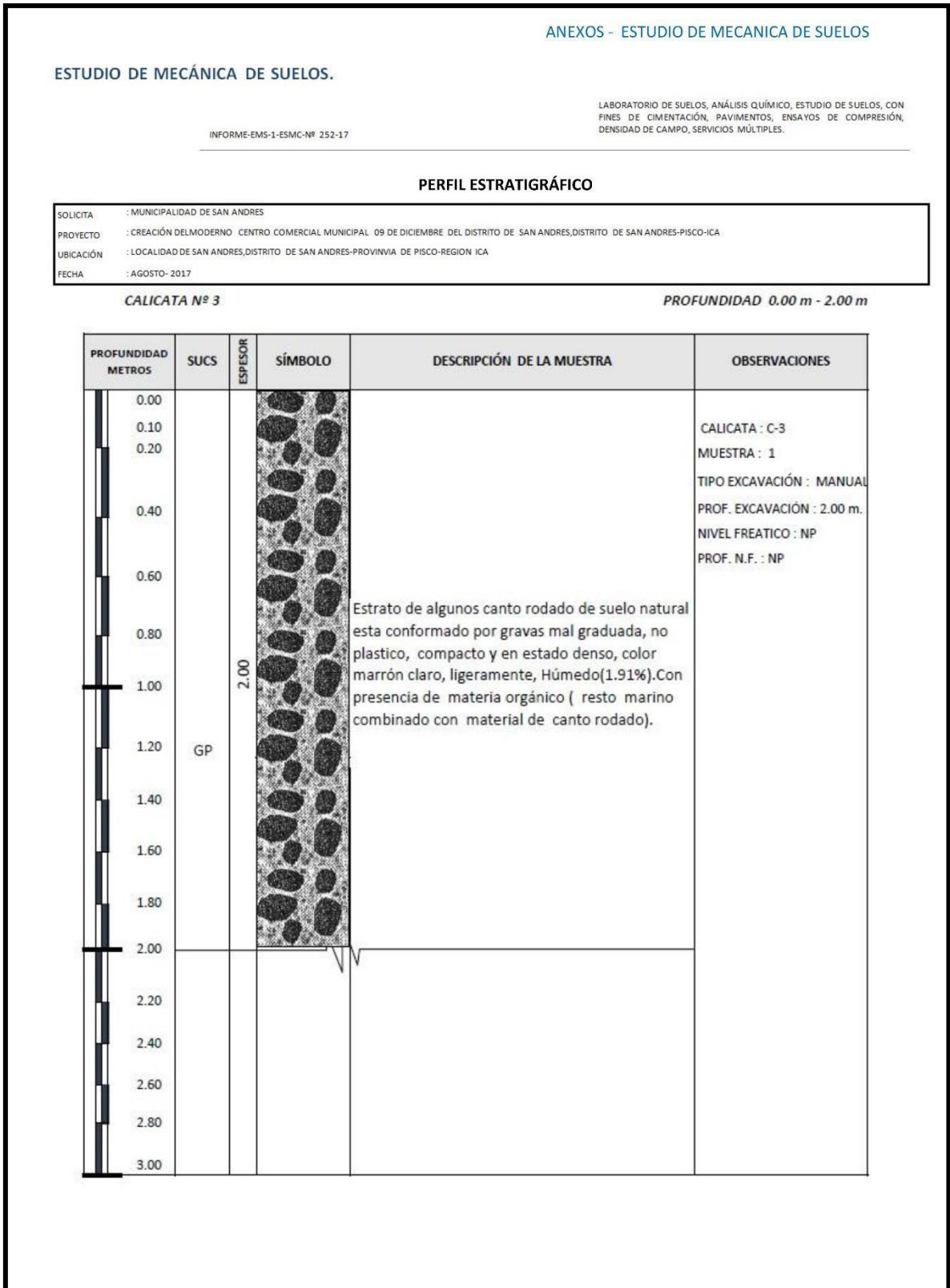
Fuente: Municipalidad de San Andrés.

Figura 71: Perfil Estratigrafico C-02 del EMS del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: Municipalidad de San Andrés.


Figura 72: Perfil Estratigrafico C-03 del EMS del proyecto de ejecución de obra.



Fuente: Municipalidad de San Andrés.



Figura 73: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 1.



**INFORME N° 001 – LABORATORIO CII - 2018**

<b>DE</b>	:	<b>Randi Gari Valqui Rayme</b> Jefe de laboratorio de Suelos y Concreto
<b>A</b>	:	<b>Pavel Antonio Tovar Malásquez</b>
<b>FECHA</b>	:	06 de agosto de 2018.
<b>ASUNTO</b>	:	<b>Ensayos de mecánica de suelos.</b>
<b>PROYECTO</b>	:	<b>“TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA”</b>

---


**1.0 OBJETIVOS**  
El presente informe, tiene por objeto evaluar las propiedades físicas/químicas del material proveniente de las muestras tomadas de las excavaciones.

**2.0 UBICACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**  
El proyecto tiene la siguiente ubicación geográfica:


- Dpto. Ica.
- Provincia Pisco.
- Distrito San Andrés.

**3.0 ENSAYOS EN CAMPO**  
Se realizaron los ensayos en base a las siguientes normas;

- **NTP 339.127:** Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- **NTP 339.128:** Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- **NTP 339.129:** Método de ensayo para determinar el límite líquido, plástico e índice de plasticidad.
- **NTP 339.141:** Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 KN-m/m<sup>3</sup>) (56000pie/lbf/pie<sup>3</sup>).
- **NTP 339.152:** Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio
- **ASTM D-3080:** Método de ensayo para corte directo.



-----  
RANDI VALQUI RAYME  
LABORATORIO



-----  
ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ  
CIP N° 180055

Laboratorio: Sector chacarria /parcela 8C/sub lote A.  
Oficinas: Urb. San José, Mza. K Lote 9/San Vicente de Cañete / cañete-lima

1

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 74: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 2.



**4.0 ENSAYOS EN LABORATORIO.**

**4.1 CONTENIDO DE HUMEDAD.**

Se realizó la determinación de la humedad de las muestras ensayadas en la C-1, C-2, C-3, C-4.

Los cuales son determinados en ensayos adjuntados.

CH-S-CII-001 (Calicata C-1)

CH-S-CII-002 (Calicata C-1)

CH-S-CII-003 (Calicata C-2)

CH-S-CII-004 (Calicata C-2)

CH-S-CII-005 (Calicata C-3)

CH-S-CII-006 (Calicata C-4)

**4.2 ANALISIS GRANULOMETRICO.**

Se determino de acuerdo a los siguientes ensayos adjuntos.

GR-S-CII-001 (Calicata C-1)

GR-S-CII-002 (Calicata C-1)

GR-S-CII-003 (Calicata C-2)

GR-S-CII-004 (Calicata C-2)

GR-S-CII-005 (Calicata C-3)

GR-S-CII-006 (Calicata C-4)

**4.3 LIMITES DE ATTERBERG.**

Para los ensayos realizados, las muestras NP.

**4.4 PERFIL ESTATIGRAFICO.**

Se realizo el perfil estratigráfico de las Calicata C-1, C-2, C-3 y C-4; a una profundidad de 2.00 metros, se determinó de acuerdo a los siguientes ensayos adjuntos.

PE-S-CII-001 (Calicata C-1)

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
*Randi Valqui Rayme*  
RANDE VALQUI RAYME  
LABORATORIO

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
*Adriana Cecilia Flores Sanchez*  
ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ  
CIP N° 160055

Laboratorio: Sector chancaría /parcela 8C/sub lote A.  
Oficinas: Urb. San José, Mza. K Lote 9/San Vicente de Cañete / cañete-lima

Figura 75: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 3.



PE-S-CII-002 (Calicata C-2)

PE-S-CII-003 (Calicata C-3)

PE-S-CII-004 (Calicata C-4)

**4.5 DENSIDAD DEL SUELO (PROCTOR MODIFICADO/HUMEDAD)**

RESULTADOS	
Humedad óptima:	7.000
Densidad máxima:	2.010

**4.6 PESO ESPECÍFICO DE LA GRAVA.**

Peso específico de grava:	2.600
---------------------------	-------

**5.0 DESCRIPCION DEL MATERIAL.**

Se evidencia material de color beige oscuro, con contenido de gravas y presencia de conchuelas marítimas.

**6.0 FECHAS**

Fecha recepción: 01.08.18

Fecha ejecución: 02.08.18

Fecha de muestreo: 01.08.18.

Fecha emisión informe: 06.08.18

**7.0 METODO DE MUESTREO**

Método realizado fue mediante exploraciones a cielo abierto.

**8.0 LOS RESULTADOS SE RELACIONAN CON LOS MATERIALES SOMETIDOS.**

Es conforme, según las normas técnicas peruanas aplicadas por cada ensayo.

**9.0 IDENTIFICAR SI LOS RESULTADOS PROVIENEN DE LABORATORIOS EXTERNOS.**

Negativo, el cliente realizo la solicitud de los ensayos mencionados.

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
RANDI VALQUI RAYME  
LABORATORIO

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ  
CIP N° 160055

Laboratorio: Sector chacarcía /parcela 8C/sub lote A.  
Oficinas: Urb. San José, Mza. K Lote 9/San Vicente de Cañete / cañete-lima

Figura 76: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 4.



**10.0 CONDICIONES AMBIENTALES EN EL LABORATORIO**

Humedad: 50.4%

Temperatura ambiente: 18.2°C

**11.0 INFORMACIÓN ADICIONAL POR METODOS ESPECIFICOS/AUTORIDADES/CLIENTES/GRUPOS DE CLIENTES:**

No se proponen.

**12.0 OBSERVACIONES POR EL JEFE DE LABORATORIO.**

Se evidencia que el material contiene conchuelas marinas.

Se realizaron solo los ensayos indicados por el solicitante, tales como;

Humedad natural

Granulometría,

Límites de atterberg

Proctor modificado

Densidades

Corte directo

Estratigrafía.

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
*Randi Valqui Rayme*  
RANDI VALQUI RAYME  
LABORATORIO

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
*Adriana Cecilia Flores Sanchez*  
ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ  
CIP N° 160055

Laboratorio: Sector chancaría /parcela 8C/sub lote A.  
Oficinas: Urb. San José, Mza. K Lote 9/San Vicente de Cañete / cañete-lima

Figura 77: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 5.



13.0 PANEL FOTOGRAFICO.



15.1. Vista de muestra a ser analizada.



15.2. Vista de análisis granulométrico por tamizado.

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
*Randi Valqui Rayme*  
RANDI VALQUI RAYME  
LABORATORIO

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
*Adriana Flores Sanchez*  
ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ  
CIP N° 160056

Laboratorio: Sector chancaría /parcela 8C/sub lote A.  
Oficinas: Urb. San José, Mza. K Lote 9/San Vicente de Cañete / cañete-lima

Figura 78: Informe de Laboratorio CII Ingenieros Consultores – Hoja 6.



