



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Labra De la Cruz, Jordi Gonzalo ([orcid.org/0000-0002-7446-8859](https://orcid.org/0000-0002-7446-8859))

Lopez Zelada, Jean Paul ([orcid.org/0000-0002-0141-9765](https://orcid.org/0000-0002-0141-9765))

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo ([orcid.org/0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA — PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios y a mis padres que siempre los tengo presente.

Gracias a mi familia que me brindaron toda la confianza para seguir estudiando y también por el apoyo que día a día me dan para seguir alcanzando mis metas.

Este trabajo va a dios en primer lugar por brindarme las fuerzas para no rendirme en este camino duro y a mis padres por su gran apoyo incondicional que me brindaron durante toda la carrera

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a dios por brindarme salud, a mi familia por darme el apoyo incondicional y poder así cumplir mis objetivos que es culminar mis estudios y ser un buen profesional.

Agradezco a dios y a todos mis familiares por brindarme su apoyo y al ing. Carlos por guiarnos en el último paso para culminar la carrera

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
I. INTRODUCCIÓN.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA.....	34
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	35
3.2 Variables y operacionalización.....	35
3.3 Población, muestra y muestreo.....	37
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.5 Procedimiento.....	39
3.6 Método de análisis de datos.....	44
3.7 Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS.....	46
V. DISCUSIÓN.....	131
VI. CONCLUSIONES.....	135
VII. RECOMENDACIONES.....	137
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	139
ANEXOS.....	138

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Factor de zonificación .....	19
Tabla 2.	Clasificación de Suelo.....	20
Tabla 3.	Factor del suelo S.....	21
Tabla 4.	Periodos de vibración .....	22
Tabla 5.	Tabla de desplazamiento máximo relativo de entrepiso.....	23
Tabla 6.	Carga viva para vivienda.....	29
Tabla 7.	Resistencia a la compresión .....	30
Tabla 8.	Resistencia a compresión de los ladrillos.....	32
Tabla 9.	Rangos de validez .....	39
Tabla 10.	Cargas de Barandas y Parapetos E0.20.....	43
Tabla 11.	Resultados de los Ensayos de Laboratorio.....	66
Tabla 12.	Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos. ....	68
Tabla 13.	Cuadro comparativo del análisis químico.....	69
Tabla 14.	Peso específico natural del suelo .....	72
Tabla 15.	Propiedades de deformación del suelo.....	73
Tabla 16.	Capacidades admisibles (kg/cm <sup>2</sup> ) empleando zapatas aisladas .	76
Tabla 17.	Asentamientos máximos elásticos en cm para zapatas cuadradas. 78	
Tabla 18.	Factor de Corrección de Resistencia .....	82
Tabla 19.	Resistencia a compresión de los testigos diamantinos extraídos.	83
Tabla 20.	Resistencia a compresión de los elementos estructurales .....	83
Tabla 21.	Resistencia a compresión de los testigos diamantinos extraídos de las vigas	83
Tabla 22.	Resistencia a compresión de los testigos diamantinos extraídos de las columnas.....	84
Tabla 23.	Tabla de modos de vibración y periodos de la edificación .....	88
Tabla 24.	Fuerzas laterales de cada piso de análisis dinámico en X.....	89
Tabla 25.	Fuerzas laterales de cada piso de análisis dinámico en Y .....	89
Tabla 26.	Tabla de cortante basal en X y Y de ETABS .....	90
Tabla 27.	DERIVAS MAXIMAS POR PISO EN X. ....	91
Tabla 28.	DERIVAS MAXIMAS POR PISO EN Y. ....	92

Tabla 29.	Tabla de torsión ETABS .....	93
Tabla 30.	Parámetros de la vivienda multifamiliar.....	94
Tabla 31.	Tabla de derivas del sísmico dinámico en X .....	95
Tabla 32.	Tabla de derivas para el análisis dinámico en Y .....	96
Tabla 33.	Tabla de modos de vibración y periodos de la vivienda con el reforzamiento aplicado .....	100
Tabla 34.	Fuerzas laterales de cada piso de análisis dinámico en X .....	101
Tabla 35.	Fuerzas laterales de cada piso de análisis dinámico en Y .....	102
Tabla 36.	Tabla de cortante basal en X y Y de ETABS .....	102
Tabla 37.	DERIVAS MAXIMAS POR PISO EN X. ....	104
Tabla 38.	DERIVAS MAXIMAS POR PISO EN Y. ....	104
Tabla 39.	Tabla de torsión ETABS .....	105
Tabla 40.	Parámetros de la vivienda multifamiliar.....	106
Tabla 41.	Tabla de derivas del sísmico dinámico en X .....	107
Tabla 42.	Tabla de derivas para el análisis dinámico en Y .....	108
Tabla 43.	Propiedades de HSS 7.50 x 0.50 .....	113
Tabla 44.	Masa por piso de la estructura.....	116
Tabla 45.	Desplazamiento relativo $\phi_{rj}$ .....	117
Tabla 46.	Desplazamiento modal por niveles .....	118
Tabla 47.	Periodo de la estructura.....	119
Tabla 48.	Valores de $\lambda$ respecto a al exponente de velocidad $\alpha$ .....	120
Tabla 49.	Cálculos para el coeficiente de amortiguamiento.....	121
Tabla 50.	Propiedades de los disipadores .....	122
Tabla 51.	Derivas con el sismo en Dirección XX .....	128
Tabla 52.	Derivas con el sismo en dirección YY .....	128
Tabla 53.	Periodos de vibración .....	129
Tabla 54.	Cortante Basal.....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Centro de masa. ....	20
<i>Figura 2.</i>	Ejemplo de reforzamiento estructural. ....	24
<i>Figura 3.</i>	Daños en las columnas o fallas en columnas. ....	25
<i>Figura 4.</i>	Vigas estructurales. ....	26
<i>Figura 5.</i>	Losa aligerada. ....	27
<i>Figura 6.</i>	Vivienda multifamiliar en la Av. Arica 1760. ....	28
<i>Figura 7.</i>	Momento Flector. ....	29
<i>Figura 8.</i>	Fuerza cortante. ....	30
<i>Figura 9.</i>	Columnas de concreto de 35cm*35cm con fisuras y cangrejas. ....	40
<i>Figura 10.</i>	Losas aligeradas de 17 cm con fisuras. ....	40
<i>Figura 11.</i>	Viga de 25cm*30cm en mal estado. ....	41
<i>Figura 12.</i>	Ensayo de diamantina ....	42
<i>Figura 13.</i>	Mapa del Perú ....	47
<i>Figura 14.</i>	Mapa de la región Lima ....	48
<i>Figura 15.</i>	Localización la vivienda multifamiliar de 6 pisos en la Av. Prolongación Arica 1760. ....	48
<i>Figura 16.</i>	Acceso a la Zona de Estudio ....	49
<i>Figura 17.</i>	Mapa Geológico del Cuadrángulo 25-i de Lima ....	50
<i>Figura 18.</i>	Mapa de zonificación Sísmica de la norma E0.30. ....	52
<i>Figura 19.</i>	Mapa de Intensidades Sísmicas Máximas (1960-2014) ....	53
<i>Figura 20.</i>	Mapa de microzonificación Sísmica del Ministerio de Vivienda. ....	54
<i>Figura 21.</i>	Factores de forma, profundidad e inclinación ....	75
<i>Figura 22.</i>	Extracción del testigo diamantino C-1 ....	81
<i>Figura 23.</i>	Vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima ....	86
<i>Figura 24.</i>	Vivienda multifamiliar de 6 pisos aplicando sismo estático ....	87
<i>Figura 25.</i>	Deriva máxima en X con sismo estático en X ....	90
<i>Figura 26.</i>	Deriva máxima en Y con sismo estático en Y ....	91
<i>Figura 27.</i>	Espectro de respuesta de la vivienda multifamiliar ....	94
<i>Figura 28.</i>	Derivas máximas con el análisis sísmico dinámico en X. ....	97
<i>Figura 29.</i>	Derivas máximas con el análisis sísmico dinámico en Y. ....	97
<i>Figura 30.</i>	Vista en planta con los muros de corte agregados ....	98
<i>Figura 31.</i>	Modelado en 3D con los muros de corte. ....	99
<i>Figura 32.</i>	Deriva máxima en X con sismo estático en X ....	103

<i>Figura 33.</i>	Deriva máxima en Y con sismo estático en Y .....	103
<i>Figura 34.</i>	Espectro de respuesta de la vivienda multifamiliar .....	106
<i>Figura 35.</i>	Derivas máximas con el análisis sísmico dinámico en X.....	109
<i>Figura 36.</i>	Derivas máximas con el análisis sísmico dinámico en Y.....	110
<i>Figura 37.</i>	Ubicación de los disipadores en la dirección YY (Vista 3D) .....	112
<i>Figura 38.</i>	Ubicación de los disipadores en la dirección YY (Vista elevación)	113
<i>Figura 39.</i>	Longitud del brazo metálico primer piso y para los pisos típicos de la estructura	114
<i>Figura 40.</i>	Unión del brazo metálico – placa base .....	115
<i>Figura 41.</i>	Angulo de inclinación de los disipadores en la estructura .....	117
<i>Figura 42.</i>	Desplazamientos modales para la dirección en YY .....	118
<i>Figura 43.</i>	Nueva pestaña en la cual seleccionaremos Add New Property ..	123
<i>Figura 44.</i>	Ventana que define Link .....	124
<i>Figura 45.</i>	Pasos ETABS para disipadores.....	124
<i>Figura 46.</i>	Valores ingresados en Etabs .....	125
<i>Figura 47.</i>	Agregar disipador .....	125
<i>Figura 48.</i>	el Disipador para el primer Piso .....	126
<i>Figura 49.</i>	Disipador viscoso .....	126
<i>Figura 50.</i>	Disipador en la estructura .....	127

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo analizar la diferencia la respuesta sísmica de un reforzamiento estructural y disipadores viscosos de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima – 2022. Se realizaron ensayos para el estudio de suelo como calicatas y diamantina para la resistencia a compresión del concreto. Para este proyecto de investigación se utilizó la metodología, tipo aplicada con un diseño no experimental y un enfoque cuantitativo. Se optó por una zonificación 4 y un suelo tipo 2 y una resistencia a la compresión de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Según los resultados obtenidos el periodo de vibración de 0.159 seg, una cortante basal en X de 203.87 ton y en Y de 189.23ton con un peso de la vivienda de 1546.29 ton, con derivas máximas de 0.016 m en X y 0.038 en Y, con el reforzamiento de muros de corte se redujo el periodo hasta 0.1 seg. , la cortante basal aumento en las dos direcciones , con los disipadores viscosos se disminuyó las derivas sin variar mucho el periodo por que no ejerce rigidez ala estructura. Se concluyó que la edificación se optó dos reforzamientos para disminuir las derivas y mejorar el comportamiento estructural.

Palabras Claves: derivas, cortante basal, reforzamiento estructural, disipadores viscosos, periodo de vibración.

## **ABSTRACT**

The objective of this investigation is to analyze the difference in the seismic response of a structural reinforcement and viscous dissipators of the 6-story multifamily house in the Cercado de Lima - 2022. Tests were carried out for the study of soil such as test pits and diamond for resistance to concrete compression. For this research project, the methodology was used, applied type with a non-experimental design and a quantitative approach. A 4 zoning and a type 2 soil and a design compressive strength of 210 kg/cm<sup>2</sup> were chosen. According to the results obtained, the vibration period of 0.159 seconds, a basal shear in X of 203.87 tons and in Y of 189.23 tons with a house weight of 1546.29 tons, with maximum drifts of 0.016 m in X and 0.038 in Y, with the reinforcement of shear walls reduced the period up to 0.1 sec. , the basal shear increased in both directions, with the viscous dissipators the drifts were reduced without varying the period much because it does not exert rigidity to the structure. It was concluded that the building opted for two reinforcements to reduce drift and improve structural behavior.

Keywords: drifts, basal shear, structural reinforcement, viscous dissipators, vibration period.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A nivel internacional, los países presentaban un alto crecimiento tanto económicamente como poblacionalmente, ante ello se previó de innumerables construcciones de edificaciones tanto para el sector industrial, comercial y urbano. Con ello debido a los movimientos telúricos estos países internacionales tuvieron un avance tecnológico impresionante, un mayor estudio sobre estos movimientos y del cómo previnieron las afectaciones tan drásticas que sufrieron las edificaciones. Así mismo, usaron reforzamientos los cuales ayudaron a la mitigación de los movimientos de vibración. Los países donde más existieron eventos telúricos se encontraron ubicados en las costas del océano pacífico como lo es México, que constaron con construcciones antiguas y varios patrimonios culturales en todo el país, con lo sucedido en el 19 de septiembre del 2017, se produjeron grandes daños a las construcciones entre la zona vieja de la cumbre del valle y la zona de lomas, también alcanzaron a zonas de patrimonio cultural como en el estado Morelos y fueron muy costosas sus rehabilitaciones de los templos y los conventos dañados. Como la mayor cantidad de las construcciones mexicanas estaban por debajo de un estándar aceptable, ante un evento sísmico que estaba en el rango considerado por los reglamentos dio como resultado derrumbes o colapso de viviendas, como la acumulación de daños en estructuras y envejecimientos no fueron erradicados en su totalidad, dejaron la planta baja débil de varias construcciones. Por eso dieron más importancia a los elementos no estructurales y más protección a los elementos estructurales, tuvieron como reto que los diseñadores, inspectores de obra, supervisores de obra, etc. cumplieron cabalmente con sus responsabilidades (Gavilán, Aguirre y Ramírez, 2018).

A nivel nacional, el Perú se ubica en el denominado cinturón de fuego, una zona con mucho riesgo a movimientos pues se sitúa en medio del rozamiento de dos placas tectónicas las cuales son la placa de Nazca y la placa sudamericana. (La República, 2021, p. 6) “El IGP está situando sensores en la costa, para así obtener una alerta que avisará la llegada de un sismo, segundos antes”. Como nos informó el diario la república, El Perú estuvo haciendo una inversión en sensores de una alta capacidad de reconocer a los lugares los cuales fueron

afectados, sin embargo, esto no fue suficiente, debido que las viviendas tenían construcciones informales las cuales en su mayoría no garantizan ser resistentes ante un movimiento telúrico ya que estos no fueron construidos por un profesional y son construcciones informales.