15.3. Vista de ensayo de proctor modificado.




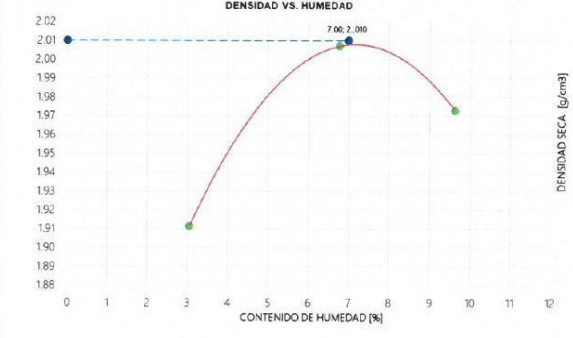


15.6. Vista de perfil de la Calicata.

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
*Randi Valqui Rayme*  
RANDI VALQUI RAYME  
LABORATORIO

CII INGENIEROS  
CONSULTORES E.I.R.L.  
*Adriana Cecilia Flores Sanchez*  
ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ  
CIP Nº 160055




Laboratorio: Sector chancaría /parcela 8C/sub lote A.  
Oficinas: Urb. San José, Mza. K Lote 9/San Vicente de Cañete / cañete-lima

Figura 79: Ensayo de proctor del proyecto de investigación de tesis.

		ENSAYO MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2700Kwh/m <sup>3</sup> )(56000pie/lf/ple3) NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.141		Version: 01 GLAB.S.CII.F004 DISCIPLINA: SUELOS																					
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA. UBICACIÓN: SAN ANDRES / PISCO / ICA. SOLICITANTE: PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ		REGISTRO: PM-S-CII-001 FECHA: 01/08/2018																							
<b>1.- MUESTRA</b> CANTERA: SUELO DE CIMENTACION MATERIAL: MUESTRA DE EXCAVACION		SONDEO: NSP PROFUND.: NSP		<b>2.- PERSONAL</b> OPERADOR: R. VALQUÍ R. ASISTENTE:																					
<b>3.- DATOS PARA ENSAYO</b> Método de compactación: C      Número de golpes: 56      Número de capas: 5																									
<b>4.- DENSIDAD HÚMEDA</b>																									
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	7,446	7,814	7,856																				
2	Peso del molde	g	3,260	3,260	3,260																				
3	Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,125	2,125	2,125																				
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,186	4,554	4,596																				
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm <sup>3</sup>	1.97	2.14	2.16																				
<b>5.- HUMEDAD</b>																									
6	Id. Capsula		1	2	3																				
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	52,2	62,1	59,6																				
8	Peso del suelo seco+ capsula	g	51,4	59,7	56,2																				
9	Peso del agua (7) - (8)	g	0,8	2,3	3,4																				
10	Peso de la capsula	g	23,9	25,2	21,1																				
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	27,5	34,6	35,1																				
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.06	6.77	9.62																				
<b>6.- DENSIDAD SECA</b> Densidad seca (5)/(1+(12)/100)      g/cm <sup>3</sup> 1.91      2.01      1.97																									
<b>7.- CÁLCULOS</b>			<b>8.- GRÁFICO</b>																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>X<sup>n</sup></th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X<sup>2</sup></td> <td>0.000 000</td> </tr> <tr> <td>X<sup>2</sup></td> <td>-0.005 800</td> </tr> <tr> <td>X<sup>4</sup></td> <td>0.082 400</td> </tr> <tr> <td>X<sup>0</sup></td> <td>1.713 200</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.000</td> </tr> <tr> <td>Densidad máxima :</td> <td>2.010</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.600</td> </tr> </tbody> </table>			DENSIDAD SECA*		X <sup>n</sup>	Y=DS	X <sup>2</sup>	0.000 000	X <sup>2</sup>	-0.005 800	X <sup>4</sup>	0.082 400	X <sup>0</sup>	1.713 200	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.000	Densidad máxima :	2.010	Peso específico de grava :	2.600			
DENSIDAD SECA*																									
X <sup>n</sup>	Y=DS																								
X <sup>2</sup>	0.000 000																								
X <sup>2</sup>	-0.005 800																								
X <sup>4</sup>	0.082 400																								
X <sup>0</sup>	1.713 200																								
RESULTADOS																									
Humedad óptima :	7.000																								
Densidad máxima :	2.010																								
Peso específico de grava :	2.600																								
<b>9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>																									
EQ.      ID.																									
<b>10.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b> La excavación de la muestra lo realizo el solicitante.																									
<b>11.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																									
<b>LABORATORIO CII</b>  RANDI VALQUÍ RAYME LABORATORIO		<b>UBICACIÓN</b> Laboratorio: Sector cancharia/parcela8C/eub lote A. Oficinas: San Jose,MZA K Lote 9/San Vicente de cañete		<b>CALIDAD CII</b>  ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055																					

Fuente: CII Ingenieros Consultores E.I.R.L.




Figura 80: Ensayo de densidad del proyecto de investigación de tesis

CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		ENSAYO				Version: 01	
CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. OFICINA A LABORATORIO DE ARENAS DE PISCO, CONCRETO Y ASFALTO		METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO EN SUELO IN SITU, MEDIANTE EL METODO DEL CONO DE ARENA				GLAB.S.CII.F018	
		NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.143				DISCIPLINA: SUELOS	
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LEYTA LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"							
PROYECTO:	TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA					REGISTRO:	DC-5-CII-001
UBICACIÓN	SAN ANDRES / PISCO / ICA					FECHA:	01/08/2018
SOLICITANTE	PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ						
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL			
UBICACIÓN:	CALICATA	SONDEO	-	OPERADOR:	M.M.H.		
MATERIAL:	PROPIO DE EXCAVACION	PROFUND.:	0.00 @ 2.00	ASISTENTE	R.V.R		
3.- DATOS PRELIMINARES							
IT	DESCRIPCIÓN	UND	DATO	REGISTRO	ENSAYO	OBSERVACIÓN	
1	Densidad de la arena (mín. 3 medidas)	g/cm3	1.39	E-00728-11	MTC E 151	LABORATORIO CII	
2	Peso arena en cono (mín. 3 medidas)	g	1,790.00	E-00128-11	FOR.GTE.XXX	LABORATORIO CII	
3	Peso específico de la grava (laboratorio)	g/cm3	2.63	E-00528-11	MTC E 206	LABORATORIO CII	
4.- DENSIDAD DE HUMEDAD							
IT	DESCRIPCIÓN	UND	P1	P2	P3		
6	Progresiva / Punto de control	km*	TERRENO NATURAL (10 CM)	C-1	C-2		
7	Peso de frasco + arena	g	7,000.0	7,000.0	7,000.0		
8	Peso de frasco + arena remanente	g	2,818.0	2,044.0	2,088.0		
9	Peso de arena: cono + hueco (7)-(8)	g	4,182.0	4,956.0	4,912.0		
10	Peso de arena en el hueco (9)-(2)	g	2,392.0	3,166.0	3,122.0		
11	Volumen del hueco (10)/(1)	cm3	1,720.9	2,277.7	2,246.0		
12	Peso del recipiente + suelo + grava	g	3,002.0	4,275.0	4,230.0		
13	Peso del recipiente	g	0.0	0.0	0.0		
14	Peso retenido en la malla #3/4"	g	559.0	144.0	122.0		
15	Volumen de la grava (14)/(3)	cm3	212.5	54.8	46.4		
16	Peso del suelo sin grava (12)-(13)-(14)	g	2,443.0	4,131.0	4,108.0		
17	Volumen de suelo sin grava (11)-(15)	cm3	1,508.3	2,222.9	2,199.7		
18	Densidad Húmeda (16)/(17)	g/cm3	1.62	1.86	1.87		
5.- CONTENIDO DE HUMEDAD CON HORNO O SPEEDY							
			<input type="checkbox"/> HORNO	<input checked="" type="checkbox"/> SPEEDY			
IT	DESCRIPCIÓN	UND	P1	P2	P3		
24	Contenido de humedad (22)*100/(23)	%	6.00	8.70	13.70		
6.- RESULTADOS							
IT	DESCRIPCIÓN	UND	P1	P2	P3		
25	Densidad seca campo (18)/(1+(24)/100)	g/cm3	1.53	1.71	1.64		
7.- EQUIPOS DE MEDICIÓN							
EQ.	TAMIZ 3/4"	EQUIPO DENSIDAD	BROCHA 4"	BALANZA 30 KG.	HUMEDOMETRO 6 gr.		
ID	CII-LAB-T006	CII-LAB-CA001	CII-LAB-BR002	CII-LAB-B002	CII-LAB-SP001		
8.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES							
SE REALIZO EL ENSAYO EN EL FONDO DE LA CALICATA							
LABORATORIO:		UBICACIÓN:		CALIDAD CII:			
 RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO		 Oficinas: Urb. San José, Mza. K Lote 9/San Vicente de Cañete.		 ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP Nº 160055			

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.






Figura 81: Contenido de humedad C-01 muestra 01 del proyecto de investigación de tesis

		ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.127	Version: 01 GLAB.S.CII.F001 DISCIPLINA: SUELOS	
OBRA: TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA UBICACIÓN: SAN ANDRES / PISCO / ICA. CLIENTE: PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ		REGISTRO: CH-S-CII-001 FECHA: 01/08/2018		
<b>1.- MUESTRA</b>		<b>2.- PERSONAL</b>		
CANTERA: PROPIO - MUESTRA 01	SONDAJE: C-1	OPERADOR: G. RAYME P.	SUPERVISA: R. VALQUI R.	
MATERIAL: EXTRACCION DE CALIGATA	PROFUND.: 0.00 @ 2.00			
<b>3.- HUMEDAD</b>		<b>MUESTRAS POR SONDAJE</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0	Cápsula	UN		
1	Peso de cápsula	g	37.6	37.6
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	123.2	113.4
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	116.6	107.6
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	6.60	5.84
5	Peso seco, [3] - [1]	g	79.0	70.0
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%	8.35	8.35
0	Cápsula	UN		
1	Peso de cápsula	g		
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g		
5	Peso seco, [3] - [1]	g		
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%		
0	Cápsula	UN		
1	Peso de cápsula	g		
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g		
5	Peso seco, [3] - [1]	g		
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%		
0	Cápsula	UN		
1	Peso de cápsula	g		
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g		
5	Peso seco, [3] - [1]	g		
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%		
<b>4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>				
EQ.	HORNO	BALANZA 600		
ID.	HO001	BA001		
<b>5.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>				
SE OBTIENE COMO RESULTADO QUE LA MUESTRA 01 DE LA CALIGATA C-1 TIENE UN 8.35 % DE CONTENIDO DE HUMEDAD. LA CALIGATA FUE EXCAVADO POR EL SOLICITANTE. LAS MUESTRAS SE TOMARON DE LA EXCAVACION. NSP: NO SE PRECISA				
<b>6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>				
<b>LABORATORIO CII</b>		<b>UBICACIÓN</b>	<b>CALIDAD CII</b>	
		Laboratorio: Sector canchana/parcela8C/sub lote A. Oficinas: San Jose.MZA.K Lote 9/San Vicente de cañete		




Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 82: Contenido de humedad C-01 muestra 02 del proyecto de investigación de tesis

		ENSAYO	Version: 01			
		METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	GLAB.S.CII.F001			
		NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.127	DISCIPLINA: SUELOS			
<small>LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"</small>						
OBRA	TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA		REGISTRO: CH-S-CII-002			
UBICACIÓN	SAN ANDRES / PISCO / ICA.		FECHA: 01/08/2018			
CLIENTE	PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ					
<b>1.- MUESTRA</b>		<b>2.- PERSONAL</b>				
CANTERA	PROPIO - MUESTRA 02	SONDAJE	C-1			
MATERIAL:	EXTRACCION DE CALICATA	PROFUND:	0.00 @ 2.00			
		OPERADOR:	G. RAYME P.			
		SUPERVISA:	R. VALQUI R.			
<b>3.- HUMEDAD</b>		<b>MUESTRAS POR SONDAJE</b>				
0	Cápsula	UN	1	2	3	SONDAJE
1	Peso de cápsula	g	CH001	CH002	CH003	1
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	35.2	37.6		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	83.0	80.0		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	79.2	76.6		
5	Peso seco, [3] - [1]	g	3.80	3.37		
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%	44.0	39.0		
			8.64	8.63		PROM=8.64
0	Cápsula	UN				2
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
0	Cápsula	UN				
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
0	Cápsula	UN				
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
<b>4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>						
EQ.	HORNO	BALANZA 600				
ID.	H0001	BA001				
<b>5.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>						
SE OBTIENE COMO RESULTADO QUE LA MUESTRA 02 DE LA CALICATA C-1 TIENE UN 8.64 % DE CONTENIDO DE HUMEDAD.						
LA CALICATA FUE EXCAVADO POR EL SOLICITANTE, LAS MUESTRAS SE TOMARON DE LA EXCAVACION.						
NSP: NO SE PRECISA						
<b>6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>						
<b>LABORATORIO CII</b>		<b>UBICACIÓN</b>	<b>CALIDAD CII</b>			
		Laboratorio: Sector cancharia/parcela8C/sub lote A.  Oficinas: San Jose,MZA,K Lote 9/San Vicente de cañete				

Fuente: CII Ingenieros Consultores E.I.R.L.