A nivel regional, en Lima, las zonas con más riesgo sísmico fueron: Villa el Salvador, las playas del sur y por el norte a Ventanilla, Comas, Independencia y San Juan de Lurigancho sobre todo las zonas de colinas donde las construcciones son vulnerables, porque han sido autoconstruidas con materiales inapropiados para darle a las construcciones sostenibilidad, seguridad y flexibilidad frente a un evento sísmico. Se utilizaba ladrillos tubulares, que no ayudan ni son aptos a los muros portantes de acuerdo a la normativa vigente en el Perú, los pobladores que autoconstruyen con el material más económico posible no se dieron cuenta de la carga de gravedad que provocaba con esas acciones y al final cuando llegaba un sismo, su inversión o su vivienda las perdían completamente. Los expertos recalcaron que los ladrillos tubulares soportan la mitad quiere decir el 50% menos que otra edificación de ladrillos de fábrica o artesanales, ni siquiera es por un tema de costo notable por que la diferencia no era tan notoria entre un ladrillo tubular y el artesanal que es 30% menos, sucedía por el tema de engaño les ofrecían construcciones con ladrillos que lamentablemente la inversión se perdía o era en vano porque al momento que un sismo ocurriera no podrían reparar la casa o sería demasiado caro hacerlo, al final siempre terminaban en demoler su propiedad. Se pudo comparar en porcentaje la cantidad de viviendas construidas bien y las autoconstruidas serían de 20% y 80% respectivamente. (Murillo,2021)

**Formulación del Problema:** Muchas viviendas aledañas a la Av. Prolongación Arica de 6 pisos se encontraron visualmente con daños en la estructura de las viviendas aun así se siguen utilizando sin importar el riesgo que causa para la población, debido a este requerimientos de uso se planteó el estudio de vulnerabilidad y el mejoramiento de la vivienda estudiada con una comparación de refuerzos para así poder determinar un óptimo reforzamiento y con ello disminuir la vulnerabilidad presentada, con ello disminuir el periodo de vibración

y los desplazamiento laterales y aumentar su capacidad de carga y rigidez de la vivienda de estudio.

De manera que, se ha planteado el siguiente problema general ¿De qué manera se diferencia la respuesta sísmica de un reforzamiento estructural y disipadores viscosos de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima – 2022? Igualmente se han planteado los siguientes problemas específicos. ¿Cuánto influye el análisis sísmico a la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima – 2022 con la normativa E 0?30 vigente?; ¿Cuánto influye el reforzamiento estructural en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022?; ¿Cuánto influye el disipador viscoso en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022?

Se tuvo como justificación teórica, en el presente estudio se determinará el análisis sísmico para proponer la comparación de refuerzos estructurales así dar con el más óptimo para una vivienda multifamiliar de 6 pisos, teniendo en cuenta estudios realizados, se producirá así aportes para futuras investigaciones, incrementando el conocimiento científico sobre reforzamientos a los elementos estructurales y realizar un adecuado diseño sísmico para reforzar una vivienda. Por otro lado, se tiene la justificación metodológica para poder cumplir los objetivos propuestos se debe aplicar un ordenado proceso metodológico según las partes metodológicas de la investigación, se utilizarán ensayos para poder obtener los datos, siendo la investigación cuantitativa, con los datos se aceptarán o negarán las hipótesis dejando una referencia para futuras investigaciones. Además, no solo se proporcionará un reforzamiento estructural general, sino que se hará para cada elemento estructural incluyendo también una comparación de reforzamientos más óptimos para la vivienda, para que pueda soportar sismos con diferentes intensidades y periodos. Para la justificación técnica, si bien sabemos con los antecedentes la mayoría de construcciones son realizados a base de experiencia dejando de lado el tema de diseño, ya que se diseña por flexión y por tracción teniendo en cuenta los momentos flectores , fuerzas cortantes en zonas críticas y también un tema importante como lo es la cuantía mínima de acero, por lo que se hacen varios refuerzos estructurales para

aumentar la capacidad de carga de cada elemento y un buen diseño sísmico teniendo en cuenta la aceleración espectral y tipo de suelo, de esta manera se logra la mejor opción para reforzar estructuralmente incluyendo el diseño sísmico de la vivienda para optimizar el reforzamiento de toda la vivienda. Esta investigación cuenta con justificación social ya que, con lo investigado, el sector de la construcción se beneficia directamente al proponer reforzamientos estructurales dados mediante un análisis de vulnerabilidad sísmica, provocando así una seguridad a la población, bajando el porcentaje de muertes y heridos en cada evento telúrico, por ende, disminuye los impactos ambientales cuidando la flora y la fauna. Cuenta también con justificación práctica, porque el reforzamiento estructural óptimo ayuda a solucionar el tema de cangrejeras y malos estados en los elementos estructurales y el análisis de vulnerabilidad sísmica ayuda a interpretar cuál es el estado actual de la estructura en caso suceda un sismo, para poder así elegir adecuadamente qué reforzamiento va para cada elemento estructural y el más adecuado de acuerdo con la sismicidad.

Se tuvo como objetivo general. Analizar la diferencia la respuesta sísmica de un reforzamiento estructural y disipadores viscosos de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima – 2022. Siendo sus objetivos específicos: Determinar cuánto influye el análisis sísmico en la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima – 2022 con la normativa E0.30 vigente; Determinar cuánto influye el reforzamiento estructural en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022; Determinar cuánto influye el disipador viscoso en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022.

Se tuvo como hipótesis general: Los disipadores de energía viscosos tendrán una mejor respuesta sísmica en cuanto al reforzamiento de muros de corte en la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima – 2022. Las hipótesis específicas serán: El Análisis sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima – 2022 aumentará la fuerza cortante basal con la normativa E 0.30 vigente; El reforzamiento de muros de corte disminuirá las derivas de entrepiso de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima - 2022;

El disipador viscoso disminuirá el periodo de vibración de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima - 2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

En consiguiente se desarrolló el proyecto de investigación buscando varios estudios que se realizaron años atrás del presente, en el ámbito internacional, Estrada y Vivanco (2019) en su tesis tuvo como objetivo realizar la evaluación de vulnerabilidad sísmica y análisis estructurales de la vivienda, con la finalidad de proponer alternativas de reforzamiento que den un respuesta sismo resistente buscando también el factor costo- beneficio, su metodología tuvo un enfoque cuantitativo de nivel experimental, aplicando la norma ASCE 41-17, su población fue una vivienda ubicada en el norte de Quito en el sector Carcelén Bajo, en el barrio de Atacaba y su muestra fue, el tercer y cuarto piso de la vivienda, se obtuvo los resultados, con una resistencia a la compresión de 90 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de elasticidad de 189089 kg/cm<sup>2</sup> , con una fuerza cortante basal de 144.82 ton que con reforzamiento aplicado se redujo hasta 115.55ton, de un periodo de 0.15seg hasta 0.1274 seg , con desplazamientos laterales de entrepiso en X de 0.022m se redujo hasta 0.015m , en Y se redujo de 0.025m hasta 0.0005m, las fuerzas cortantes de entrepiso son en el 1er piso de 9.9 ton y en el segundo de 32.92ton, luego de reforzamientos se redujo a 7.57 ton en el primer piso y 15.4 ton en el segundo, con altura de entrepiso de 2.3m se concluyó, que el mejor reforzamiento ideal para aumentar la resistencia de la estructura fue el enchape de mampostería que permitió mejorar el desempeño de la estructura brindando una mayor capacidad que difícilmente llegaran a una buena ductilidad.

(Peñaherrera,2018) en su estudio tuvo como objetivo realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica y propuestas de reforzamientos de un edificio de 4 pisos hecho de hormigón para que se usó una metodología de enfoque cuantitativo a nivel experimental, su población fue una vivienda ubicada en Tonsupa perteneciente al cantón Atacames en la provincia de esmeraldas y su muestra fue tercer y cuarto piso de la edificación por lo que se obtuvo los resultados de una cortante basal de 160.77 ton se redujo a 128.33ton con el reforzamiento propuesto, de un periodo de 0.985 seg a 0.655 seg, con desplazamientos laterales de entrepiso de 0.013m a 0.0059m en X , en Y de 0.011m a 0.0054 m, con resistencia a la compresión de 130 kg/cm<sup>2</sup> en columnas y 200 kg/cm<sup>2</sup> en vigas y columnas hallados por el ensayo de diamantina , con alturas de entrepiso de 2.80m se concluyó que la estructura es vulnerable a eventos sísmicos y es necesario

reforzamiento por lo que se optó por el encamisado metálico de columnas porque disminuyó los periodos de vibración.

Antecedentes en el ámbito nacional, (Murillo, 2021) en su tesis nos señaló que su objetivo fue realizar la evaluación estructural y reforzamiento de una vivienda multifamiliar, su metodología tuvo un enfoque cuantitativo no experimental de tipo de estudio aplicada, el edificio cuenta con 4 pisos tuvo 46 años de antigüedad, fue de hormigón armado con sistema a porticado de losas con viga banda y mampostería no reforzada con ladrillo artesanal se optó por el edificio para diagnosticarlo y reforzarlo para reducir su grado de vulnerabilidad sísmica considerada construcción informal como los resultados, con un periodo de vibración de 0.4seg se redujo a 0.286seg con el reforzamiento aplicado, se disminuyó el desplazamiento lateral de 0.0053m hasta 0.00024m en X, en Y se mantuvo de 0.000569m, con resistencia a compresión en columna C1 de 132.52 kg/cm<sup>2</sup> y C4 fue de 163.10 kg/cm<sup>2</sup> que fueron hallados por los ensayos de diamantina, con alturas de entrepiso de 2.9m se concluyó que se pudo determinar los reforzamientos adecuados como la ampliación de medidas de las columnas y con la implementación de muros de concreto armado en el segundo piso.

Así mismo, (Castro y Vásquez, 2018) en su tesis tuvieron como objetivo, comprobar como un reforzamiento estructural disminuyó la fragilidad de las viviendas ante los movimientos telúricos, su metodología cuenta con el enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo no experimental, de tipo de estudio aplicado y nivel de estudio fue descriptivo, como población se tomaron las viviendas del Asentamiento Humano Juan Pablo II de cual se estableció como muestra una vivienda de 3 pisos con área de 138.32 m<sup>2</sup> de dicho lugar, los resultados aplicando el reforzamiento fueron, una cortante basal de 403.1 ton se redujo hasta 138.24 ton, de un periodo de 0.28 seg hasta 0.24 seg, con desplazamientos laterales de entrepiso de 0.0055m se disminuyó hasta 0.0037m en X y en Y de 0.005m se mantuvo en el segundo piso, en las fuerzas cortantes de entre piso se redujo de 154.07 ton hasta 121.42 ton en el primer piso, en el segundo piso de 125.46ton hasta 104.42 ton, con una resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup> pero el reforzamiento fue con concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con módulos de elasticidad de 198433.13kg/cm<sup>2</sup> para f'c de 175 y para f'c de 210 fue de 21737.065kg/cm<sup>2</sup>, con

una altura de entrepiso de 2.8 m, concluye que se debe agregar un muro de 3.8m largo y 0.23m de ancho en el piso 2 con el cual se obtuvo una mejora en el software disminuyendo la cortante, con ello se cumple lo que rige la norma , el reforzamiento que se opto es agregado de muro de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

(Pérez, 2020), su tesis tuvo como objetivo realizar un reforzamiento que servirá para aumentar más plantas en la estructura y que cumplan con las normas respectivas de edificaciones, su metodología tuvo como enfoque cuantitativo no experimental con nivel de investigación descriptiva, como población tuvo a las viviendas de Tungasuca y muestra una vivienda de ellas, los resultados con el reforzamiento aplicado es de un periodo de 0.11 se aumentó hasta 0.60 seg, con unos desplazamientos laterales en X de 0.002434m y en Y de 0.000477m, con fuerzas cortantes de entrepiso de 1.27 ton en X y en Y de 0.99ton , con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> , con un módulo de elasticidad de 21737.065 kg/cm<sup>2</sup>, con una altura de entrepiso de 2.8m. Se concluyó según el último modelamiento los muros no sobrepasa las fuerzas cortantes, el muro reforzado 258.8 KN y para columnas 481.41KN, con ello se dijo que el diseño de reforzamiento fue factible, se usó el reforzamiento de fibra de carbono para columnas.

(Belizario,2017), en su tesis tuvo como objetivo, demostrar la relación de las derivas de entrepisos y periodos de la estructura, su metodología, tiene como enfoque cualitativo no experimental, como tipo de investigación fue aplicado y nivel de estudio descriptivo, su población fueron todas las viviendas de Huancayo y muestra fue seleccionada de acuerdo con sus características similares, como resultados tuvieron que el periodo se disminuyó de 0.68 seg hasta 0.48 seg con el reforzamiento propuesto, con desplazamientos laterales de 0.02013m se disminuyó hasta 0.0019m en X y en Y de 0.0165 hasta 0.0009 en Y, con fuerzas cortantes de entrepiso de 2.32ton en X y en Y de 2.27ton, con una resistencia a la compresión de 156 kg/cm<sup>2</sup> que fueron hallados por el ensayo de diamantina y con concreto de reforzamiento de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con alturas de entre piso de 2.8m, con módulos de elasticidad de 18734.99kg/cm<sup>2</sup>, Se concluyó, que el reforzamiento propuesto en la investigación ayuda a reducir los desplazamientos de la estructura, los cuales fueron el encamisado de concreto en columnas y vigas.

(Huanca, y otros, 2019), en su tesis tuvo como objetivo, realizar la evaluación y reforzamiento sísmico de la casa de la mujer con muros de concreto siguiendo parámetros de la norma E0.30, su metodología, el tipo de investigación fue aplicada, nivel de investigación correlacional y diseño no experimental, su población, son las edificaciones de importantes categorías ubicadas en La Libertad, como muestra, es el edificio “Casa de la Mujer” que se encuentra ubicado en dicha ciudad, como resultados se obtuvo una cortante basal de 194.27 ton se aumentó hasta 449 ton con la ampliación , se redujo de un periodo de 0.77 seg. Hasta 0.32 seg. , también se disminuyó los desplazamientos laterales de 0.03m hasta 0.0015m en X y en Y de 0.01m hasta 0.001428m, con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> hallado con el ensayo de diamantina, con un módulo de elasticidad de 21737.065 kg/cm<sup>2</sup> ,se concluyó que con los resultados encontrados no cumplieron con lo que indica la norma E0.30 esto quiere decir que el reforzamiento que se propone será de útil apoyo para el reforzamiento estructural y así mismo, el cumplimiento de la norma, por lo que el reforzamiento con el agregado de muros de corte fueron los más apropiados.

(Ramos, 2019), es su tesis tuvo como objetivo determinar si la edificación soportaría la ampliación de 2 plantas más, su metodología, su diseño de investigación es descriptiva ya que se analizó el comportamiento de la estructura ante un posible movimiento sísmico y con ello se propuso el reforzamiento ideal, su población y muestra, fue la vivienda multifamiliar Ruth, los resultados fueron, en una posible ampliación, las cortantes basales en la dirección X fueron de 150.84ton y en Y 301.67ton , con el reforzamiento propuesto se redujo hasta 137,5 ton en X y en Y hasta 275ton, con un periodo de vibración de 0.23 seg con la implementación de un sistema dual y con el reforzamiento se aumentó a 0.30 seg , se disminuyó los desplazamientos laterales de 0.0246m hasta 0.016m en X y en Y de 0.0009m hasta 0.022 en Y , con una resistencia a la compresión de 233 kg/cm<sup>2</sup> por el ensayo de esclerometría y con un factor de reducción de 0.70, pero se optó de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con un módulo de elasticidad de 21737.065 kg/cm<sup>2</sup>, con altura de entepiso de 2.3m ,se concluyó, que con el reforzamiento optado que es de muros de concreto y una ampliación con sistema dual se llegó a cumplir la norma con los desplazamientos laterales máximos.