Figura 83: Contenido de humedad C-2 muestra 01 del proyecto de investigación de tesis

		ENSAYO		Version: 01		
		METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		GLAB 5.CII.F001		
		NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.127		DISCIPLINA: SUELOS		
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"						
OBRA TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE		UBICACIÓN CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA		REGISTRO: CH-5-CII-003		
CLIENTE PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ				FECHA: 01/08/2018		
<b>1.- MUESTRA</b>			<b>2.- PERSONAL</b>			
CANTERA PROPIO - MUESTRA 01		SONDAJE C-2		OPERADOR: G. RAYME P.		
MATERIAL: EXTRACCION DE CALICATA.		PROFUND.: 0.00 @ 2.00		SUPERVISA: R. VALQUIR.		
<b>3.- HUMEDAD</b>			<b>MUESTRAS POR SONDAJE</b>			
			1	2	3	SONDAJE
0	Cápsula	UN				
1	Peso de cápsula	g	34.6	37.4		1
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	135.8	125.2		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	134.0	123.6		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	1.80	1.56		
5	Peso seco, [3] - [1]	g	99.4	86.2		
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%	1.81	1.81		PROM=1.81
0	Cápsula	UN				2
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
0	Cápsula	UN				
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
0	Cápsula	UN				
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
<b>4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>						
EQ.	HORNO	BALANZA 600				
ID.	HO001	BA001				
<b>5.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>						
SE OBTIENE COMO RESULTADO QUE LA MUESTRA 01 DE LA CALICATA C-2 TIENE UN 1.81 % DE CONTENIDO DE HUMEDAD. LA CALICATA FUE EXCAVADO POR EL SOLICITANTE, LAS MUESTRAS SE TOMARON DE LA EXCAVACION. NSP: NO SE PRECISA						
<b>6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>						
LABORATORIO CII		UBICACIÓN		CALIDAD CII		
		Laboratorio: Sector cancharía/percela9C/sub lote A.  Oficinas: San Jose MZA K Lote 9/San Vicente de cañete				

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.



Figura 85: Contenido de humedad C-3 del proyecto de investigación de tesis

		ENSAYO		Version: 01		
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.127		GLAB.S.CII.F001		
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUJE DE "COPIA CONTROLADA"		DISCIPLINA: SUELOS				
OBRA UBICACIÓN CLIENTE	TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA SAN ANDRES / PISCO / ICA. PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ			REGISTRO: CH-S-CII-005	FECHA: 01/08/2018	
<b>1.- MUESTRA</b>			<b>2.- PERSONAL</b>			
CANTERA MATERIAL:	PROPIO EXTRACCION DE CALICATA	SONDAJE PROFUND.:	C-3 0.00 @ 2.00	OPERADOR: SUPERVISA:	G. RAYME P. R. VALQUI R.	
<b>3.- HUMEDAD</b>		<b>MUESTRAS POR SONDAJE</b>			<b>SONDAJE</b>	
0	Cápsula	UN	1 CII001	2 CII002	3 CII003	1
1	Peso de cápsula	g	36.4			
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	147.0			
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	139.6			
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	7.40			
5	Peso seco, [3] - [1]	g	103.2			
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%	7.17			PROM=7.17
0	Cápsula	UN				2
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
0	Cápsula	UN				
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
0	Cápsula	UN				
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%				
<b>4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>						
EQ.	HORNO	BALANZA 600				
ID.	HO001	BA001				
<b>5.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>						
SE OBTIENE COMO RESULTADO QUE LA MUESTRA DE LA CALICATA C-3 TIENE UN 7.17 % DE CONTENIDO DE HUMEDAD. LA CALICATA FUE EXCAVADO POR EL SOLICITANTE, LAS MUESTRAS SE TOMARON DE LA EXCAVACION. NSP: NO SE PRECISA						
<b>6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>						
<b>LABORATORIO CII</b>		<b>UBICACIÓN</b>		<b>CALIDAD CII</b>		
		Laboratorio: Sector cancharia/parcela8C/sub lote A.  Oficinas: San Jose,MZA,K Lote 9/San Vicente de cañete				
RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO		ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055				


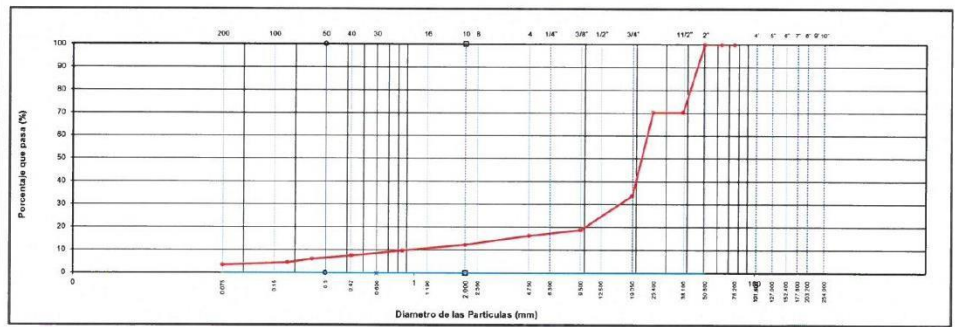



Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 86: Contenido de humedad C-04 del proyecto de investigación de tesis

CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. GEOTECNICA & LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		ENSAYO		Version: 01	
		METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		GLAB.S.CII.F001	
		NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.127		DISCIPLINA: SUELOS	
<small>LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"</small>					
OBRA	TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA			REGISTRO:	CH-S-CII-006
UBICACIÓN	SAN ANDRES / PISCO / ICA			FECHA:	01/08/2018
CLIENTE	PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ				
<b>1.- MUESTRA</b>			<b>2.- PERSONAL</b>		
CANTERA	PROPIO	SONDAJE	C-4	OPERADOR:	G. RAYME P.
MATERIAL:	EXTRACCION DE CALICATA	PROFUND:	0.00 @ 2.00	SUPERVISA:	R. VALQUI R.
<b>3.- HUMEDAD</b>		<b>MUESTRAS POR SONDAJE</b>			<b>SONDAJE</b>
0	Cápsula	UN	1 CII001	2 CII002	3 CII003
1	Peso de cápsula	g	36.8		
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	134.2		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	125.0		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	9.20		
5	Peso seco, [3] - [1]	g	88.2		
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%	10.43		
					PROM=10.43
0	Cápsula	UN			
1	Peso de cápsula	g			
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g			
3	Peso de cápsula + suelo seco	g			
4	Peso de agua, [2] - [3]	g			
5	Peso seco, [3] - [1]	g			
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%			
0	Cápsula	UN			
1	Peso de cápsula	g			
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g			
3	Peso de cápsula + suelo seco	g			
4	Peso de agua, [2] - [3]	g			
5	Peso seco, [3] - [1]	g			
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%			
0	Cápsula	UN			
1	Peso de cápsula	g			
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g			
3	Peso de cápsula + suelo seco	g			
4	Peso de agua, [2] - [3]	g			
5	Peso seco, [3] - [1]	g			
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%			
<b>4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>					
EQ.	HORNO	BALANZA 600			
ID.	HC001	BA001			
<b>5.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>					
SE OBTIENE COMO RESULTADO QUE LA MUESTRA DE LA CALICATA C-4 TIENE UN 10.43 % DE CONTENIDO DE HUMEDAD.					
LA CALICATA FUE EXCAVADO POR EL SOLICITANTE. LAS MUESTRAS SE TOMARON DE LA EXCAVACION.					
NSP: NO SE PRECISA					
<b>6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>					
<b>LABORATORIO CII</b>		<b>UBICACIÓN</b>	<b>CALIDAD CII</b>		
		Laboratorio: Sector cancharia/parcela8C/sub lote A.  Oficinas: San José,MZA-K Lote 9/San Vicente de cañete.			
			ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055		

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 87: Análisis granulométrico C-1 muestra 01 del proyecto de investigación de tesis

		ENSAYO		Versión: 01							
		METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO		GLAB.S.CB.F002							
		NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.128		DISCIPLINA: SUELOS							
LA NORMA NTP 339.128 DE ESTE DOCUMENTO DE CONSULTA DEL SISTEMA CONTROLADO EXISTE FUERA DE LA BARRA DE ALBA DE CURPA CONTROLADA											
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL PROVINCIA DE PISCO, ICA			REGISTRO: <b>GR-5-CII-001</b>								
UBICACION: SAN ANDRES / PISCO / ICA.			FECHA: <b>01/08/2018</b>								
SOLICITANTE: PAVEL ANTONIO TOWAR MALASQUEZ											
<b>1.- MUESTRA</b>			<b>2.- PERSONAL</b>								
CANTERA: PROPIO - MUESTRA 01		SONDEO: C-1		OPERADOR: G. RAYME P.							
MATERIAL: EXTRACCION DE CALICATA		PROFUND.: 0.00 @ 2.00		SUPERVISA: R. VALQUI R.							
<b>3.- TAMIZADO</b>			<b>4.- RESUMEN</b>								
N	TAMIZ	PESO RETENIDO		PORCENTAJE		ESPECIFICACION	MUESTRA				
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC		ACUM	PASA	DESCRIPCION	VALOR	
1	3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00	Peso de muestra lavado y seco:	752 g		
2	2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00	Peso de muestra seco total:	790 g		
3	2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00	ESPECIFICACIONES			
4	1 1/2"	37.500	234.00	29.62	29.62	29.6	70.38	GENERALES			
5	1"	25.000	0.00	0.00	0.00	29.6	70.38	DESCRIPCION			
6	3/4"	19.000	288.00	36.46	36.46	56.1	33.92	VALOR			
7	3/8"	9.500	118.00	14.94	14.94	81.0	18.99	Tamaño Máximo	1 1/2"		
8	#4	4.750	20.0	2.53	2.53	83.5	16.46	Fino equiv. < #4	130 g		
9	#10	2.000	32.0	4.05	4.05	87.6	12.41	Grava	83.54%		
10	#20	0.850	20.0	2.53	2.53	90.1	9.87	Arena	12.91%		
11	#40	0.425	18.0	2.28	2.28	92.4	7.59	Fino ensayado < #4	130.0 g		
12	#60	0.250	12.0	1.52	1.52	93.9	6.08	Finos < # 200	3.54%		
13	#100	0.180	12.0	1.52	1.52	95.4	4.56	LÍMITES DE CONSISTENCIA			
14	#200	0.075	8.0	1.01	1.01	96.5	3.54	DESCRIPCION			
15	Fondo	0.000	28.0	3.54	3.54	100.0	0.00	VALOR			
CLASIFICACION			COEFICIENTES				Humedad (%)		8.35		
SUCS	AASHTO	Índice de Grupo	D <sub>60</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>10</sub>	Cu	Cc	Limite Líquido (LL)	0.00		
GP	A-1-b	(0)	25.40	16.78	0.46	55.25	24.11	Limite Plástico (LP)	0.00		
GP	Grava mal graduada GP	A-1-b							Índice Plástico (IP)	NP	
LEYENDA:			Cu: Coeficiente de uniformidad		Cc: Coeficiente de curvatura						
<b>5.- CURVA GRANULOMETRICA</b>											
											
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>											
E.Q.	BALANZA	JUEGO TAMICES									
ID.	B3000	JT3@JT200									
<b>7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>											
LA EXCAVACION PARA EXTRACCION DE MATERIAL LO REALIZO EL SOLICITANTE.											
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>											
LABORATORIO CII			UBICACION				CALIDAD CII				
			 Oficinas: San Jose, MZA K Lote 9/San Vicente de cañete								

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.