Para tener un mejor énfasis sobre el tema se tomaron en cuenta los artículos de investigación siguientes, que fueron desarrollados por De la cruz, Muñoz, & Marín (2021) en la revista científica Epistemia vol. 5 Num. 1 tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas en el distrito de La Victoria para entender las condiciones actuales que presentan las estructuras y las respuestas ante una eventualidad sísmica de gran magnitud. La metodología se dio con un método aplicado y de diseño experimental con una población que fueron los centros educativos de La Victoria en Chilayo y como muestra fueron 4 colegios que son: María Arguedas, Augusto Salaverry, Juan Pablo Vizcardo y Andrés Avelino Cáceres para hallar la vulnerabilidad sísmica por el método de Hirosawa, en cuanto a los resultados, la capacidad portante fue de 0.10 kg/cm<sup>2</sup> a 0.17 kg/cm<sup>3</sup> en las 4 instituciones con sales solubles ppm 400, se aplicó el ensayo de la diamantina la relación de longitud/ diámetro del IE. JMA fue de 1.94 columnas y 1.42 viga para el IE. CAS. Fue de 1.74 para columna y viga de 1.62 para el IE. JPVG fue de 1.85 para columnas y para viga 1.84 y por último para IE AAC para columnas fue de 1.88 y para vigas de 1.87 y las resistencias corregidas varían entre 114 kg/cm<sup>2</sup> y 130 kg/cm<sup>2</sup>, con el método de Hirosawa para la vulnerabilidad sísmica para el IE JMA en la dirección X el  $I_s$  (índice de vulnerabilidad estructural) fue de 1.34 y el  $I_{so}$  (índice de juicio estructural) de 0.28 y en Y de  $I_s$  1.40 y de  $I_{so}$  0.74, para el IE CAS. Los  $I_s$  e  $I_{lo}$  para X y Y fueron en X 1.75 y 0.28 y en Y 1.40 y 0.74 respectivamente, para el IE JPVG. Los  $I_s$  e  $I_{lo}$  para X y Y fueron 1.42 y 0.28 y en Y resultado igual y por último para el IE AAC los  $I_s$  e  $I_{lo}$  para X y Y fueron 1.42 y 0.28 y en Y 1.34 y 0.28, por lo que se concluyó que las instituciones por el método de Hirasawa, en 4 módulos fue el IE María Arguedas e IE Augusto Salaverry, en 3 módulos la IE Vizcardo y Guzmán y en 2 módulos el IE Avelino Cáceres, fueron vulnerables ante acciones sísmicas, el comportamiento estructural calculado para cada módulo varía entre 0.34 y 2.79 y una demanda sísmica de 0.41 en dirección X y en dirección Y 1.10, se optó por unos reforzamientos en la estructura ya sean muros de corte o enchapado de mampostería.

Escamiroso, Arroyo, Ocampo y Del Carpio (2018) su investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad de dos prototipos de viviendas ante posibles eventos sísmicos, se elaboró con un método aplicado y diseño

experimental con una población de las viviendas construidas por familiares en la localidad de Ocuilapa de Juárez, Chiapas – México y con una muestra de dos prototipos de viviendas en las misma localidad, se tuvo como resultados con una resistencia a la compresión de 150kg/cm<sup>2</sup>, periodos de vibración de la vivienda 1 fue de 0.1280seg. y de la segunda fue de 0.1067seg, factor de carga sísmica fue 1.10, fuerza cortante actuante de 8.88 ton, factores de corrección de 0.41 en X y en Y, dando una vulnerabilidad baja, se concluyó que los periodos de vibración son aceptados por la norma aplicada y la aplicación de muros de mampostería fue lo adecuado para la construcción, dando una eficiencia estructural en ambas viviendas aceptable.

Para Vargas, Arrollo y Vizconde (2018) desarrollaron su trabajo con el objetivo de determinar si las viviendas de la Zona 3 de Anconcito – Ecuador están en una alta peligrosidad sísmica, aplicando una metodología de inspección visual del FEMA-P154, fue un índice que mediante formularios se halla el índice de vulnerabilidad sísmica requeridos para la zona, la población fue el contexto de la Zona 3 de Anconcito en Ecuador y su muestra fue 40 viviendas con más de tres décadas de existencia, dando como resultado considerando los criterios de la norma NEC-2015 de construcción, que el 28% de las viviendas son usadas para comercio y el otro es usado para viviendas con una resistencia a la compresión de 168 kg/cm<sup>2</sup> en columnas y con altura de piso de 2.4m, tipo de suelo E y zona 3, suelo blando, por lo que fue vulnerable a los sismos, con un periodo de vibración de 0.256 seg y un fuerza cortante en la base de 25.6 ton, el 40 % es predominada por pórtico de hormigón con albañilería no reforzada ósea un C3, el 75% de las viviendas presentan daño significativos en su sistema estructural, el S fue menor a 2 y probabilidad de colapso de 1/10 indicando que fueron vulnerables, por lo que se concluye que las viviendas no tuvieron índices de seguridad que propone la norma NEC-2015 a una escala 8 de Richter, por lo que sería bueno aplicar un reforzamiento en las columnas como encamisado y también vigas o la opción mejor sería la implementación de muros de concreto.

En otros lenguajes como antecedentes tenemos Loor (2017) en su estudio afirma que el objetivo de su tesis es determinar un diagnóstico de seguridad sísmica y proponer diseños de refuerzo estructural adecuado para reducir la vulnerabilidad

sísmica del edificio administrativo de la Escuela Politécnica Nacional aplicando una metodología, con un enfoque cuantitativo de nivel experimental, Tenía una población de un edificio de 10 pisos y una muestra del cuarto piso obteniendo los siguientes resultados, se encontró el F'C que era de 280 kg/cm<sup>3</sup> y acero FY de 4200 kg/cm<sup>3</sup>, además el peso total de la estructura fue de 9185.97 toneladas debido a que el área del edificio es de 4480.96 m<sup>2</sup> con una reducción de 3.5. El corte basal del sistema con muros de corte con una fuerza de corte V de 2412.92 toneladas fue 0.25, en los ejes x 0.42, en y 0.55 corregido por el peso total de la estructura respectivamente, la segunda opción fue muro de relleno estructural, la relación de los muros de llenado fue de 3.40 como muro intermedio y 0.76 como muro bajo, se obtuvo un peso total del edificio de 9371.33 toneladas, con una reducción de 3.5 y una fuerza de corte V de 2274.62 toneladas. , al tener un corte basal de 0,25 del peso total del edificio, 0,3439 y 0,4448 respectivamente en los ejes "x" e "y", para el tema de vibración de la opción 1 se evidenció que el comportamiento dinámico es el más idóneo posible porque la participación de la masa es superior al 90% y en el control de derivas son menores a lo permitido que es 0,01 , En la segunda opción los modos de vibración la participación de la masa supera el 90% lo cual es bueno pero el porcentaje de rotación es menor en comparación con la primera ala y con derivas son mayores que las permitidas 0.02 especialmente en los últimos niveles del edificio por lo que se concluye que se eligió la mejor opción para reducir la vulnerabilidad sísmica teniendo en cuenta que la necesidad en operación continua que son los muros de corte estructurales que son situado en la periferia del edificio y así reducir la excesiva flexibilidad en la parte lateral mejorando su comportamiento dinámico y aliviando la fuerza de corte en columnas.

Como bases teóricas se tuvieron, A nivel Internacional, el análisis de vulnerabilidad sísmica fue importante porque se llega a saber el estado actual de una estructura ante un sismo, y más si es que se ubicó en un lugar de alto peligro sísmico, ya que la vulnerabilidad estuvo dentro de los factores sísmicos más importantes que va de la mano con la zona sísmica para conocer la capacidad que tiene la estructura ante una amenaza sísmica. (Giménez Alejandro, 2019).

Se tomó en cuenta el análisis de la vulnerabilidad sísmica porque con saber si la estructura es vulnerable o no, se llegó a tener una idea de cómo la estructura responde ante un sismo y con un modelamiento se notaron si los elementos estructurales fallaron ante un sismo, proponiendo a algunas soluciones para poder mantener la estabilidad de la estructura proporcionando menos a estas.

(Rodríguez, 2012) Nos dice, Se usó el programa Etabs en el análisis modal espectral. El cual nos arrojó unos resultados de fuerza cortante, igual a  $0.08W$ , el cual es un valor minúsculo que se admite en el análisis modal espectral.

A la vivienda multifamiliar también se analizó la vulnerabilidad sísmica para que pueda tener una mejor resistencia a los sismos o eventos ambientales naturales, por lo que se tuvo que analizar: Asignaciones de cargas, centro de rigidez, centro de masa, excentricidades, desplazamientos, derivas esfuerzos, periodos de vibración, aceleración espectral, densidad de muros, análisis sísmico estático y dinámico, aplicando la norma sismorresistente E0.30.

Las asignaciones de carga fueron las cargas que una estructura debería resistir y al mismo tiempo las acciones como el peso propio, el sobrepeso de la ocupación, los vientos, etc. Por lo particular de un sismo fue difícil conjugar el cálculo de las acciones al mismo tiempo, por lo que se asignó cargas sísmicas que suelen ser utilizadas como cargas sísmicas convencionales que produjeron los mismos efectos que un terremoto. Esto dependió de la zonificación de la estructura, el tipo de suelo donde se ubicó la estructura, distribución de masas del edificio y las características de ondas de gravedad.

Tabla 1. Factor de zonificación

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
1	0.45
2	0.35
3	0.25
4	0.10

Fuente: Norma E0.30 sismo resistente.

Alcances de la norma E 0.30, la norma sismo resistente estableció condiciones mínimas para que a las edificaciones fueran construidas con un comportamiento sísmico de acorde a los principios establecidos en los puntos de la norma, se aplicó también a las edificaciones nuevas, al reforzamiento que resultaron por acción a los sismos. Para los sistemas estructurales diferentes a lo indicado en la norma debió ser aprobado por el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y demostrar que la alternativa brindada fuera adecuada en resultados como rigidez, resistencia sísmica y ductilidad.

Filosofía y principios de la norma E0.30 consistieron en evitar pérdida de vidas humanas, también se aseguró la continuidad de servicios básicos y minimizar los daños de las construcciones, se reconoció que para la protección completa para el sismo no fue técnica ni económicamente factible por lo que se establece los siguientes principios. El primero fue que la estructura no debería colapsar ni dañar a las personas a menos que suceda un evento telúrico por la zona del lugar del proyecto, también debe soportar movimientos del suelo calificados por el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables.

Tabla 2. Clasificación de Suelo

CLASIFICACION DE LOS PERFILES DEL SUELO

PERFIL	$V_2$	$N_{60}$	$S_U$
$S_0$	Mayor a 1500 m/s	-	-
$S_1$	Entre 500 m/s y 1500 m/s	Mayor que 50	>100kPa
$S_2$	Desde 180 m/s hasta 500 m/s	Entre 15 hasta 50	50kPa hasta 100 kPa
$S_3$	Menor de 180m/s	Menor de 15	25kPa a 50kPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E0.30 sismo resistente.

Centro de Masa, se define en relación a un objetivo o un sistema de objetos, el promedio de las posiciones de todas las partes del sistema ponderadas con relación a sus masas, pero para objetos rígidos con su densidad uniforme, el centro de masa se ubica en el centroide.

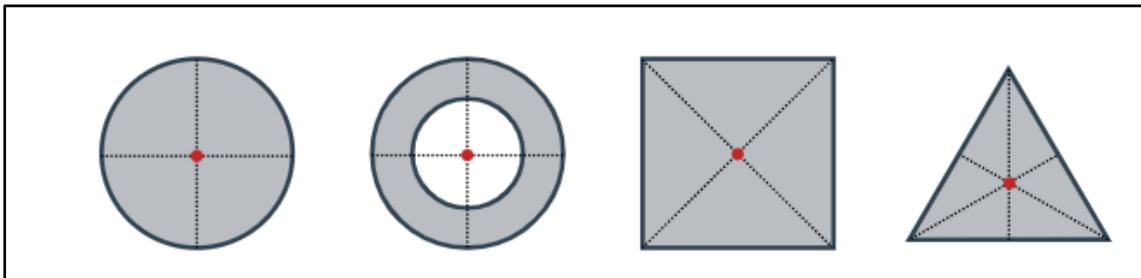


Figura 1. Centro de masa.

Centro de rigidez, fue definido como el punto central de elementos verticales que resiste las fuerzas laterales, pero en la construcción el centro de rigidez se dijo que fue muy importante porque fue el centro donde se resiste la mayor cantidad de fuerzas laterales.

La excentricidad, describió la distancia que hay entre el centro de gravedad de una superficie o de una barra a un punto real en el espacio, la distancia desde el centro

de gravedad a el punto fue imaginaria; normalmente se afirmó que fue positivo, pero si te resulta negativo significa que la resultante pasa de la mitad del muro o el objeto.

La densidad de los muros se define como un procedimiento que consiste en hallar la relación que, entre las áreas de los muros y el área de la planta del piso de estudio, esta relación debe revisarse rigurosamente en las direcciones verticales y horizontales, no se considera aquellos muros con longitud menos a 120 cm, el valor resultante deberá ser comparado con los valores propuestos por la norma de diseño de albañilería.

Alguna consideración adicional se tomó en cuenta en los casos que no se realice o no disponga de un estudio de mecánica de suelos o no existan adecuadas propiedades del suelo a una profundidad de 30 metros se permite que el profesional disponga valores adecuados sobre la base geotécnica, en caso de estructuras con profundas cimentaciones a base de perfil de suelo.

Tabla 3. Factor del suelo S  
FACTOR DE SUELO "S"

ZONA / SUELO	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0.80	1.00	1.05	1.10
$Z_3$	0.80	1.00	1.15	1.20
$Z_2$	0.80	1.00	1.20	1.40
$Z_1$	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E0.30 sismo resistente.

Periodos de vibración, en las edificaciones dependieron mucho de su rigidez y masa, pero a más periodo y mientras exista mayor rigidez, menor periodo de vibración, a veces unos modos de vibración controlaron el comportamiento estructural, siendo el periodo más largo el dominado fundamental.

Tabla 4. Periodos de vibración

PERIODOS "Tp" y "TL"				
	PERIODOS DEL SUELO			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Tp	0.3	0.4	0.3	1.0
TL	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma 0.30 sismo resistente,

También el factor de amplificación sísmica normalmente si el periodo fue menor al periodo que define la plataforma de factor (Tp) es C=2.5. Pero hay dos restricciones que se debieron cumplir.