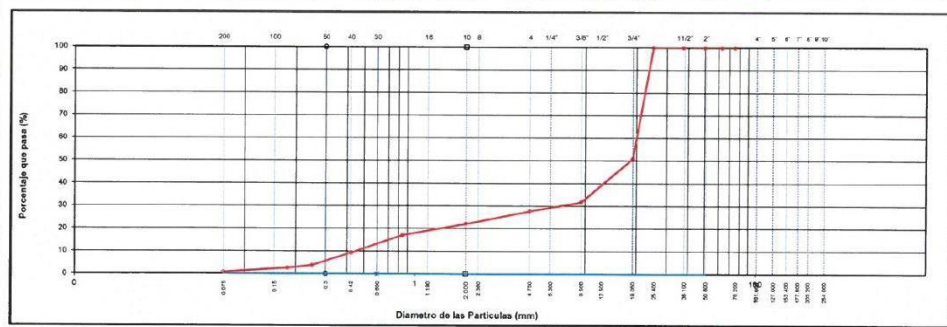



Figura 88: Análisis granulométrico C-1 muestra 02 del proyecto de investigación de tesis

CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		ENSAYO		Version: 01
MÉTODOS DE LABORATORIO DE MATERIALES DE SUELO (CONCRETO Y ASFALTO)		MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		GLAB.S.CII.F002
LA EMPRESA PREPARE O FOTOCOPIE ESTE DOCUMENTO DE CONSULTA EN SU OFICINA, RESPECTO CUANDO SE LEYER LA BARRA DE NÚMERO "COPIA CONTROLADA"		NORMA TÉCNICA APLICADA: NTP 339.128		DISCIPLINA: SUELOS
PROYECTO:	TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA	REGISTRO:	GR-S-CII-002	
UBICACIÓN:	SAN ANDRES / PISCO / ICA	FECHA:	01/08/2018	
SOLICITANTE:	PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ			
<b>1.- MUESTRA</b>		<b>2.- PERSONAL</b>		
CANTERA:	PROPIO - MUESTRA 02	SONDEO:	C-1	
MATERIAL:	EXTRACCION DE CALICATA	PROFUND.:	0.00 @ 2.00	
<b>3.- TAMIZADO</b>		<b>4.- RESUMEN</b>		
N	TAMIZ (pulg) (mm)	PESO RETENIDO (g) (%)	PARC ACUM PASA (%)	ESPECIFICACIÓN
1	3"	75.000 0.00 0.00	0.00 0.0 100.00	
2	2 1/2"	63.000 0.00 0.00	0.00 0.0 100.00	
3	2"	50.000 0.00 0.00	0.00 0.0 100.00	
4	1 1/2"	37.500 0.00 0.00	0.00 0.0 100.00	
5	1"	25.000 0.00 0.00	0.00 0.0 100.00	
6	3/4"	19.000 98.00 22.27	22.27 22.3 77.73	
7	3/8"	9.500 50.00 11.36	11.36 33.6 66.36	
8	#4	4.750 42.0 9.55	9.55 43.2 56.82	
9	#10	2.000 72.0 16.36	16.36 59.5 40.45	
10	#20	0.850 46.0 10.45	10.45 70.0 30.00	
11	#40	0.425 36.0 8.18	8.18 78.2 21.82	
12	#60	0.250 18.0 4.09	4.09 82.3 17.73	
13	#100	0.180 20.0 4.55	4.55 86.8 13.18	
14	#200	0.075 12.0 2.73	2.73 89.5 10.45	
15	Fondo	0.000 46.0 10.45	10.45 100.0 0.00	
<b>CLASIFICACIÓN</b>		<b>COEFICIENTES</b>		
SUCS	AASHTO Índice de Grupo	D <sub>60</sub> D <sub>30</sub>	D <sub>10</sub> Cu Cc	
SP - SM	A-1-b (0)	9.70 0.31	0.07 135.19 0.14	
SP - SM	Arena mal graduada- limosa con grava SP - SM	A-1-b		
LEYENDA:		Cu: Coeficiente de uniformidad Cc: Coeficiente de curvatura		
<b>5.- CURVA GRANULOMETRICA</b>				
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>				
EQ.	BALANZA	JUEGO TAMICES		
ID.	B3000	JT3@JT200		
<b>7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>				
LA EXCAVACION PARA EXTRACCION DE MATERIAL LO REALIZO EL SOLICITANTE				
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>				
<b>LABORATORIO CII</b>		<b>UBICACIÓN</b>		<b>CALIDAD CII</b>
 RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO		 Oficinas: San Jose, MZA K Lote 9/San Vicente de cañeta		 ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.



Figura 89: Análisis granulométrico C-2 muestra 01 del proyecto de investigación de tesis

		ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.128		Version: 01 GLAS CII F002 DISCIPLINA: SUELOS							
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA UBICACIÓN: SAN ANDRÉS / PISCO / ICA SOLICITANTE: PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ		REGISTRO: <b>GR-5-CII-003</b> FECHA: <b>01/08/2018</b>									
<b>1.- MUESTRA</b> CANTERA: PROPIO - MUESTRA 01 MATERIAL: EXTRACCION DE CALICATA		SONDEO: C-2 PROFUND.: 0.00 @ 2.00		<b>2.- PERSONAL</b> OPERADOR: G. RAYME P. SUPERVISA: R. VALQUI R.							
<b>3.- TAMIZADO</b>		<b>4.- RESUMEN</b>									
N	TAMIZ (pulg) (mm)	PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACION	MUESTRA			
		(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCION	VALOR		
1	3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso de muestra lavado y seco:	986 g		
2	2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso de muestra seco total:	994 g		
3	2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		ESPECIFICACIONES			
4	1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00					
5	1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00					
6	3/4"	19.000	488.00	49.09	49.09	49.1	50.91	GENERALES			
7	3/8"	9.500	190.00	19.11	19.11	68.2	31.79	DESCRIPCION	VALOR		
8	#4	4.750	40.0	4.02	4.02	72.2	27.77	Tamaño Máximo	3/4"		
9	#10	2.000	56.0	5.63	5.63	77.9	22.13	Fino equiv. < #4	276 g		
10	#20	0.850	50.0	5.03	5.03	82.9	17.10	Grava	72.23%		
11	#40	0.425	76.0	7.65	7.65	90.5	9.46	Arena	26.96%		
12	#60	0.250	56.0	5.63	5.63	96.2	3.82	Fino ensayado < #4	276.0 g		
13	#100	0.180	12.0	1.21	1.21	97.4	2.62	Finos < # 200	0.80%		
14	#200	0.075	18.0	1.81	1.81	99.2	0.80	LÍMITES DE CONSISTENCIA			
15	Fondo	0.000	8.0	0.80	0.80	100.0	0.00	DESCRIPCION	VALOR		
CLASIFICACION		AASHTO		Índice de Grupo		COEFICIENTES			Humedad (%)		
SUCS		GP		A-1-b		D <sub>60</sub> 26.22		D <sub>30</sub> 8.18		1.81	
						D <sub>10</sub> 0.46		C <sub>u</sub> 57.61		0.00	
								C <sub>c</sub> 5.60		0.00	
GP		Grava mal graduada GP		A-1-b						Índice Plástico (IP)	
LEYENDA:		Cu: Coeficiente de uniformidad		Cc: Coeficiente de curvatura						NP	
<b>5.- CURVA GRANULOMETRICA</b>											
											
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>											
EQ.	BALANZA	JUEGO TAMICES									
ID.	B3000	JT3@JT200									
<b>7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>											
LA EXCAVACION PARA EXTRACCION DE MATERIAL LO REALIZO EL SOLICITANTE											
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>											
<b>LABORATORIO CII</b>  RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO				<b>UBICACION</b>  Oficinas: San Jose, MZA K Lote 9/San Vicente de cañete				<b>CALIDAD CII</b>  ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055			





Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 90: Análisis granulométrico C-2 muestra 02 del proyecto de investigación de tesis.

CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		ENSAYO		Version: 01							
METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO			GLAB.S.CII.F002								
NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339-128			DISCIPLINA: SUELOS								
LA PRECISIÓN Y PRECISIÓN DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AQUÍ DE "COPIA CONTROLADA".											
PROYECTO:	TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA			REGISTRO:	GR-5-CII-004						
UBICACION:	SAN ANDRES / PISCO / ICA			FECHA:	01/08/2018						
SOLICITANTE:	PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ										
<b>1.- MUESTRA</b>			<b>2.- PERSONAL</b>								
CANTERA:	PROFIO - MUESTRA 02	SONDEO:	C-2								
MATERIAL:	EXTRACCION DE CALKATA	PROFUND.:	0.00 @ 2.00								
<b>3.- TAMIZADO</b>			<b>4.- RESUMEN</b>								
N	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACION	MUESTRA		
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR	
1	3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		Peso de muestra lavado y seco:	388 g	
2	2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		Peso de muestra seco total:	439 g	
3	2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		ESPECIFICACIONES		
4	1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00				
5	1"	25.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00				
6	3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		GENERALES		
7	3/8"	9.500	90.00	20.55	20.55	20.5	79.45		DESCRIPCIÓN	VALOR	
8	#4	4.750	62.0	14.16	14.16	34.7	65.30		Tamaño Máximo	3/4"	
9	#10	2.000	100.0	22.83	22.83	57.5	42.47		Fino equiv. < #4	286 g	
10	#20	0.850	60.0	13.70	13.70	71.2	28.77		Grava	34.70%	
11	#40	0.425	24.0	5.48	5.48	76.7	23.29		Arena	53.88%	
12	#60	0.250	26.0	5.94	5.94	82.6	17.35		Fino ensayado < #4	286.0 g	
13	#100	0.180	14.0	3.20	3.20	85.8	14.16		Finos < # 200	11.42%	
14	#200	0.075	12.0	2.74	2.74	88.6	11.42		LÍMITES DE CONSISTENCIA		
15	Fondo	0.000	50.0	11.42	11.42	100.0	0.00		DESCRIPCIÓN	VALOR	
CLASIFICACIÓN			COEFICIENTES					Humedad (%)		13.70	
SUCS	AASHTO	Índice de Grupo	D <sub>30</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>10</sub>	Cu	Cc	Límite Líquido (LL)			
SP SM	A-1-b	(0)	4.88	1.64	0.07	74.26	8.36	Límite Plástico (LP)			
SP SM			Arena mal graduada con limo con grava		A-1-b		Índice Plástico (IP)				
LEYENDA:			Cu: Coeficiente de uniformidad		Cc: Coeficiente de curvatura						
<b>5.- CURVA GRANULOMETRICA</b>											
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>											
EQ.	BALANZA	JUEGO TAMICES									
ID.	B3000	JT3@JT200									
<b>7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>											
LA EXCAVACION PARA EXTRACCION DE MATERIAL LO REALIZO EL SOLICITANTE.											
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>											
<b>LABORATORIO CII</b>				<b>CALIDAD CII</b>							
 RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO				Oficinas: San Jose, MZA K Lote 9/San Vicente de cañete				 ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055			


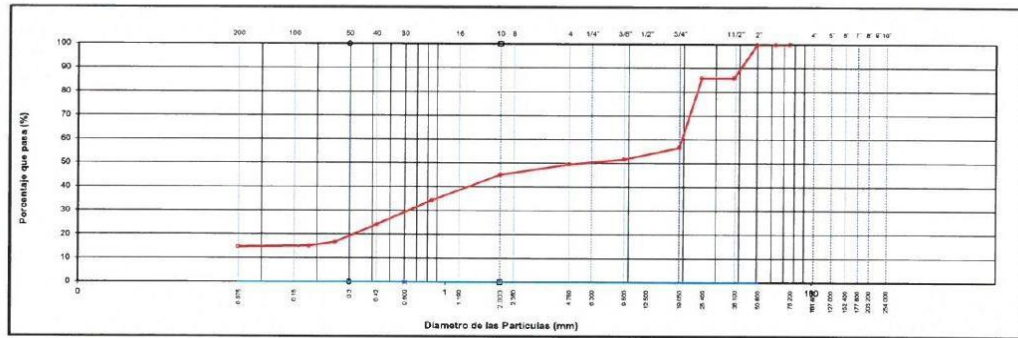



Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 91: Análisis granulométrico C-3 del proyecto de investigación de tesis.

		ENSAYO: METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.128	Version: 01 GLAB.S.C.II.F002 DISCIPLINA: SUELOS																																																																																																																																																																																															
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL. PROVINCIA DE PISCO. ICA UBICACION: SAN ANDRES / PISCO / ICA SOLICITANTE: PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ		REGISTRO: <b>GR-5-CII-005</b> FECHA: <b>01/08/2018</b>																																																																																																																																																																																																
<b>1.- MUESTRA</b> CANTERA: PROPIO MATERIAL: EXTRACCION DE CALICATA		<b>2.- PERSONAL</b> OPERADOR: G. RAYME P. SUPERVISA: R. VALQUI R.																																																																																																																																																																																																
<b>3.- TAMIZADO</b>		<b>4.- RESUMEN</b>																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th colspan="2">TAMIZ</th> <th colspan="2">PESO RETENIDO</th> <th colspan="3">PORCENTAJE</th> <th rowspan="2">ESPECIFICACION</th> </tr> <tr> <th>(pulg)</th> <th>(mm)</th> <th>(g)</th> <th>(%)</th> <th>PARC</th> <th>ACUM</th> <th>PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>3"</td><td>75.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2 1/2"</td><td>63.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>2"</td><td>50.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>1 1/2"</td><td>37.500</td><td>364.00</td><td>35.27</td><td>35.27</td><td>35.3</td><td>64.73</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>1"</td><td>25.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>35.3</td><td>64.73</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>3/4"</td><td>19.000</td><td>194.00</td><td>18.80</td><td>18.80</td><td>54.1</td><td>45.93</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>3/8"</td><td>9.500</td><td>35.00</td><td>3.49</td><td>3.49</td><td>57.6</td><td>42.44</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>#4</td><td>4.750</td><td>14.0</td><td>1.36</td><td>1.36</td><td>58.9</td><td>41.09</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>#10</td><td>2.000</td><td>16.0</td><td>1.55</td><td>1.55</td><td>60.5</td><td>39.53</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>#20</td><td>0.850</td><td>56.0</td><td>5.43</td><td>5.43</td><td>65.9</td><td>34.11</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>#40</td><td>0.425</td><td>68.0</td><td>6.59</td><td>6.59</td><td>72.5</td><td>27.52</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>#60</td><td>0.250</td><td>64.0</td><td>6.20</td><td>6.20</td><td>78.7</td><td>21.32</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>#100</td><td>0.180</td><td>22.0</td><td>2.13</td><td>2.13</td><td>80.8</td><td>19.19</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>#200</td><td>0.075</td><td>8.0</td><td>0.78</td><td>0.78</td><td>81.6</td><td>18.41</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>Fondo</td><td>0.000</td><td>190.0</td><td>18.41</td><td>18.41</td><td>100.0</td><td>0.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>		N	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACION	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA	1	3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		2	2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		3	2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		4	1 1/2"	37.500	364.00	35.27	35.27	35.3	64.73		5	1"	25.000	0.00	0.00	0.00	35.3	64.73		6	3/4"	19.000	194.00	18.80	18.80	54.1	45.93		7	3/8"	9.500	35.00	3.49	3.49	57.6	42.44		8	#4	4.750	14.0	1.36	1.36	58.9	41.09		9	#10	2.000	16.0	1.55	1.55	60.5	39.53		10	#20	0.850	56.0	5.43	5.43	65.9	34.11		11	#40	0.425	68.0	6.59	6.59	72.5	27.52		12	#60	0.250	64.0	6.20	6.20	78.7	21.32		13	#100	0.180	22.0	2.13	2.13	80.8	19.19		14	#200	0.075	8.0	0.78	0.78	81.6	18.41		15	Fondo	0.000	190.0	18.41	18.41	100.0	0.00		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MUESTRA</th> </tr> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso de muestra lavado y seco:</td><td>842 g</td></tr> <tr><td>Peso de muestra seco total:</td><td>1,032 g</td></tr> <tr><td colspan="2">ESPECIFICACIONES</td></tr> <tr><td colspan="2">-</td></tr> <tr><td colspan="2">GENERALES</td></tr> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> <tr><td>Tamaño Máximo</td><td>1 1/2"</td></tr> <tr><td>Fino equiv. &lt; #4</td><td>424 g</td></tr> <tr><td>Grava</td><td>58.91% 608.0 g</td></tr> <tr><td>Arena</td><td>22.67% 234.0 g</td></tr> <tr><td>Fino ensayado &lt; #4</td><td>424.0 g</td></tr> <tr><td>Finos &lt; # 200</td><td>18.41% 190.0 g</td></tr> <tr><td colspan="2">LÍMITES DE CONSISTENCIA</td></tr> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td>7.17</td></tr> <tr><td>Límite Líquido (LL)</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Límite Plástico (LP)</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Índice Plástico (IP)</td><td>NP</td></tr> </tbody> </table>		MUESTRA		DESCRIPCION	VALOR	Peso de muestra lavado y seco:	842 g	Peso de muestra seco total:	1,032 g	ESPECIFICACIONES		-		GENERALES		DESCRIPCION	VALOR	Tamaño Máximo	1 1/2"	Fino equiv. < #4	424 g	Grava	58.91% 608.0 g	Arena	22.67% 234.0 g	Fino ensayado < #4	424.0 g	Finos < # 200	18.41% 190.0 g	LÍMITES DE CONSISTENCIA		DESCRIPCION	VALOR	Humedad (%)	7.17	Límite Líquido (LL)	0.00	Límite Plástico (LP)	0.00	Índice Plástico (IP)	NP
N	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACION																																																																																																																																																																																										
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA																																																																																																																																																																																											
1	3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																																																											
2	2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																																																											
3	2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																																																											
4	1 1/2"	37.500	364.00	35.27	35.27	35.3	64.73																																																																																																																																																																																											
5	1"	25.000	0.00	0.00	0.00	35.3	64.73																																																																																																																																																																																											
6	3/4"	19.000	194.00	18.80	18.80	54.1	45.93																																																																																																																																																																																											
7	3/8"	9.500	35.00	3.49	3.49	57.6	42.44																																																																																																																																																																																											
8	#4	4.750	14.0	1.36	1.36	58.9	41.09																																																																																																																																																																																											
9	#10	2.000	16.0	1.55	1.55	60.5	39.53																																																																																																																																																																																											
10	#20	0.850	56.0	5.43	5.43	65.9	34.11																																																																																																																																																																																											
11	#40	0.425	68.0	6.59	6.59	72.5	27.52																																																																																																																																																																																											
12	#60	0.250	64.0	6.20	6.20	78.7	21.32																																																																																																																																																																																											
13	#100	0.180	22.0	2.13	2.13	80.8	19.19																																																																																																																																																																																											
14	#200	0.075	8.0	0.78	0.78	81.6	18.41																																																																																																																																																																																											
15	Fondo	0.000	190.0	18.41	18.41	100.0	0.00																																																																																																																																																																																											
MUESTRA																																																																																																																																																																																																		
DESCRIPCION	VALOR																																																																																																																																																																																																	
Peso de muestra lavado y seco:	842 g																																																																																																																																																																																																	
Peso de muestra seco total:	1,032 g																																																																																																																																																																																																	
ESPECIFICACIONES																																																																																																																																																																																																		
-																																																																																																																																																																																																		
GENERALES																																																																																																																																																																																																		
DESCRIPCION	VALOR																																																																																																																																																																																																	
Tamaño Máximo	1 1/2"																																																																																																																																																																																																	
Fino equiv. < #4	424 g																																																																																																																																																																																																	
Grava	58.91% 608.0 g																																																																																																																																																																																																	
Arena	22.67% 234.0 g																																																																																																																																																																																																	
Fino ensayado < #4	424.0 g																																																																																																																																																																																																	
Finos < # 200	18.41% 190.0 g																																																																																																																																																																																																	
LÍMITES DE CONSISTENCIA																																																																																																																																																																																																		
DESCRIPCION	VALOR																																																																																																																																																																																																	
Humedad (%)	7.17																																																																																																																																																																																																	
Límite Líquido (LL)	0.00																																																																																																																																																																																																	
Límite Plástico (LP)	0.00																																																																																																																																																																																																	
Índice Plástico (IP)	NP																																																																																																																																																																																																	
CLASIFICACION: GM SUCS: GM AASHTO: A-1-b Índice de Grupo: (0) D <sub>60</sub> : 25.18 D <sub>30</sub> : 0.40 D <sub>10</sub> : 0.04 Cu: 618.08 Cc: 0.16		COEFICIENTES: Cu: 618.08, Cc: 0.16																																																																																																																																																																																																
LEYENDA: Cu: Coeficiente de uniformidad, Cc: Coeficiente de curvatura																																																																																																																																																																																																		
<b>5.- CURVA GRANULOMETRICA</b>																																																																																																																																																																																																		
																																																																																																																																																																																																		