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * (T_p/T)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 * (T_p * T_L) / r^2$$

Donde T fue el periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico y el T<sub>L</sub> fue periodo que define el inicio de zona del factor C con un desplazamiento constante. También el uso que se utilizó como es para vivienda es de categoría C edificaciones comunes donde su valor es 1.0.

La fuerza cortante en la base o llamada también fuerza cortante basal, se determinó con la siguiente expresión:

$$V = \left( \frac{Z * U * C * S}{R} \right) * P$$

Donde el P fue peso total de la estructura y R coeficiente de reducción.

Los coeficientes de reducción fueron dependiendo el sistema estructural y se basó en acero si fueron pórticos especiales, intermedios, ordinarios y excéntricamente arriostrados con un valor R determinado, también por el concreto armado para duales, muros estructurales, albañilería confinada y madera con un valor R determinado por la norma.

También se aplicó factores de irregularidad en altura I<sub>a</sub> y en planta I<sub>p</sub>.

La Aceleración espectral, para el análisis de las direcciones horizontales se aplicó un espectro inelástico de pseudo- aceleraciones definidos que fueron como

aceleraciones que se comportan como sismos según su intensidad con la siguiente formula se halla la aceleración espectral.

$$S_a = \left( \frac{Z * U * C * S}{R} \right) * g$$

Los desplazamientos laterales admisibles por la norma sismo resistente E0.30, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según la siguiente tabla.

Tabla 5. Tabla de desplazamiento máximo relativo de entrepiso  
LIMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO

Material Predominante	( $\Delta i / h_{ei}$ )
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios con concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma E0.30 sismo resistente.

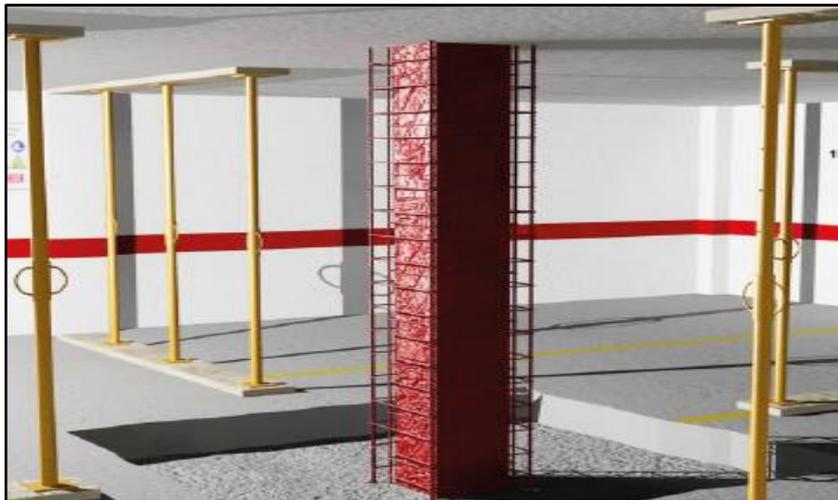
La deriva estructural, fue el desplazamiento horizontal en una misma línea vertical que se da entre dos puntos, esto se dio entre dos pisos o niveles consecutivos de la edificación, a diferencia de la deriva de entrepiso que fue la diferencia de desplazamientos laterales totales entre dos niveles consecutivos, también se nombró la deriva normalizada que es el cociente entre la deriva de entrepiso y la altura libre de dos entre pisos consecutivos.

A nivel Nacional, Reforzamiento estructural: En los edificios o estructuras pudieron cambiar o variar varias funciones, por ejemplo, el uso, las cargas se aumentaron o también se incrementó los estándares y la estructura debió ser compatible, hasta para las construcciones históricas se debieron reforzar de manera discreta y el reforzamiento se dio para extender la longevidad de la estructura, ya sea aumentar la resistencia a flexión, al corte o sísmica. (Sika Perú, 2008).

Para el reforzamiento que se realizó, primero se hizo una evaluación completa de todos los elementos estructurales que debieron ser organizados de una manera

para que los estudios o propuestas de reforzamiento se dé sucesivamente, se tuvo en cuenta la recolección de información, también se debe tener el conocimiento de las características de los materiales que componen las estructuras y el proceso constructivo. Una parte importante para la evaluación fueron las causas que provocaron los daños en las estructuras y los fenómenos que han afectado a la estructura, para así poder entender el estado actual de la estructura donde se podrá realizar el reforzamiento en general. (Carriera, 2017)

El reforzamiento estructural, en un artículo publicado por la empresa Sika define que fue la acción de incrementar la resistencia de las estructuras o sus componentes, con la finalidad de mejorar la estabilidad estructural de la construcción. En este ámbito existen varios reforzamientos desde zapatas hasta losas. (Sika Perú, 2008).

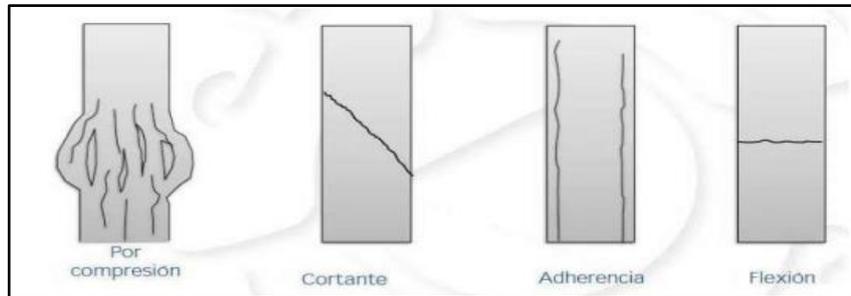


*Figura 2.* Ejemplo de reforzamiento estructural.

Los elementos estructurales más importantes que afectaron radicalmente a una estructura son: La viga, la columna y la losa.

La columna fue definido como un elemento estructural que se encuentra sometido a esfuerzos a compresión que soporta el peso total de la estructura,

cuya sección de ancho y largo fueron muy pequeños a comparación de su altura, la función de la columna fue transportar las cargas de las losas al pedestal. La relación de sus áreas y longitud se debe tener en cuenta para evitar el pandeo. (Torres y Garrido, 2016).



*Figura 3.* Daños en las columnas o fallas en columnas.

La viga fue definida como un elemento estructural que está sometido a esfuerzo a flexión que normalmente fueron de forma horizontal dentro de las estructuras y se apoyan normalmente en columnas para soportar las cargas, entonces las vigas deberán soportar esfuerzos a tracción y compresión, pero como los elementos estructurales no son rígidos en su totalidad, las vigas llegan a doblarse, pero es por un lado superior a compresión y en el inferior es a tracción. (Arquigrafo, 2017).



*Figura 4. Vigas estructurales.*

Las losas fueron definidas como elementos estructurales horizontales utilizados para que sean superficies planas para pisos, entresijos y techos de una edificación, se lograron visualizar continuamente sobre las columnas, vigas de concreto armado, hasta aceros estructurales, también sobre muros portantes, muros de concreto armado, etc.

También se pueden clasificar de acuerdo con sus composiciones como losas macizas, ancladas o nervadas y también según sus apoyos como losas sustentadas en muros, columnas y vigas, por último, por su distribución de aceros son en una dirección o a dos direcciones. (Elementos estructurales, 2017).



*Figura 5.* Losa aligerada.

La resistencia de elementos estructurales fue dado como la capacidad que tienen para soportar los esfuerzos a los que están sometidos sin poder romperse, depende de varios factores, en los que destacan el material empleado, la geometría y el tipo de unión que tienen los elementos.

Para reforzar estructuralmente las edificaciones también se optaría por la fibra de carbono, se adhirieron en muros cortantes, pórticos, también se pudo agregar muros laterales a las columnas como reforzamiento, aumentar cortavientos como armadura, refuerzo de vigas y también la introducción de holguras para los muros cortos (Lemara, 2018).

La vivienda multifamiliar, fue una construcción de manera vertical u horizontal en la que está dividida en varias pequeñas viviendas que comparten el terreno en un mismo uso, los principales aspectos que se tuvo que analizar en una vivienda multifamiliar fueron: las cargas, los momentos flectores, las fuerzas cortantes y la verificación de resistencia y acero de las columnas. Para proyecto de investigación usaremos una vivienda multifamiliar ubicada en el distrito de cercado de lima, en la avenida prolongación Arica 1760.



*Figura 6.* Vivienda multifamiliar en la Av. Arica 1760.

Las cargas, según las normas legales E 0.20 (Cargas), fueron fuerzas o acciones que resultan por el mismo peso de los materiales de construcción, el medio ambiente, movimientos que se pudo modificar a lo largo del tiempo o llamados también movimientos referenciales y cambios en las dimensiones. Existen dos tipos de cargas que afectaron las viviendas que fueron las cargas vivas representadas por el peso de los materiales, los elementos móviles que fueron soportados por la edificación y también la carga muerta, que en si serían los pesos de los materiales como peso propio, equipos, tabiques y otros elementos que soporta la edificación se incluye el peso propio, que puedan ser permanentes o varíen con el tiempo mínimamente.

Tabla 6. Carga viva para vivienda

USO	CARGAS REPARTIDAS (kg/m <sup>2</sup> )
Viviendas	200

Fuente: Norma E.020 de cargas.

Los momentos flectores, estos momentos serian indispensables para cada elemento estructural, para entender el comportamiento estructural de la edificación, se halló cuando se aplica una fuerza a una distancia determinada, causando una deformación adicionalmente provoca un doblez en el objeto, si este no está bien sujeto hace que gira alrededor de un mismo punto.

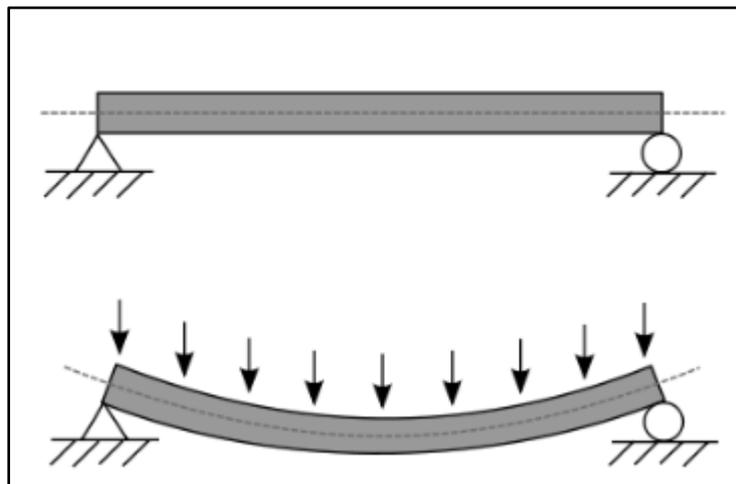


Figura 7. Momento Flector.

Las fuerzas cortantes, fueron denominadas las fuerzas actuantes internas en los elementos estructurales como vigas, pero en las vigas, la fuerza cortante tuvo igual magnitud, pero dirección opuesta a los componentes en los apoyos y cargas externas que actúan sobre los lados de la sección que se consideró.

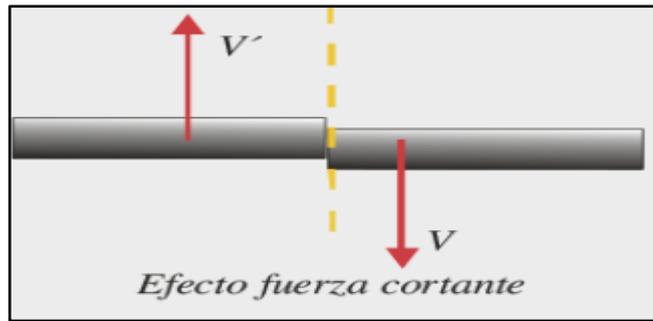


Figura 8. Fuerza cortante.

Para la verificación de la resistencia en columnas se trabajó a la compresión teniendo en cuenta el esfuerzo máximo aplicado, el cual determino si el material se deforma si llega a romperse, para que esto no suceda se calculó la resistencia a la compresión con la división de la carga máxima y el área transversal de la probeta que se realizó en compresión axial, también se podría calcular con los ensayos de esclerometría y diamantina y ver si respeta los parámetros establecidos en la norma E 0.60.

Tabla 7. Resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión en mega pascales (Mpa)	Resistencia requerida a la compresión en mega pascales (MPa)
$f'_c$ es menor que 21	$f'_{cr} = f'_c$ se le agrega 7
Cuando el $f'_c$ esta entre 21 y 35	$f'_{cr} = f'_c$ se le agrega 8.5
Cuando el $f'_c$ es mayor que 35	$f'_{cr} =$ al $f'_c$ se le multiplica por 1.1 y se suma 5

Fuente: Norma E0.60 de concreto armado.

La norma de cargas E 0.20, la normativa de cargas fue dada para que las estructuras , edificaciones y todas sus partes soporten las cargas de acuerdo a su

uso previsto, las cargas actuarán en las combinaciones prescritas sin provocar exceso de esfuerzos ni deformaciones según lo señalado por cada material estructural, en ningún caso las cargas que se emplearon no serán menores a los valores establecidos, por otro lado las cargas mínimas establecidas se dieron según el servicio y va de la mano con la norma sísmo resistente E0.30.

La norma de concreto armado E 0.60, esta normativa fue importante para la comprobación de resistencia a la compresión, análisis estructurales, también se pudo hacer el diseño de los elementos estructurales, también exigencias mínimas para los materiales de construcción, por lo que se hizo un control de calidad y supervisión, elaboración de planos estructurales y las especificaciones técnicas dadas por la norma, al momento de discrepancia la E0.60 tiene más peso con otras normas, para otras construcciones diferentes a lo previsto se utilizarán las normas que solo puedan aplicarse pero también no llegó a aplicarse para construcción de losas en apoyo de suelos, losas vaciadas en moldes de acero permanentes. Esta norma fue la que se dio para un todo el diseño estructural a elaborar.

El concreto se dosificó para que su resistencia a la compresión no debió ser inferior a 17 Mpa y se basó en resultados de ensayos realizados a los 28 días. También especificó el doble de los aceros, recubrimientos, empalmes, etc.

La norma de albañilería E 0.70, para los análisis que se realizaron en la norma se cumplió exigencias mínimas para el diseño, igualmente para los materiales, también para el control de calidad y hasta las inspecciones en edificaciones de albañilería, principalmente se aplicó a muros confinados y también para los muros armados, para la construcción de otras estructuras como chimeneas, reservorios, también muros de contención, etc. Por otro lado, se tomó en cuenta las cargas muertas vivas, vientos y excentricidades, cambios de temperatura, asentamientos, etc. Pero para los sistemas de albañilería que aplicó fuera de la norma deberán ser aprobados por SENCICO en una resolución del mismo ministerio de vivienda, pero para los elementos de concreto armado y en concreto ciclópeo se tomó la norma E0.60 en tanto se pueda aplicar. Para fines estructurales los ladrillos se clasificarán en:

Tabla 8. Resistencia a compresión de los ladrillos

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES DE ESTRUCTURAS					
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION			ALABEO ( mac en mm)	Resistencia a compresión en Mpa(kg/cm <sup>2</sup> )
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mas de 150 mm		
Ladrillo I	+8	+6	+4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	+7	+6	+4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	+5	+4	+3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	+4	+3	+2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	+3	+2	+1	2	17.6(180)
Bloque P	+4	+3	+2	4	4.9 (50)
Bloque NP	+7	+6	+4	8	2.0 (20)

Fuente: Norma 0.70 de albañilería.