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>																																																																																																																																																																																																		
EQ.	BALANZA	JUEGO TAMICES																																																																																																																																																																																																
ID.	B3000	JT3@JT200																																																																																																																																																																																																
<b>7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>																																																																																																																																																																																																		
LA EXCAVACION PARA EXTRACCION DE MATERIAL LO REALIZO EL SOLICITANTE.																																																																																																																																																																																																		
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																																																																																																																																																																																																		
<b>LABORATORIO CII</b>  RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO		<b>CALIDAD CII</b>  ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055																																																																																																																																																																																																

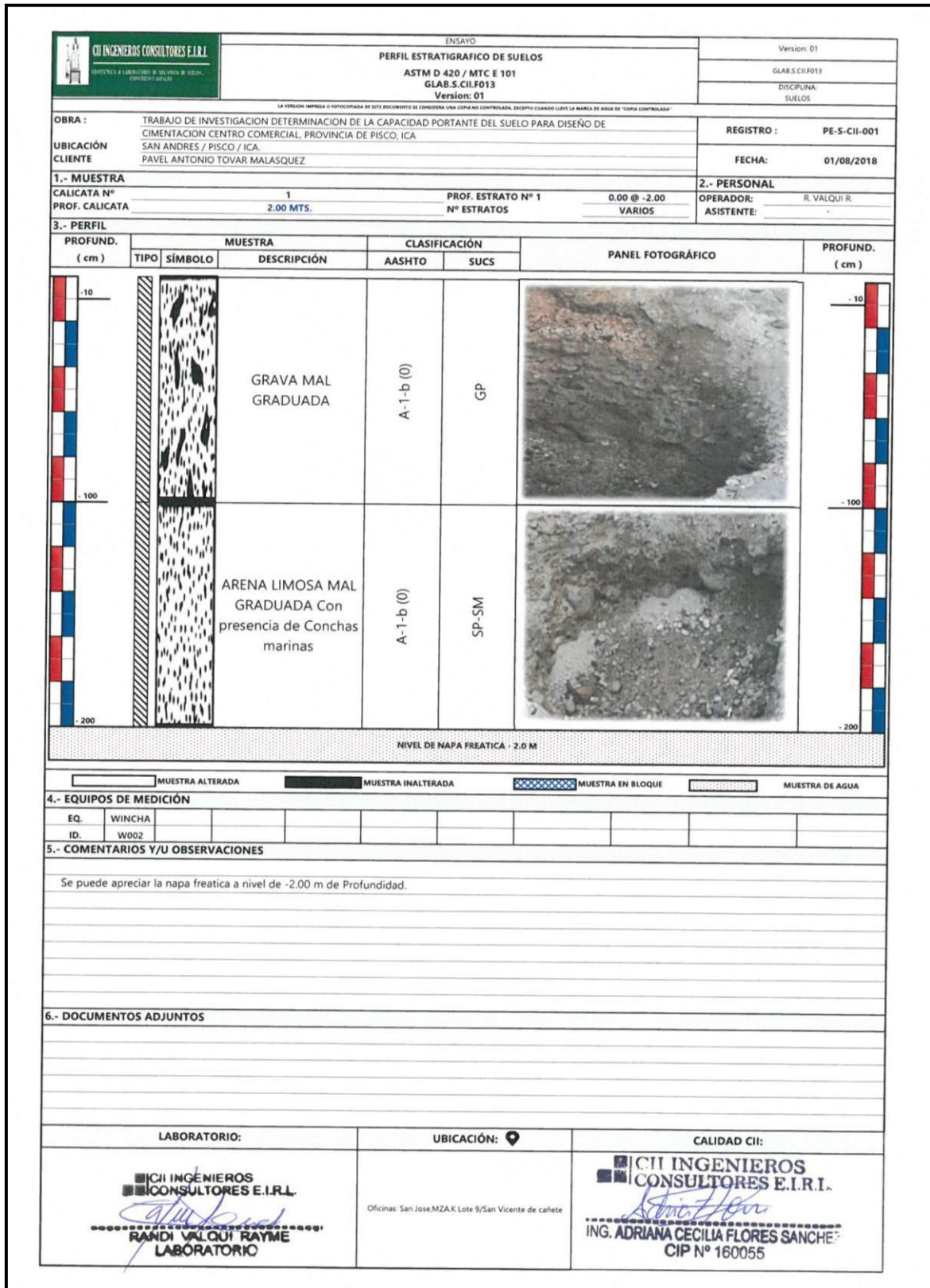
Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 92: Análisis granulométrico C-4 del proyecto de investigación de tesis.

		ENSAYO		Versión: 01											
METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO		GLAB S CII F002		DISCIPLINA: SUELOS											
NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339 128		LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO DE CONFORMA A LA LEYENDA DE CONTROL DE CALIDAD DEBEN LLEVAR LA MARCA DE AGUA DE "CONTROLADO"		GR-S-CII-006											
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA		REGISTRO:		GR-S-CII-006											
UBICACIÓN: SAN ANDRÉS / PISCO / ICA.		FECHA:		01/08/2018											
SOLICITANTE: PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ		OPERADOR:		G. RAYME P.											
CANTERA: PROPIO		SONDEO:		SUPERVISA:											
MATERIAL: EXTRACCION DE CALICATA		PROFUND.:		R. VALQUI R.											
PROFUND.: 0.00 @ 2.00		4.- RESUMEN		MUESTRA											
3.- TAMIZADO		DESCRIPCIÓN		VALOR											
N	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN		VALOR				
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		ESPECIFICACIONES						
1	3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		Peso de muestra lavado y seco:		752 g				
2	2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		Peso de muestra seco total:		882 g				
3	2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00		ESPECIFICACIONES						
4	1 1/2"	37.500	124.00	14.06	14.06	14.1	85.94		GENERALES						
5	1"	25.000	0.00	0.00	0.00	14.1	85.94		DESCRIPCIÓN			VALOR			
6	3/4"	19.000	258.00	29.25	29.25	43.3	56.69		Tamaño Máximo			1 1/2"			
7	3/8"	9.500	44.00	4.99	4.99	48.3	51.70		Fino equiv. < #4			438 g			
8	#4	4.750	18.0	2.04	2.04	50.3	49.66		Grava		50.34%	444.0 g			
9	#10	2.000	40.0	4.54	4.54	54.9	45.12		Arena		34.92%	308.0 g			
10	#20	0.850	94.0	10.66	10.66	65.5	34.47		Fino ensayado < #4			438.0 g			
11	#40	0.425	90.0	10.20	10.20	75.7	24.26		Finos < # 200		14.74%	130.0 g			
12	#60	0.250	66.0	7.48	7.48	83.2	16.78		LÍMITES DE CONSISTENCIA						
13	#100	0.180	14.0	1.59	1.59	84.8	15.19		DESCRIPCIÓN			VALOR			
14	#200	0.075	4.0	0.45	0.45	85.3	14.74		Humedad (%)			10.43			
15	Fondo	0.000	130.0	14.74	14.74	100.0	0.00		Límite Líquido (LL)			0.00			
CLASIFICACIÓN		AASHTO		Índice de Grupo		D <sub>60</sub>		D <sub>30</sub>		D <sub>10</sub>		Cu		Cc	
SUCS		A-1-b		(0)		25.84		0.41		0.05		507.73		0.13	
GM		Grava con limo GM		A-1-b											
LEYENDA:		Cu: Coeficiente de uniformidad		Cc: Coeficiente de curvatura											
5.- CURVA GRANULOMETRICA															
															
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN															
EQ.		BALANZA		JUEGO TAMICES											
ID.		B3000		JT3@JT200											
7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES															
LA EXCAVACION PARA EXTRACCION DE MATERIAL LO REALIZO EL SOLICITANTE.															
8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS															
LABORATORIO CII				UBICACIÓN				CALIDAD CII							
															
RAYME LABORATORIO				Oficinas: San Jose.MZA.K Lote 9/San Vicente de cañete				ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055							





Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 93: Perfil estratigráfico de la C-1 del proyecto de investigación de tesis.







Fuente: CII Ingenieros Consultores E.I.R.L.

Figura 94: Perfil estratigráfico de la C-2 del proyecto de investigación de tesis

CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		ENSAYO				Version: 01		
		PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELOS				GLAB.S.CII/P013		
		ASTM D 420 / MTC E 101				DISCIPLINA:		
		GLAB.S.CII/P013				SUELOS		
		Version: 01						
<small>LA VERDAD IMPRESA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA. EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"</small>								
OBRA : TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA					REGISTRO : PE-S-CII-002			
UBICACIÓN : SAN ANDRÉS / PISCO / ICA					FECHA : 01/08/2018			
CLIENTE : PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ								
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL				
CALICATA N°		2		PROF. ESTRATO N° 1		OPERADOR: R. VALQUIR		
PROF. CALICATA		2.00 MTS.		N° ESTRATOS		ASISTENTE: -		
				0.00 @ -2.00				
				VARIOS				
3.- PERFIL								
PROFUND. (cm)	TIPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		PANEL FOTOGRÁFICO	PROFUND. (cm)	
AASHTO	SUCS							
-10			GRAVA MAL GRADUADA	A-1-b (0)	GP		-10	
-100			ARENA LIMOSA MAL GRADUADA Con presencia de Conchas marinas	A-1-b (0)	SP-SM		-100	
-190			NIVEL DE NAPA FREÁTICA - 1.9 M					-190
<input type="checkbox"/> MUESTRA ALTERADA <input type="checkbox"/> MUESTRA INALTERADA <input type="checkbox"/> MUESTRA EN BLOQUE <input type="checkbox"/> MUESTRA DE AGUA								
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN								
EQ.	WINCHA							
ID.	W002							
5.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES								
Se puede apreciar la napa freatica a nivel de -1.90 m de Profundidad.								
6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS								
LABORATORIO:		UBICACIÓN:		CALIDAD CII:				
 RANDI VALQUIR RAYME LABORATORIO		Oficinas: San Jose MZA K Lote 9/San Vicente de cañete		 ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055				




Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

Figura 95: Perfil estratigráfico de la C-3 del proyecto de investigación de tesis

CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		ENSAYO			Version: 01	
		PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELOS			GLAB.S.CII.F013	
		ASTM D 420 / MTC E 101 GLAB.S.CII.F013 Version: 01			DISCIPLINA: SUELOS	
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"						
OBRA : TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA				REGISTRO : PE-S-CII-003		
UBICACIÓN : SAN ANDRES / PISCO / ICA				FECHA: 01/08/2018		
CLIENTE : PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ						
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL		
CALICATA N° 3		PROF. ESTRATO N° 1		OPERADOR: R. VALQUI R.		
PROF. CALICATA 2.00 MTS.		N° ESTRATOS		ASISTENTE:		
				0.00 @ -2.00		
				UNICO		
3.- PERFIL						
PROFUND. (cm)	TIPO	SÍMBOLO	MUESTRA DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		PANEL FOTOGRÁFICO
				AASHTO	SUCS	
-10						
-1.00			GRAVA LIMOSA	A-1-b (0)	GM	
-1.70						
NIVEL DE NAPA FREÁTICA - 1.7 M						
<input type="checkbox"/> MUESTRA ALTERADA <input type="checkbox"/> MUESTRA INALTERADA <input type="checkbox"/> MUESTRA EN BLOQUE <input type="checkbox"/> MUESTRA DE AGUA						
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ.	WINCHA					
ID.	W002					
5.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES						
Se puede apreciar la napa freática a nivel de -1.70 m de Profundidad.						
6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS						
LABORATORIO:		UBICACIÓN: 		CALIDAD CII:		
 RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO		Oficinas: San Jose, MZAK Lote 9/San Vicente de cañete		 ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055		

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.