Como enfoques conceptuales tenemos, Carga Axial, la carga axial actúo a lo largo de una estructura que se aplicó en el centroide transversalmente dando con ello una carga uniforme. Momento Flector, acción que se produce debido a la flexión de un elemento estructural que equivale a la adición de los momentos encontrados con afinidad al centro de gravedad de la estructura. Fuerza cortante, fue dada como la resultante de todas las fuerzas actuantes en dirección vertical del elemento estructural que ejerce un corte en dicha estructura. Resistencia del concreto, tuvo como característica mecánica vital resistencia a la compresión la cual tiene como capacidad soportar cargas las cuales se expresaron como esfuerzos con unidades de kg/cm<sup>2</sup> y MPa. Aceros de Refuerzo, se usó para reforzar las estructuras que fueron sometidas a altas cargas con ello así poder reforzar la resistencia junto al concreto. Desplazamientos, fueron movimientos realizados por una estructura sometida a cargas y a un movimiento sísmico los cuales se realizaron en los ejes XX y YY. Derivas de esfuerzos, fue la desproporción respectiva de un piso debido al trabajo de una fuerza horizontal el cual se encuentra en el desplazamiento

superior e inferior de la estructura. Periodo de Vibración, fue un parámetro fundamental que nos ayuda al diseño sísmico de la edificación, cuando ya existen viviendas construidas nos ayuda para determinar en qué condiciones se encuentra la vivienda al nivel estructural. Espectro Sísmico, fueron las fuerzas sísmicas calculables con carga total de la edificación y la aceleración por la vibración del sismo, se definen curvas de diseño que sirvieron como espectro de diseño el cual dieron los máximos valores de las aceleraciones espectrales causantes en la estructura el cual perturbo a la estructura dependiendo de su altura y rigidez. Densidad mínima de Muros, fue la relación entre área de muros al área del piso que se está llevando a cabo el estudio, asimismo esta se debe verificar tanto en el eje XX como en el YY. Análisis Sísmico Dinámico, fue una acción que tiene una variación de tiempo rápida por ello se produjeron fuerzas de inercia que se confrontaron con las fuerzas estáticas. Modelamiento Estructural, se realizó un modelamiento estructural para dar una representación idealizada de la estructura ya existente para así analizar la estructura y dieron a conocer las deficiencias que sufrieron y así propusieron los reforzamientos.

Según (Herrera Marco, 2018) Disipadores de energía de fluido viscoso, son elementos que se apoyan en la estructura de un edificio y mediante un movimiento sísmico disipan la energía a través del fluido viscoso por el cual están compuestos internamente, asimismo generando una resistencia al movimiento del edificio, protegiendo a los elementos estructurales, ya que otorgan un amortiguamiento adicional a la estructura.

Según (Villareal; La Rosa, 2016) Los disipadores de energía viscosos son relativamente buenos debido a que no generan más esfuerzos a la estructura a diferencia de los disipadores de energía metálicos. Con ellos nos quieren decir que los disipadores viscosos son una mejor opción.

### **III. METODOLOGÍA**

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

Tipo de investigación: Aplicada, ya que se tiene el problema en concreto y se resuelve a corto plazo. Según (Vargas, 2009), la investigación aplicada, su propósito es hacer un uso inmediato del conocimiento existente. En este estudio el tipo será aplicada, debido a que se aplicaran conocimientos ya determinados con procesos descritos en diversos estudios con el fin de mejorar las investigaciones.

Asimismo, (Enrique, 2020), permite solucionar problemas actuales. Se apoya de la investigación básica, la cual le aporta los conocimientos previos para la resolución de problemas y mejoras en la calidad de vida. Toma como base de datos estudios ya realizados los cuales aportaran a la solución del problema.

Diseño de investigación: No experimental se da cuando no hay ningún tipo de incidencia por parte del investigador sobre la variable independiente (Hernandez;Férrnandez;Baptista, 2010 pág. 152), el diseño de esta investigación es no experimental debido a que se va a observar tal y como se encuentra la edificación, además se recopilaran datos in situ del lugar, el cual será evaluado, también será transversal, porque evaluara una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto en el tiempo y se trata de cuantificar la medición de variables en valores contables, medibles y porcentajes.

Nivel de investigación: Es descriptivo porque, describirá las propiedades y características de la situación de un hecho o un fenómeno, en este caso se describirá las características de la vivienda en su estado natural y en un punto especificado en el tiempo.

Enfoque de investigación: Es cuantitativo, debido a que en la investigación se llevara a cabo recolección de datos numéricos, los cuales nos servirán para comparar los datos numéricos con los resultados numéricos dados en los ensayos, (Baena, 2017).

### **3.2 Variables y operacionalización**

Variables de estudio:

Primera variable independiente: Muros de corte.

Definición conceptual: Los muros de corte son conocidos también como placas que tienen su mayor dimensión en una dirección a comparación de su ancho que es mucho menos, que proporcionan mayor resistencia y rigidez lateral ante movimientos laterales en la estructura. (Torre,2013, pág. 44).

Definición operacional: Se consideró hacer un reforzamiento con muros de corte para aumentar la resistencia ante un sismo, disminuir los periodos de vibración y derivas laterales.

Dimensión: Características del muro de corte

Indicadores: Resistencia a la compresión de muros de corte, Resistencia al corte, Dimensiones.

Escala de medición: Tipo razón.

Segunda variable independiente: Disipadores de energía viscoso.

Definición conceptual: Son elementos que se apoyan a los pórticos de la edificación y que al momento de un sismo disipan la energía a través del paso fluido viscoso en su interior provocando así, una resistencia libre en la estructura o edificio. Torre,2013, pág. 25).

Definición operacional: Se consideró implementar disipadores de energía en la edificación aplicando el software etabs disminuir los periodos de vibración en la edificación y reemplazar las platas para el aumento de rigidez.

Dimensión: Características de disipadores de energía viscosos Taylor

Indicadores: Resistencia a la compresión, Dimensiones, Desplazamientos

Escala de medición: Tipo razón.

Variable Dependiente: Análisis sísmico.

Definición conceptual: El análisis sísmico es caracterizado por los diferentes periodos de vibración en la estructura que se basa en la geometría y la matriz de rigideces de la misma edificación (Villacres, 2016 pág. 44).

Definición operacional: Se aplicará un análisis sísmico a la estructura para conocer la respuesta sísmica con la norma construido, con la vigente y con los reforzamientos aplicados. (Villacres, 2016 pág. 44).

Dimensión: Análisis estático, Análisis Dinámico.

Indicadores: Capacidad portante al suelo, fuerza cortante basal, fuerza sísmicas horizontales y verticales, periodo de vibración, modos de vibración, desplazamientos laterales, rigidez del disipador, fuerzas cortantes de entrepiso.

Escala de medición: Tipo razón.

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

#### **Población**

Se define como población como el total de elementos a investigar, el cual se propondrá para realizar una deducción.(Cortez, 2004 pág. 90). Por lo que se dice que la población será finita porque serán todas las viviendas multifamiliares de seis pisos de la Avenida Prolongación Arica, cercado de lima.

#### **Muestra**

La muestra es una parte de la población y puede ser definida como un subgrupo de población, las cuales pueden ser probabilísticas y no probabilísticas. (Leon Alvarez, 2011 pág. 9). La muestra para el proyecto será no probabilística por que se seleccionaran los elementos estructurales más apropiados con características similares para hacer su debido reforzamiento estructural y diseño sísmico. Además, se realizarán ensayos para analizar la resistencia del concreto según la norma E 060. Por lo tanto, la muestra será una vivienda multifamiliar ubicado en la Av. Prolongación Arica 1760 en el distrito de Cercado de Lima.

#### **Muestreo**

Se define como que cada elemento en el universo tiene un probabilidad no nula y ya conocida que se figura como muestra, en otras palabras, los elementos que existen pueden ser establecidas como muestra. Por otro lado, existen dos tipos de muestro el muestreo probabilístico que se basa en un método con la misma equiprobabilidad, que decir que los elementos tienen la misma probabilidad en el

universo y pueden ser elegidos formar parte de la muestra y el muestreo no probabilístico que los elementos se eligen por conveniencia para lograr el objetivo que se requiere en la investigación, por lo tanto, no se escoge al azar y no depende de las probabilidades. (Leon Alvarez, 2011). En el presente proyecto sera no probabilistico, por que los elementos estructurales seran elegidos por conveniencia e intencionales para ser estudiados por medio de una inspeccion en la vivienda.

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

Técnica de investigación.

Son las ideas que ayudan a crear una programación para poder recopilar la información necesaria, en el presente proyecto se usara la técnica de toma de datos, ensayos, softwares, cuadros elaborados para poder conseguir el resultado de la investigación. (Baptista, 2006 pág. 316), en la presenta investigación se llegará a emplear la observación directa para obtener la información y también los datos, como el diseño será no experimental para poder observar, poder medir y así se puede comprender la finalidad de la investigación.

Observación directa

La observación directa consiste en un registro confiable, cálido y sistemático de comportamientos y conductas.

La observación directa es un método que está basada en la observación de un objeto que se va a estudiar en una situación particular que se menciona a diario, sin la necesidad de alterar o modificar el ambiente en donde se desarrolla. (Baptista, 2006 pág. 316).

Instrumentos de recolección de datos

Se define que las técnicas de recopilación de datos son el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizaran mientras el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información perteneciente a los objetivos formulados en una investigación. (Arias, 2006 pág. 376). Es por eso por lo que el instrumento que se utilizará los planos elaborados, además se usara una ficha donde se registraran los datos, también se usaran equipos, sumando las herramientas de laboratorio, ensayos y softwares para procesar los datos.

## Validez

La validez es más considerada como una evaluación, que una característica de las interpretaciones, que, si son las más adecuadas, apropiadas y también si los usos que se hacen de los resultados del cuestionario. (Santos, 2017 pág. 9)

Tabla 9. Rangos de validez

RANGO DE VALIDEZ	INTERPRETACIÓN
0.53 a menos	Validez nula
0.54 – 0.59	Validez baja
0.6 – 0.65	Válida
0.66 – 0.71	Muy válida
0.72-0.99	Excelente validez
1	Perfecta

Fuente: Santos, 2017.

La confiabilidad de la investigación será evaluada por tres expertos con una larga experiencia en ingeniería.

## Confiabilidad

La confiabilidad para los instrumentos de medición se determinará con técnicas diferentes, refiriéndose al grado, se aplicará repetitivamente al mismo sujeto donde debe arrojar los mismos resultados. Para que el proyecto de investigación estará acreditado por los laboratorios, entregando sus respectivos certificados de calibración que se usaran como pruebas, en los ensayos deberán ser asesorados y realizados por un experto. (Hernandez, 2003 pág. 72).

## 3.5 Procedimiento.

Para realizar reforzamientos estructurales se usará el primer paso que es sobre los planos, usaremos planos ya elaborados a mano de arquitectura y estructura para analizar la vivienda y pasarlos al AutoCAD, para tener una mejor apreciación de la estructura.

El siguiente paso es analizar los elementos estructurales e identificar los elementos estructurales por medio de una inspección aplicando la observación directa, para realizar el ensayo de diamantina con el cual se encuentra la resistencia a la compresión del concreto.



*Figura 9.* Columnas de concreto de 35cm\*35cm con fisuras y cangrejeras.



*Figura 10.* Losas aligeradas de 17 cm con fisuras.



*Figura 11. Viga de 25cm\*30cm en mal estado.*

Ensayo de diamantina: Según la norma técnica peruana NTP 399.059 -2017 o la ASTM C42-18 establece los procedimientos para la extracción, preparación y ensayos de núcleos de diamantina y vigas seccionadas de concreto in situ, pero no se empleara para núcleos provenientes de SHOTCRETE por que se rige de la norma ASTM C1604 y sus campos de aplicación son:

- PRIMER CASO. Cuando existen dudas de la calidad del concreto colocada in situ, por baja resistencia se hace pruebas cada 50 m<sup>3</sup>, o si empleas premezclado al menos cada 5 mixer una probeta. Se saca pruebas de diamantina en el llenado de estructuras.
- SEGUNDO CASO. Cuando existan daños en la estructura, con la intención de analizar el grado de daño que recibe la estructura para determinar las propiedades del concreto en ese estado.
- TERCER CASO. Para obtener información de estructuras existentes para la ampliación de pisos, también para estructuras abandonadas o transferidas con data perdida y también para cambios de uso de la edificación.

En el caso de la investigación se hará el segundo caso porque se analizará el grado de daño del elemento estructural para determinar las propiedades del concreto en ese estado.



*Figura 12.* Ensayo de diamantina

El ensayo consiste en según lo normado es mínimo extraer tres núcleos para cada sección de concreto en cuestión, con diámetros de 3 y 1/2 pulgada o 85mm. Pero para agregados mayor de 1 pulgada se obtendrá núcleos de mayores diámetros, para la relación de la longitud y diámetro es mínimo de 1 ½ veces, luego se recorta los bordes con escuadra de sierra de diamante o cortadora con alimentación automática, se recomienda no perforar núcleos desde las capas superiores de las columnas, losas, muros o cimientos porque serán de 10 a 20% más débil que los testigos de la parte media o de la parte más baja y por último se ensaya los testigos después de un secado durante 7 días si la estructura estará seca en servicio, en caso contrario humedecer los núcleos 40 horas antes del ensayo, para el acondicionamiento de los núcleos se recomienda revisar las actualizaciones de la norma ACI 318 y de ASTM C42.

Luego se proceder a los reforzamientos adecuados a las partes de la estructura afectada para cada elemento se aplica la norma E 0.20 (norma de cargas), para calcular las cargas de la edificación.

La carga viva para barandas se diseñará para resistir la fuerza simultanea indicada en la tabla 10.

Tabla 10. Cargas de Barandas y Parapetos E0.20

Barandas y Parapetos	Carga Horizontal (kgf/m)	Carga Vertical (kgf/m)
Pozo para escaleras, balcones y techos	0.60 (60)	0.60 (60)
Viviendas Unifamiliares	0.30 (30)	0.30 (30)
Balcones de teatros y lugares de reuniones	0.75 (75)	1.50 (150)

Fuente: Norma E0.20 de cargas.

Luego se procederá a hallar las fuerzas cortantes y los momentos flectores con el software Etabs, se procederá a verificar las resistencias y aceros en las columnas, vigas y losas según la norma E0.60 de concreto armado.

Paso siguiente se realizará el diseño sísmico con cuadros Excel para poder calcular el centro de rigidez, centro de masa y excentricidad; este paso se hace para ver si la funcionalidad de la vivienda es lo mínimo requerido que es 90%, también se calculara la densidad de muros todo siguiendo la norma E0.30 sismo resistente.

Luego se realizará el cálculo de zonificación, suelo, uso, previamente se realizará el ensayo de clasificación de suelos para poder tener una idea concreta del tipo de suelo y su capacidad portante del suelo para poder hacer diseño sísmico eficiente para los reforzamientos adheridos a los elementos estructurales, calculando las derivas y desplazamientos de la estructura, también el periodo de vibración, son el software y a la par basándose en la norma sismo resistente E0.30.

Paso final se hará el modelamiento en el software Etabs de la vivienda con los datos obtenidos para verificar los parámetros de desplazamiento, análisis sísmico estático y dinámico están dentro de la norma E0.30 para dar como opción los reforzamientos adecuados para cada elemento estructural y así reforzar la vivienda multifamiliar disminuyendo su vulnerabilidad sísmica.

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

En la investigación se desarrolló de manera detallada, toda la información que se apto y conciso para el lector, asimismo la información obtenida que se muestra en la investigación proviene de fuentes confiables. De igual manera, para el procesamiento de los resultados de los ensayos realizados en el interior del laboratorio TEC & LAB LOGISTICA, así como lo que se realizaron en las instalaciones de los investigadores Av. Prolongación Arica 1760 en el cercado de lima, cuyos procesos cumplen con los procedimientos que se mencionaron anteriormente, por otro lado, la data obtenida al realizar todos los procedimientos será organizada en tablas y gráficos que son mostrados en los resultados y anexos.

### **3.7 Aspectos éticos.**

Existen diferentes principios éticos los cuales es indispensable para trabajos de investigación con un buen grado de responsabilidad académica, los principios que se consideran en el trabajo de investigación en curso son los siguientes:

**Con respecto a la beneficencia**, en el trabajo de investigación se busca brindar un beneficio en conjunto, tanto social como económico, reduciendo la vulnerabilidad sísmica de la vivienda por ende reducir los daños en las construcciones que se producen por la presencia de un sismo aplicando algunos reforzamientos como muros de cortes o añadir disipadores viscosos en los pórticos de la edificación para así mejorar la resistencia de la edificación.

**Respecto a la no maleficencia**, El reforzamiento o los disipadores viscosos no causan un efecto negativo a la población, es más, ayuda a mantener que la vivienda dure más tiempo y ayuda a disminuir los colapsos de las edificaciones.

**En cuanto a la autenticidad**, el proyecto de investigación se rige estrictamente a las normas ISO 690 y 690-2 según las citas y referencias para tesis, libros, revistas científicas, artículos, normas, reglamentos y publicaciones digitales como periódicos y fichas técnicas.

**Respecto a la verdad**, los datos que son obtenidos, procesados y mostrados en los resultados de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos serán verídicos y serán avalados por guías firmadas por la autoridad respectiva además de panel fotográficos como fiel evidencia de la veracidad de los datos mostrados.

**Respecto a la autonomía**, los autores del proyecto de investigación emplean opiniones propias, utilizando interpretación de la información obtenida, teniendo en cuenta los objetivos planteados, antecedentes mostrados en el capítulo anterior.

**Finalmente, respecto al compromiso y la responsabilidad**, los autores asumen la responsabilidad de la investigación comprometiéndose a cumplir cabalmente con la normativa respectiva, empleando asimismo los procedimientos de proyectos de investigación.

#### **IV. RESULTADOS**

**Nombre de la tesis:**

Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022

**Ubicación:**

Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : Cercado de Lima  
Ubicación : Av. Prolongación Arica 1760  
Latitud : 108 msnm



*Figura 13.* Mapa del Perú

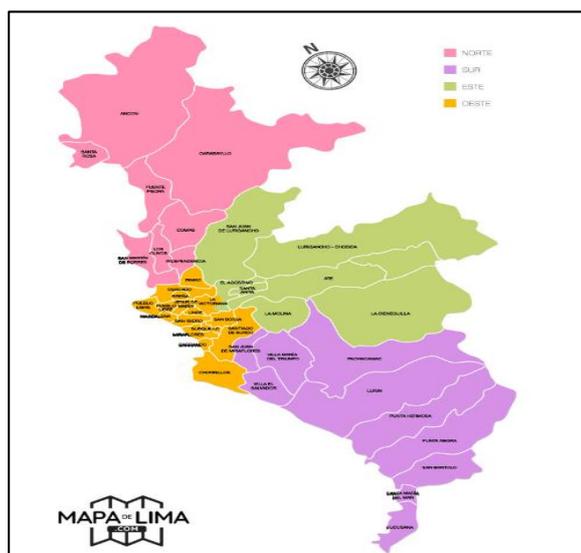


Figura 14. Mapa de la región Lima

**Localización:**

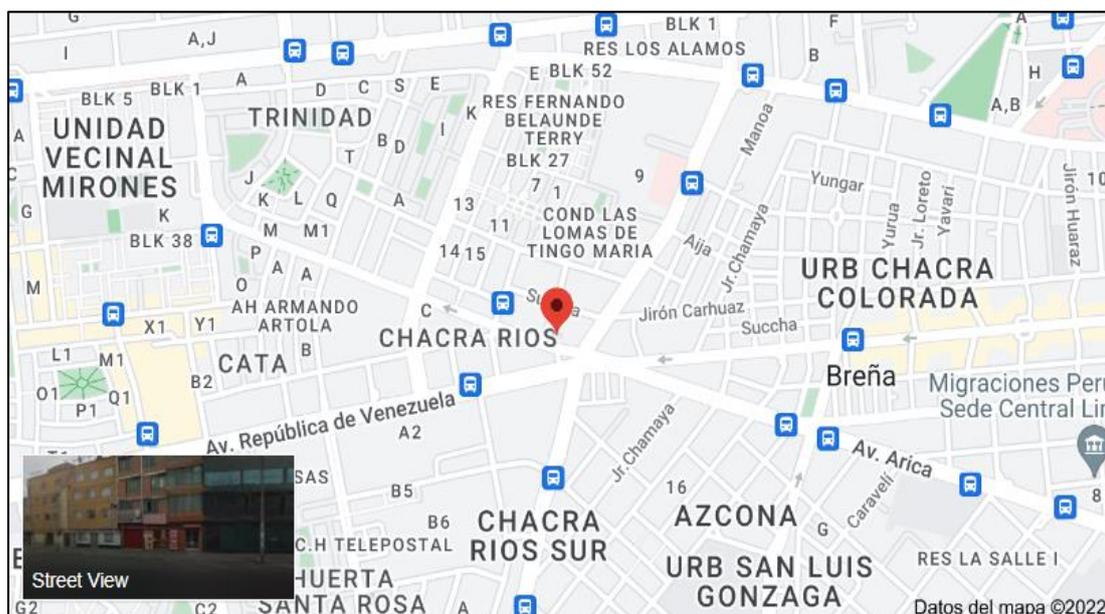


Figura 15. Localización la vivienda multifamiliar de 6 pisos en la Av. Prolongación Arica 1760.

El estudio se realizó en la vivienda multifamiliar de 6 pisos en la avenida prolongación Arica 1760.

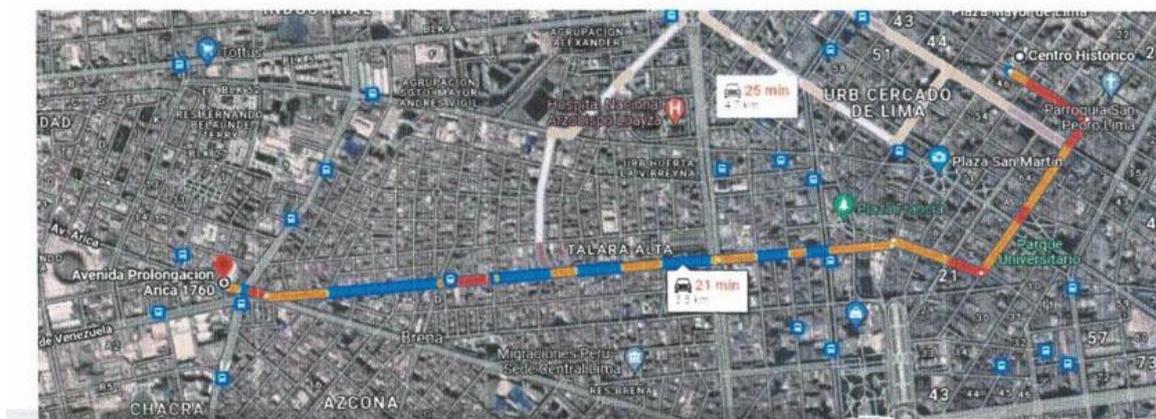
Datos generales de la zona:

- Usos anteriores del terreno

Al momento de la exploración y toma de muestras del suelo, se observó que en la actualidad se encontró una estructura construida.

Acceso al área de estudio:

El acceso se dio de manera vehicular o peatonal. Se tomaron como referencia el Centro Histórico de Lima, la distancia fue de aproximadamente 3.8 km viajando por las avenidas Uruguay y Venezuela, y el tiempo empleado sería de 21 minutos. Estos datos fueron recogidos por Google Maps.



*Figura 16.* Acceso a la Zona de Estudio

## **GEOLOGÍA Y SISMICIDAD:**

A continuación, se describen algunos aspectos geológicos y de sismicidad que tienen estrecha relación con la obra proyectada.

Geología

De acuerdo con la carta geológica correspondiente al cuadrángulo (25-i) de LIMA (INGEMMET):

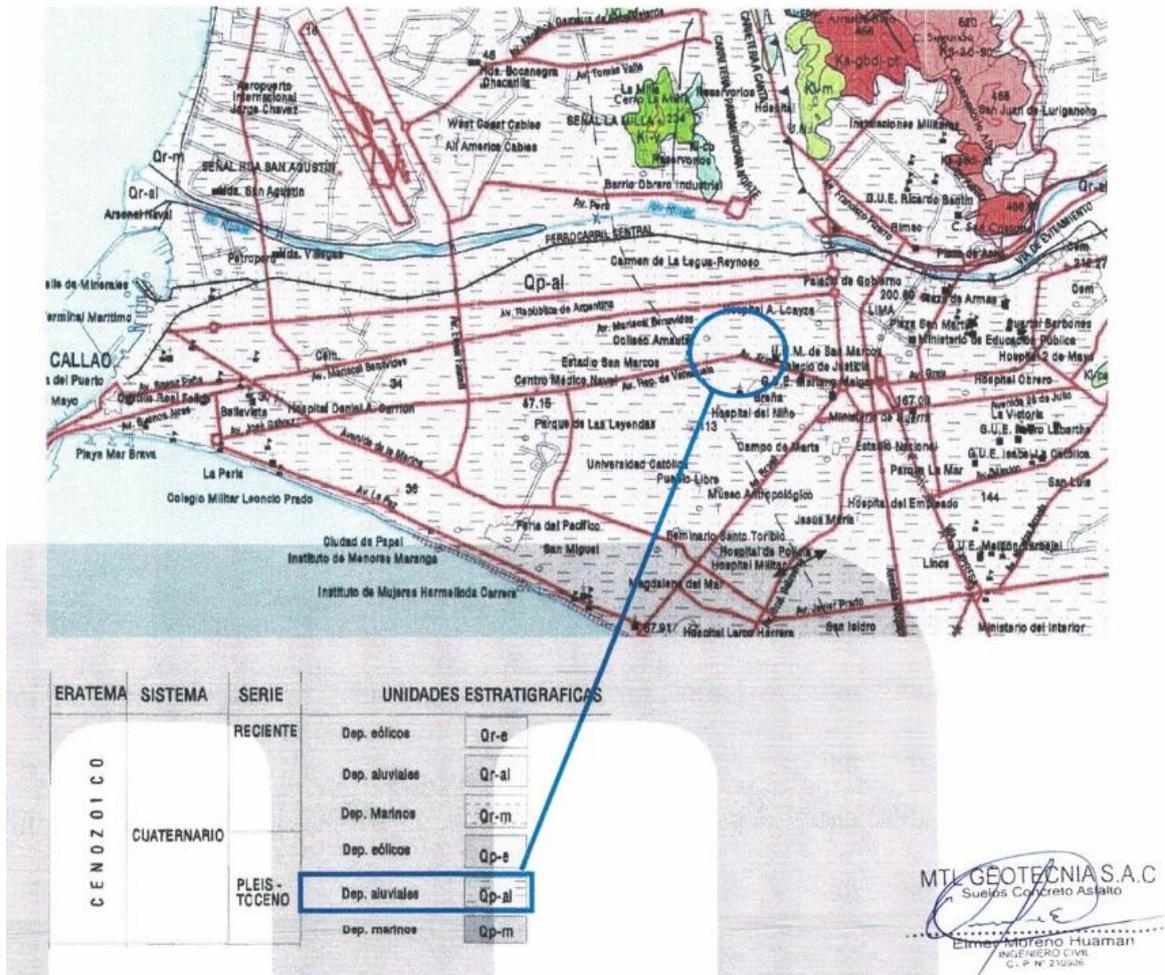


Figura 17. Mapa Geológico del Cuadrángulo 25-i de Lima

Según la ubicación del proyecto, su geología corresponde al tipo Deposito Aluvial Pleistocenoico.

#### Depósitos Aluviales Pleistocenoicos

La litología de estos depósitos aluviales plesitocenoicos vistos a través de terrazas, cortes y perforaciones comprende conglomerados, contenido cantos de diferentes tipos y rocas especialmente intrusivas y volcánicas, gravas subangulosas cuando se trata de depósitos de conos aluviales desérticos debido al poco transporte, arenas con diferentes granulométricas y en menos proporción limos y arcillas.

Todos estos materiales se encuentran intercalados formando paquetes de grosores considerables como se puede apreciar en los acantilados de la costa.

Los niveles de arena, limo y arcilla se pierden lenticularmente y a veces se interdigitan entre ellos o entre los conglomerados.

#### Sismicidad

De acuerdo con el Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E0.30) aprobada mediante Decreto Supremo N° 355-2018- VVIENDA, del 22 de octubre de 2018:

Se concluyó que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos destructivos de escala VIII en la escala Mercalli Modificada.

De acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E.030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo-Resistentes, tomando parámetros, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo a la relación:

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

Dónde:

Factor de zona	(Zona 4)	:	Z=0.45
Factor de uso	(Común)	:	U=1.00
Factor de suelo	(S2 suelos intermedio)	:	S=1.05
Periodo que define la Plataforma del Espectro		;	Tp=0.60 s
		:	TL=2.00 s

El factor de suelo de acuerdo a la comparación de las características del suelo en campo y sus resultados en laboratorio con los diferentes tipos de perfiles según la Norma E.030 "Diseño Sismo resistente", corresponde a un Suelo Intermedio – S2: S=1.05.

Teniendo que el tipo de suelo es S2, tenemos los valores de Tp= 0.60 y TL= 2.00. Con estos datos se puede obtener el factor de amplificación Sísmica (C):

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

Siendo, T el periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico.