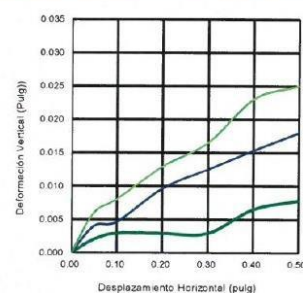
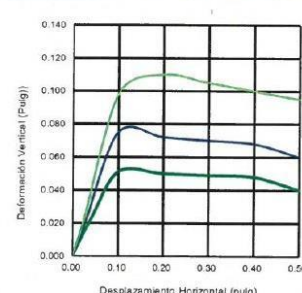
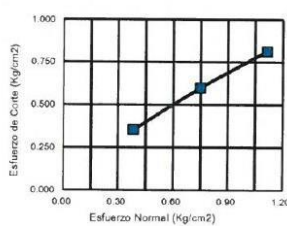



Figura 96: Perfil estratigráfico de la C-4 del proyecto de investigación de tesis

CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		ENSAJO			Version: 01	
SECCION A - DISEÑO DE SOLAJA DE SUELO CONCRETO ARMADO		PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELOS			GLAB.S.CII.F013	
		ASTM D 420 / MTC E 101			DISCIPLINA: SUELOS	
		GLAB.S.CII.F013				
		Version: 01				
LA VERBA IMPRIMA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA. RECIBO CUANDO SE LEA LA MARCA DE AGUA DE VEDA CONTROLADA.						
OBRA : TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA				REGISTRO : PE-S-CII-004		
UBICACION : SAN ANDRES / PISCO / ICA.				FECHA : 01/08/2018		
CLIENTE : PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ						
1.- MUESTRA			2.- PERSONAL			
CALICATA N° 4			PROF. ESTRATO N° 1		OPERADOR: R. VALQUI R.	
PROF. CALICATA 2.00 MTS.			N° ESTRATOS		ASISTENTE: -	
0.00 @ -2.00			UNICO			
3.- PERFIL						
PROFUND. (cm)	TIPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		PANEL FOTOGRAFICO
				AASHTO	SUCS	
-10			GRAVA LIMOSA	A-1-b (0)	GM	
-100						
-160						
NIVEL DE NAPA FREATICA - 1.6 M						
<input type="checkbox"/> MUESTRA ALTERADA <input checked="" type="checkbox"/> MUESTRA INALTERADA <input checked="" type="checkbox"/> MUESTRA EN BLOQUE <input type="checkbox"/> MUESTRA DE AGUA						
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ.	WINCHA					
ID.	W002					
5.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES						
Se puede apreciar la napa freatica a nivel de -1.60 m de Profundidad.						
6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS						
LABORATORIO:		UBICACIÓN:		CALIDAD CII:		
CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO		Oficinas: San Jose,MZAK Lote 9/San Vicente de cañete		CII INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055		

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.



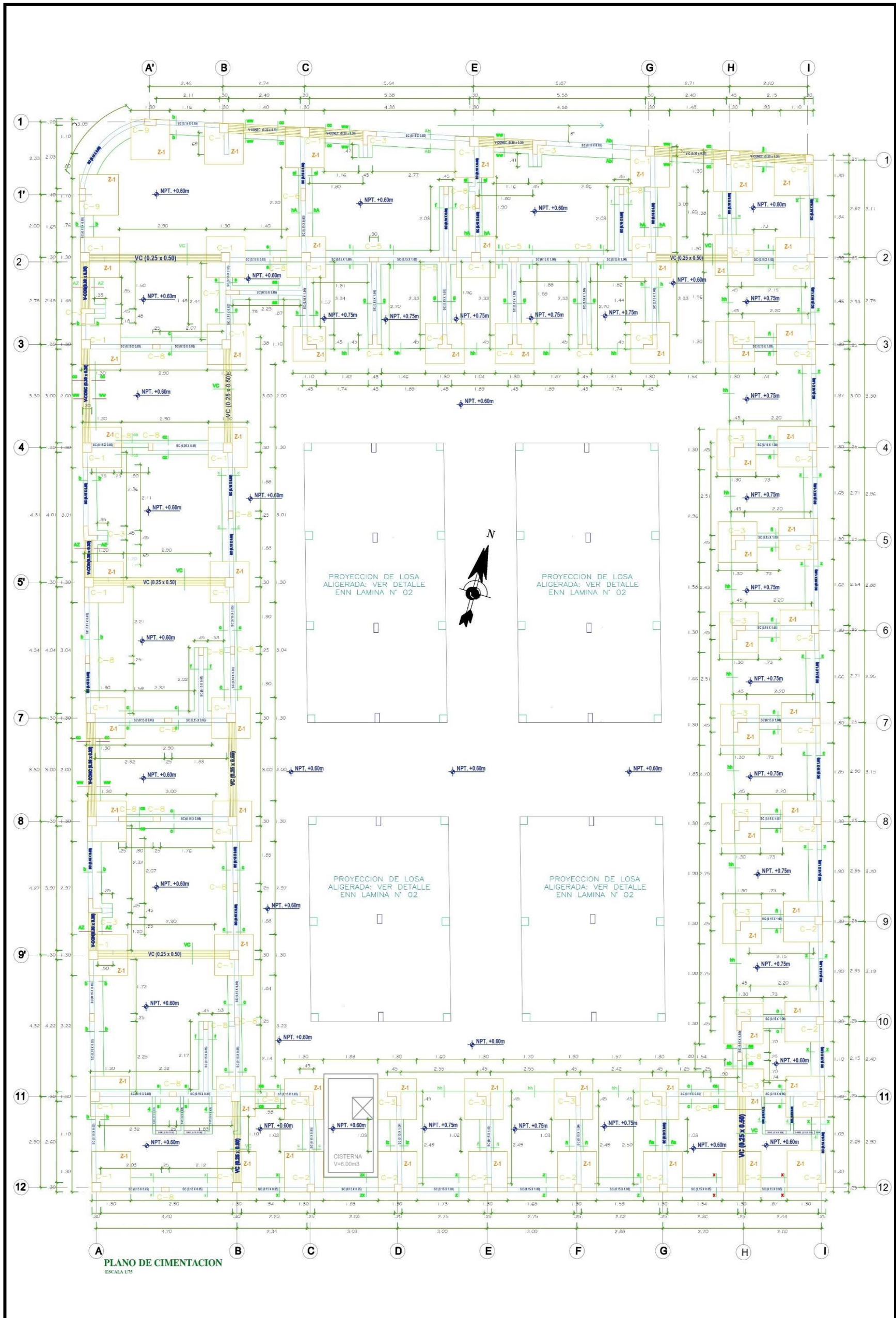
Figura 97: Ensayo de corte directo del proyecto de investigación de tesis.

		<b>ENSAYO</b>			Version: 01							
		<b>METODO DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>			GLAB S C II F020							
		<b>NORMA TECNICA APLICADA: ASTM D-3080</b>			DISCIPLINA: SUELOS							
LA PERSONA IMPRESA O FOTOCOPIADA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"												
<b>PROYECTO:</b> TRABAJO DE INVESTIGACION DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA DISEÑO DE CIMENTACION CENTRO COMERCIAL, PROVINCIA DE PISCO, ICA				<b>REGISTRO:</b> CD-S-CII-001								
<b>UBICACIÓN:</b> SAN ANDRES / PISCO / ICA				<b>FECHA:</b> 01/08/2018								
<b>SOLICITANTE:</b> PAVEL ANTONIO TOVAR MALASQUEZ												
<b>1.- MUESTRA</b>			<b>2.- PERSONAL</b>									
<b>UBICACIÓN:</b> SAN ANDRES / PISCO / ICA			<b>SONDEO:</b> -		<b>OPERADOR:</b> M.M.H.							
<b>MATERIAL:</b> PROPIO			<b>PROFUND.:</b> -		<b>ASISTENTE:</b> -							
<b>2.- DATOS PRELIMINARES</b>												
IT	DESCRIPCIÓN	UND	P1	P2	P3							
1	Diametro Pastilla	cm	5.00	5.00	5.00							
2	Altura	cm	2.48	2.48	2.48							
3	Area	cm <sup>2</sup>	19.63	19.63	19.63							
4	Volumen	cm <sup>3</sup>	48.69	48.69	48.69							
5	Altura Final (Despues del ensayo de Corte)	cm	2.48	2.48	2.48							
<b>3.- HUMEDAD INICIAL</b>												
IT	DESCRIPCIÓN	UND	P1	P2	P3							
1	Peso Suelo Humedo + Tara	g	28.63	28.09	28.14							
2	Peso Suelo Seco + Tara	g	26.55	26.06	26.11							
3	Peso de Agua	g	2.08	2.03	2.03							
4	Peso del Suelo seco	g	15.75	15.26	15.31							
5	Peso de la Tara	g	10.80	10.80	10.80							
6	Porcentaje de Humedad Inicial	%	13.21	13.30	13.25							
<b>3.- HUMEDAD FINAL</b>												
IT	DESCRIPCIÓN	UND	P1	P2	P3							
1	Peso Suelo Humedo + Tara	g	26.52	25.24	27.40							
2	Peso Suelo Seco + Tara	g	24.69	23.57	25.49							
3	Peso de Agua	g	1.83	1.67	1.91							
4	Peso del Suelo seco	g	13.89	12.77	14.69							
5	Peso de la Tara	g	10.80	10.80	10.80							
6	Porcentaje de Humedad Final	%	13.20	13.07	12.97							
<b>4.- APLICACIONES DE LAS SOLICITUDES DE CARGA</b>												
IT	DESCRIPCIÓN	UND	P1	P2	P3							
1	Tension Normal	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.38	0.75	1.12							
2	Tension Tangencial	-	0.35	0.60	0.81							
3	Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-							
4	Velocidad de Carga	(mm/min)	1.00	1.00	1.00							
5	Carga Normal	kg	12.72	24.1	35.4							
<b>5.- GRAFICOS</b>												
												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parametros de Resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cohesion (Kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Angulo de Friccion φ (Grados)</td> <td>33.9</td> </tr> </tbody> </table>							Parametros de Resistencia		Cohesion (Kg/cm <sup>2</sup> )	0	Angulo de Friccion φ (Grados)	33.9
Parametros de Resistencia												
Cohesion (Kg/cm <sup>2</sup> )	0											
Angulo de Friccion φ (Grados)	33.9											
<b>6.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>												
SE REALIZO EL ENSAYO EN EL FONDO DE LA CALICATA												
<b>LABORATORIO:</b>		<b>UBICACIÓN:</b>		<b>CALIDAD CII:</b>								
 <p>RANDI VALQUI RAYME LABORATORIO</p>		 Oficinas: Urb. San José, Mza. K Lote 9/San Vicente de Cañete.		 <p>ING. ADRIANA CECILIA FLORES SANCHEZ CIP N° 160055</p>								

Fuente: CII Ingenieros Consultores EIRL.

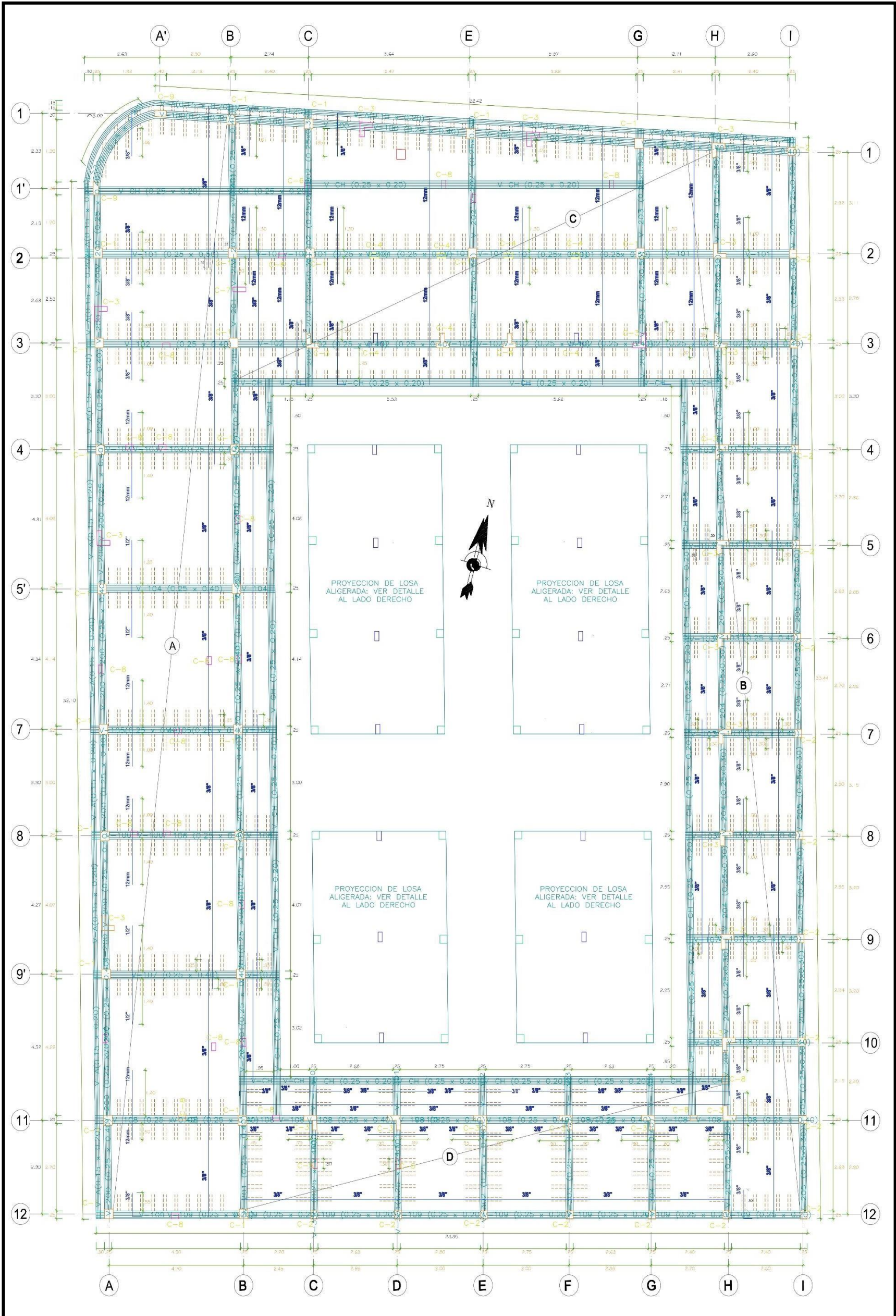


Figura 99: Plano de estructuras cimentación – Vista en Planta.



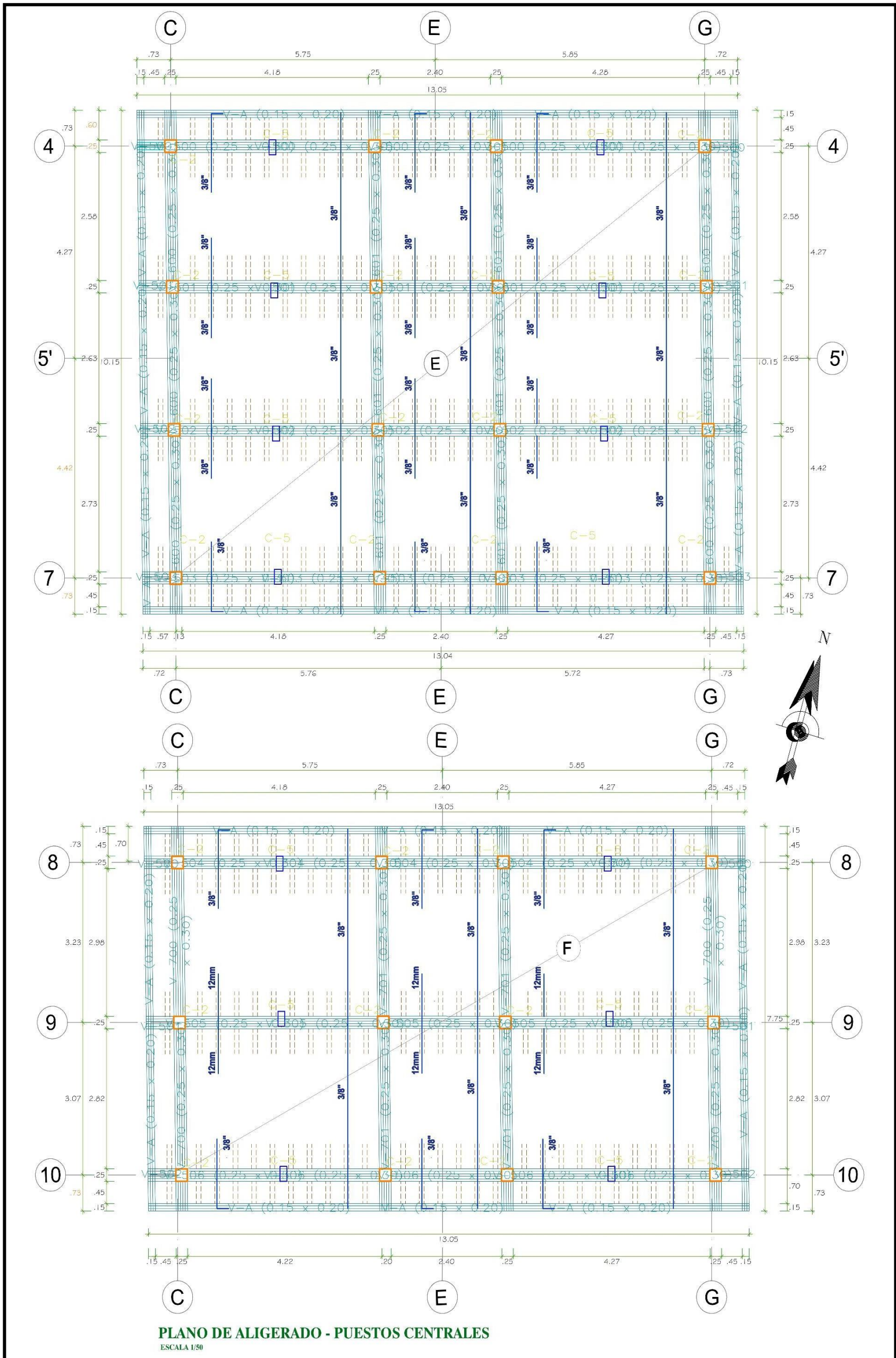
Fuente: M.D. San Andrés.

Figura 100: Plano de estructuras vigas – Vista en Planta.



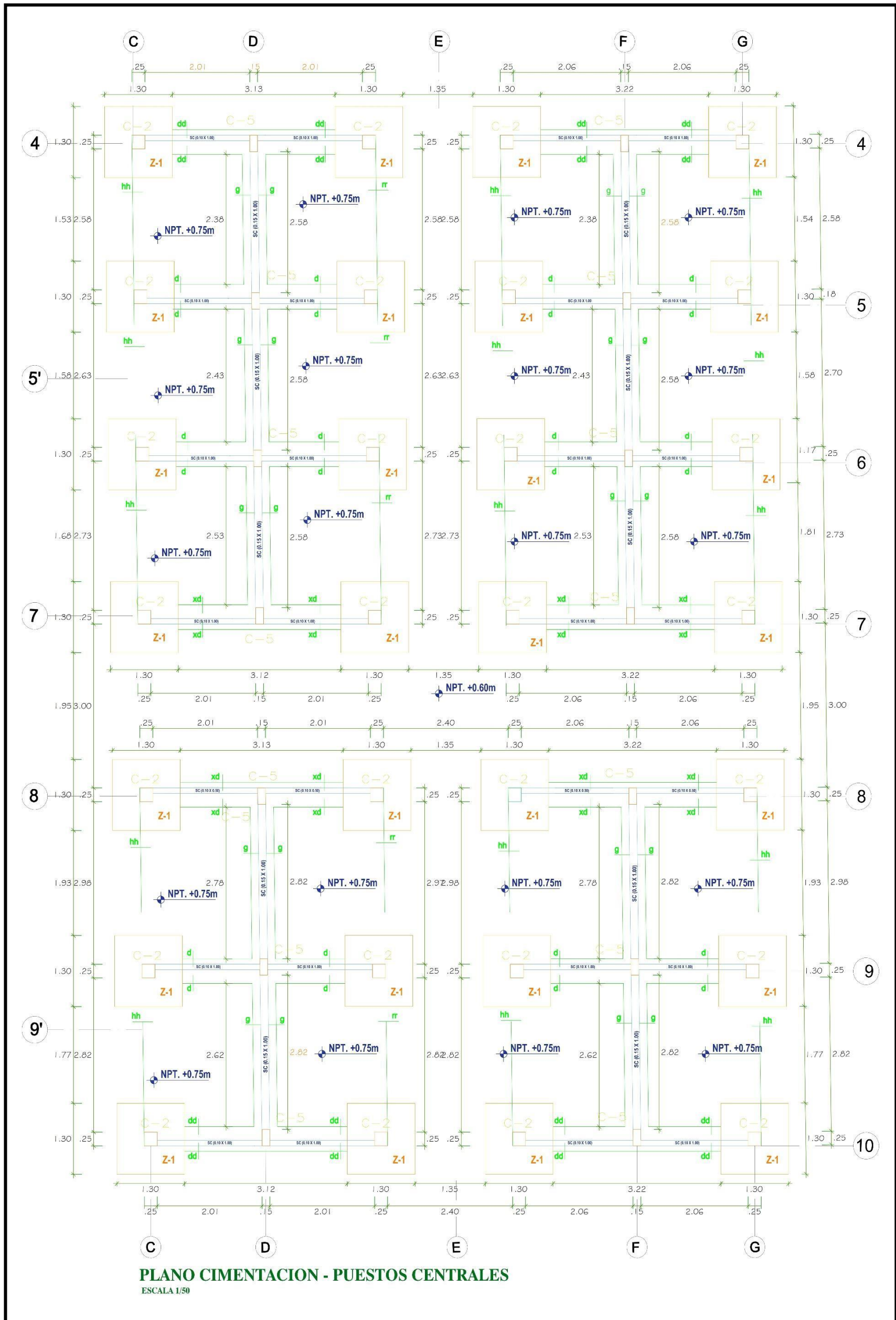
Fuente: M.D. San Andrés.

Figura 101: Plano de estructuras vigas centrales – Vista en Planta.



Fuente: M.D. San Andrés.

Figura 102: Plano de estructuras cimentacion centrales – Vista en Planta.



Fuente: M.D. San Andrés.