Por lo expuesto y de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser sísmicos.

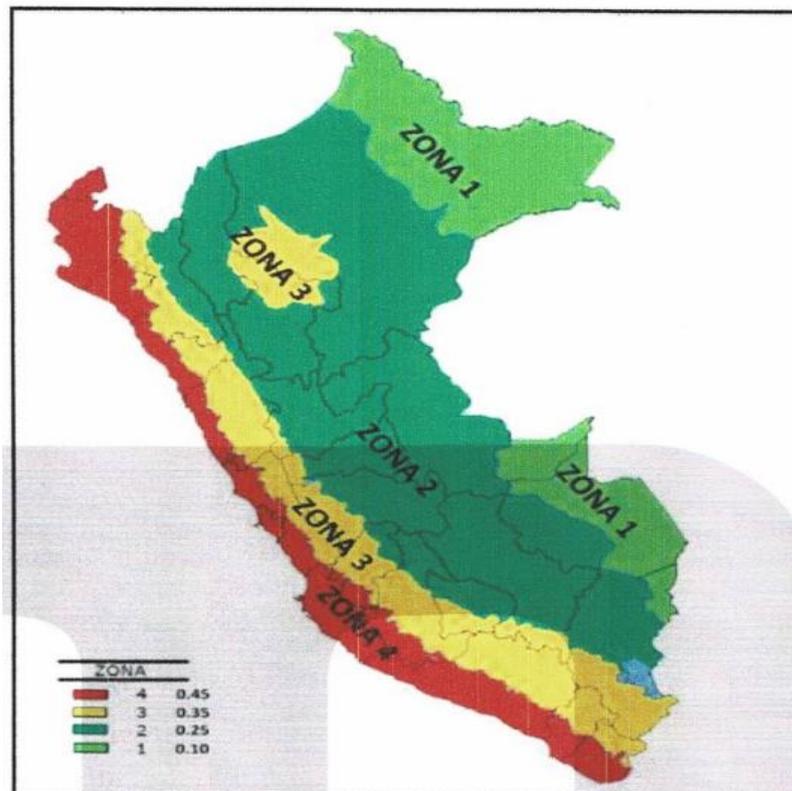


Figura 18. Mapa de zonificación Sísmica de la norma E0.30

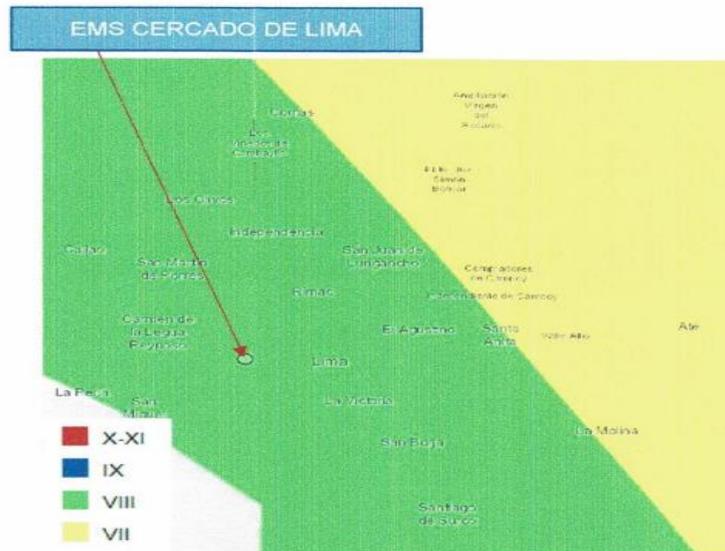


Figura 19. Mapa de Intensidades Sísmicas Máximas (1960-2014)



*Figura 20.* Mapa de microzonificación Sísmica del Ministerio de Vivienda

Según la base de datos de Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento, el área del proyecto se encuentra de la Zona I de la microzonificación sísmica.

Zona I:

Zona de afloramiento de roca con diferentes grados de fracturación, depósitos de grava y área de compacidad densa a muy densa, depósitos de limos y arcillas de consistencia rígida a muy rígida. Periodos de vibración ambiental menores a 0.30m

Fuerza Horizontal Equivalente

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

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

Dónde:

Z= Factor Zona

U= Factor de Uso

S= Factor de Suelo

C= Coeficiente Sísmico

R= Factor de Ductilidad

P= Peso de la Estructura

## INVESTIGACIONES DE CAMPO

Todos los trabajos de campo se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta. Así, se realizó tres exploraciones mediante excavaciones o llamadas también calicatas, las cuales se profundizaron hasta un máximo de 3.00 m. La profundidad de investigación se realizó acorde a los estipulado por la norma E0.50 de suelos y cimentaciones.

Durante las exploraciones no se evidencio nivel freático, Por lo que es válido suponer que no es posible sufrir fallas por fenómenos de licuación de suelos.

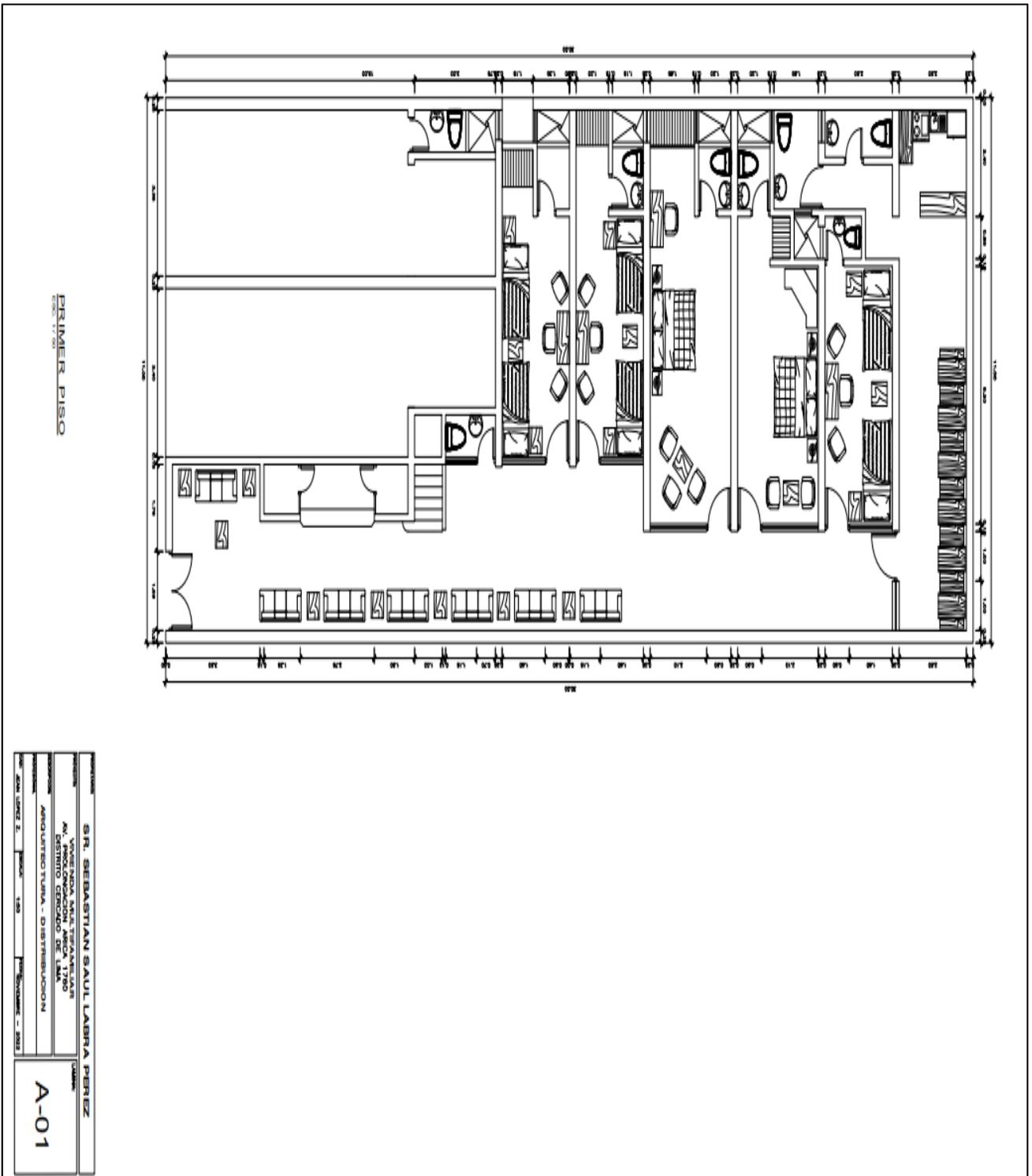
Los puntos de exploración se ubicaron según criterio y disponibilidad de la parte solicitante.

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de los puntos de exploración, en cantidad suficiente para su análisis. Previamente se identificaron los suelos, mediante procedimientos visuales y manuales de campo, tales como la dilatancia (reacción de agitación), la resistencia en el estado húmedo (características de rompimiento) que permitirán una mejora descripción a la hora de presentar los perfiles estratigráficos.

También se extrajeron muestras representativas para el ensayo de Corte Directo y para el respectivo Análisis químico.

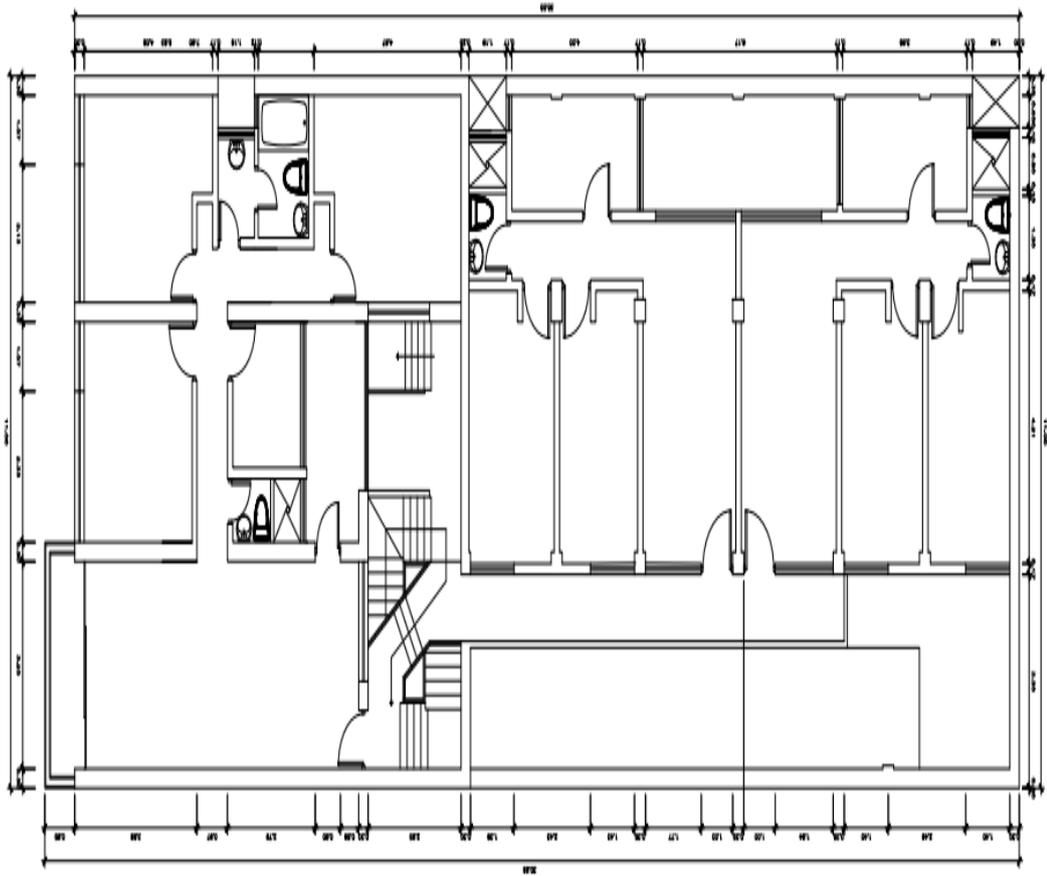
Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos.

PLANOS DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6  
PISOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS  
PRIMER PISO





# TERCER PISO

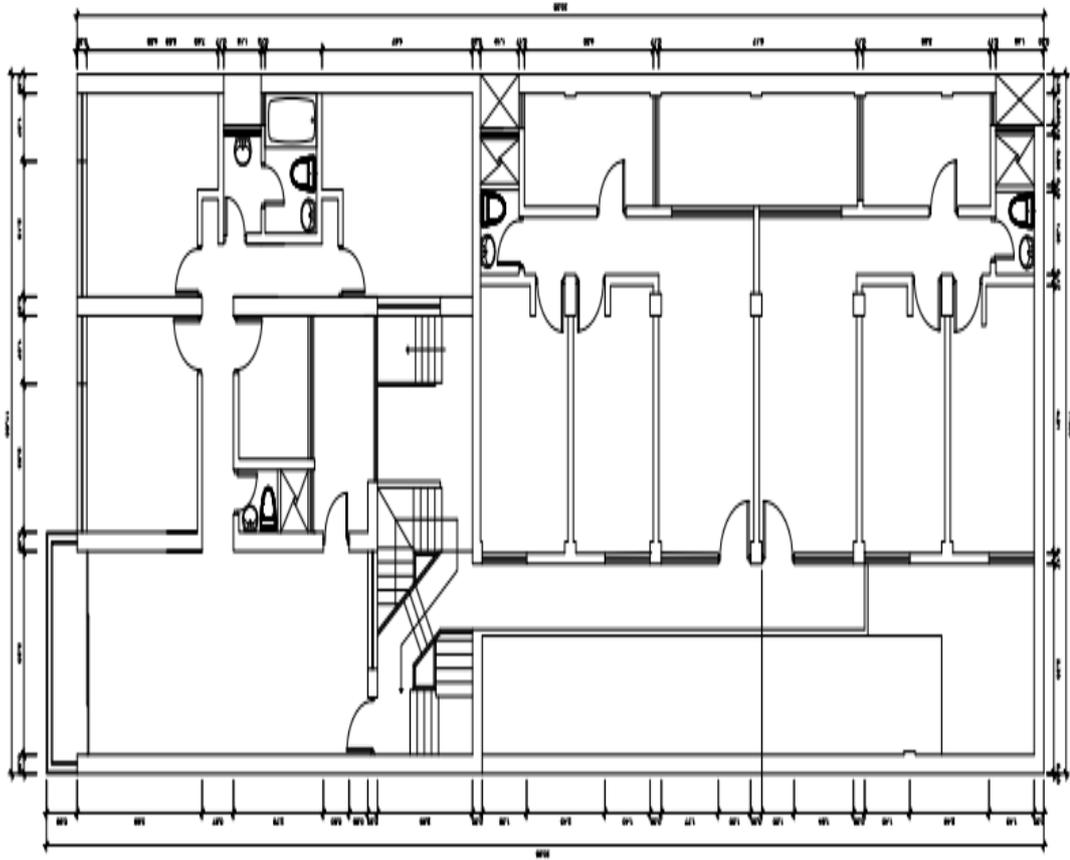


TERCER PISO

PROYECTO:	SRI. SEBASTIAN SAUL LABRA PEREZ
CLIENTE:	AV. "PROGRESACION" AREA 1790
UBICACION:	DISTRITO CERCADO DE LIMA
PROYECTISTA:	ANGEL ESTEBAN TUJANA - DISTRIBUIDORA
FECHA:	2023
ESCALA:	1:50
PROYECTOS:	2023 - 2023
<b>A-03</b>	

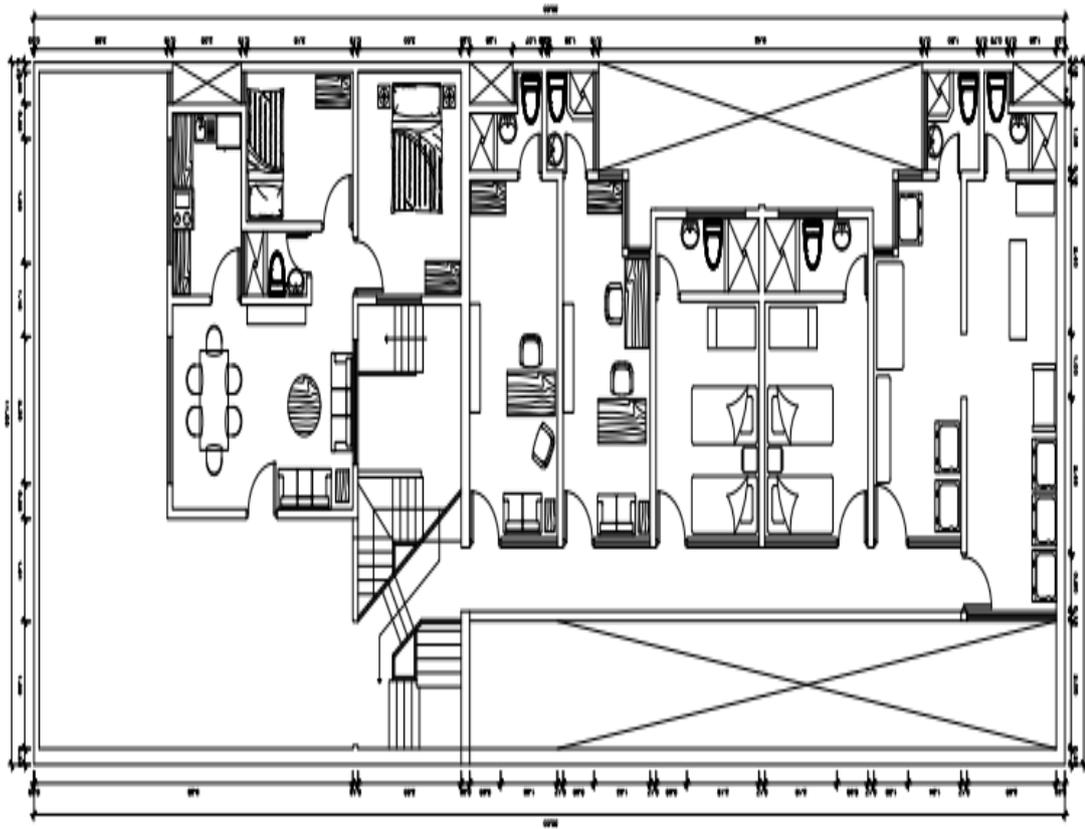
# CUARTO PISO

CUARTO PISO



SRI. SEBASTIAN SAUL LABRITA PEREZ	
UNIVERSIDAD DEL CAUCA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS	
PROYECTO DE GRADUACION	
TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS EN LA NUBE	
ASISTENTE TUTOR: DR. TIBURCIO	
AUTOR: SRI. SEBASTIAN SAUL LABRITA PEREZ	
FECHA: 2023	
LUGAR: CALI	
PROYECTO: A-04	

# QUINTO PISO

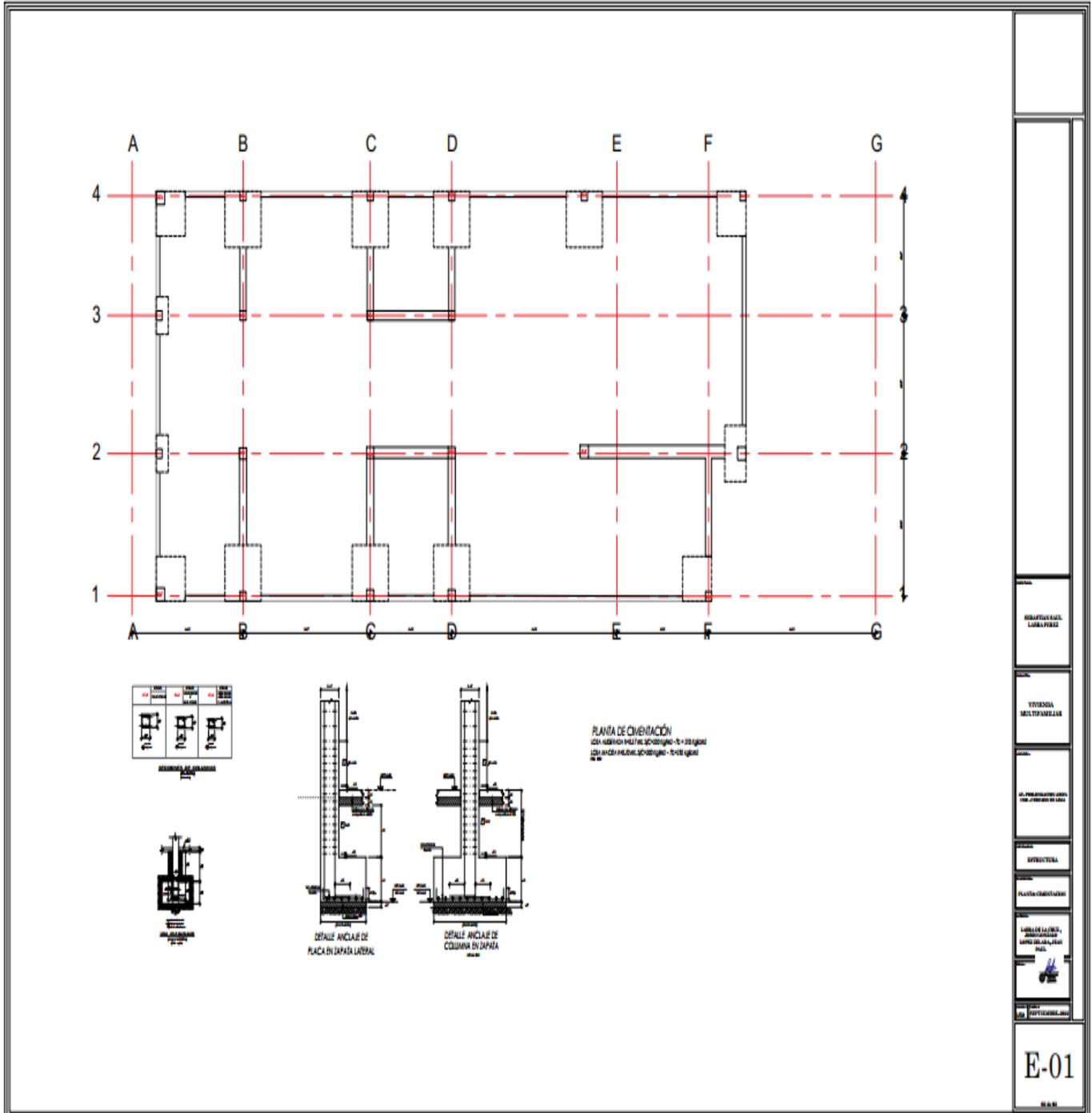


QUINTO PISO

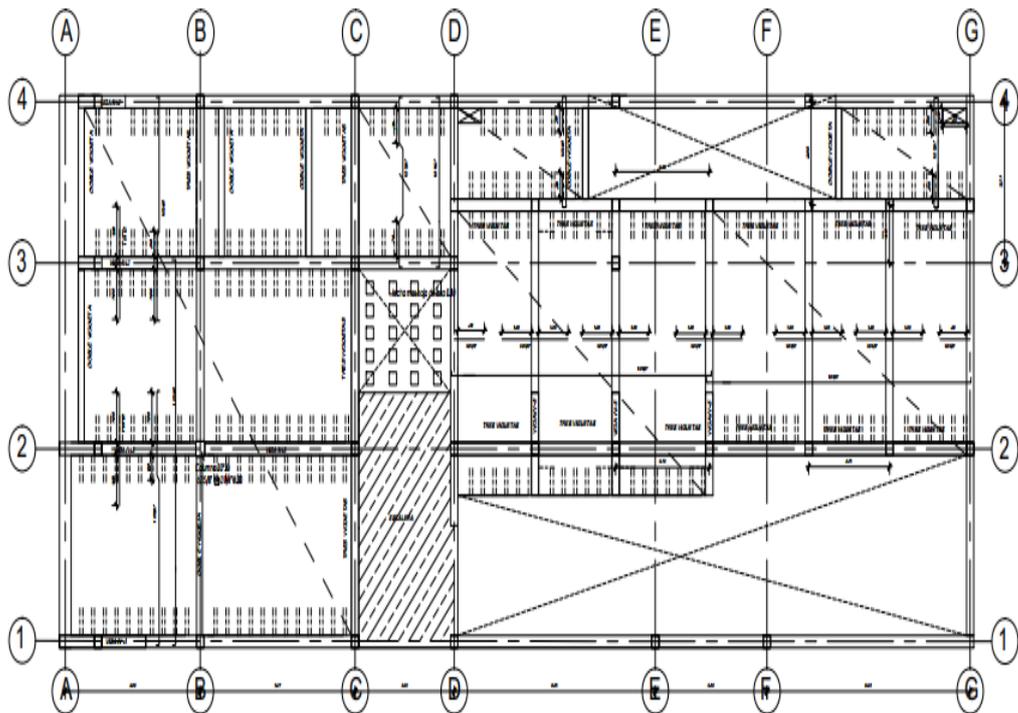
SRI. SEBASTIAN SAUL LABRERA PEREZ "PROYECTO DE LEY DE REFORMA DEL SISTEMA DE REGISTRO DE LA PROPIEDAD" AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE REGISTRO DE LA PROPIEDAD	
PLAN: A-05	ESCALA: 1:50

# PLANOS ESTRUCTURALES

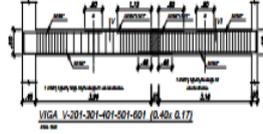
## CIMENTACIÓN



# PRIMER PISO



TECHO 1º PISO  
 (204 AGRICOLA+M2.7 m. DC=0.00 (gts) - f=+1.00 (gts)  
 (204 MCDM 14.00 m. DC=0.00 (gts) - f=0.00 (gts)  
 0.00



PROYECTOS DEL LABOR PEREZ
VIVIENDA MULTIFAMILIAR
EL PROYECTO DE LA CONSTRUCCION DE LA
EFECTIVA
PLASTO, PAPER PERO LACRADO
LABELA DE LA CRUZ, BARRA ENGRUPE LAFITE DEL ALBA, BLAN PULC
E-02





## ESTUDIO DE LABORATORIO

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos, para la realización de los ensayos estándar y ensayos especiales como: Corte Directo y Análisis Químico

### Ensayos Estándar

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

- Análisis Granulométrico por tamizado (Norma ASTM D6913) – 03 ensayos
- Limite Líquido (Norma ASTM D4318) – 03 ensayos
- Limite Plástico (Norma ASTM D4318) – 03 ensayos
- Contenido de Humedad (Norma ASTM D2216) – 03 ensayos
- Clasificación de SUCS (Norma ASTM D2487) – 03 ensayos
- Clasificación de AASHTO (Norma ASTM D3282) – 03 ensayos

### Ensayos especiales

- Corte directo (Norma ASTM D3080)– 01 ensayo
- Análisis químicos para determinar el contenido de:
  - Sales Solubles Totales (Norma NTP 339.152) – 01 ensayo
  - Sulfato Solubles (Norma NTP 339.178) – 01 ensayo
  - Cloruros Solubles (Norma NTP 339.177) – 01 ensayo

### Resultados de ensayos

Se realizaron los ensayos del laboratorio según los requerimientos del proyecto, obteniéndose parámetros físicos, mecánicos, químicos; los cuales se muestran a continuación en una tabla resumen.

Tabla 11. Resultados de los Ensayos de Laboratorio

CALICATA		C-1 / M-1	C-2 / M-1	C-3 / M-1
		(1.50 - 3.00)	(1.40 - 3.00)	(1.50 - 3.00)
ENSAYOS		RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
ANÁLISIS GRANULOMETRICO	GRAVA (%)	0.0	0.0	0.0
	ARENA (%)	30.3	29.6	31.6
	FINOS(%)	69.7	70.4	68.4
LÍMITES DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO (LL)	23	23	23
	LIMITE PLASTICO (LP)	18	18	17
	INDICE DE PLASTICIDAD (IP)	5	5	6
ENSAYOS DE ESTADO	HUMEDAD (%)	7.1	6.6	7.5
CLASIFICACIÓN	S.U.C.S.	CL - ML	CL - ML	CL - ML
	AASHTO	A-4 (1)	A-4 (1)	A-4 (2)
ANÁLISIS QUÍMICO	SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.091	-	-
	SULFATOS SOLUBLES (%)	0.010	-	-
	CLORUROS SOLUBLES (%)	0.037	-	-
ENSAYOS ESPECIALES	COHESION (Kpa)	12.19	-	-
	ANGULO DE FRICCION (º)	35.7	-	-

Fuente: Elaboración Propia

## PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a las perforaciones. Luego del estudio de los records de las perforaciones, así como de los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

### CALICATA C-1

Prof. 0.00 – 1.50(s/m)

Sin muestra

Prof. 1.50 – 3.00 (M1)

Arcilla Limo arenoso de baja plasticidad, de consistencia semicompactada, Húmeda, color beige no se evidencio la presencia del nivel freático.

### CALICATA C-1

Prof. 0.00 – 1.50(s/m)

Sin muestra

Prof. 1.50 – 3.00 (M1)

Arcilla Limo arenoso de baja plasticidad, de consistencia semicompactada, Húmeda, color beige no se evidencio la presencia del nivel freático.

### CALICATA C-3

Prof. 0.00 – 1.50(s/m)

Sin muestra

Prof. 1.50 – 3.00 (M1)

Arcilla Limo arenoso de baja plasticidad, de consistencia semicompactada, Húmeda, color beige no se evidencio la presencia del nivel freático.

### AGRESIÓN DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta, están en función de la presencia de elemento químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto solo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Los principales elementos químicos para evaluar son los sulfatos y cloruros de su acción química sobre el concreto y acero del cimiento.

A partir de la muestra de la calicata C-1, analizada en el laboratorio, se obtuvo los siguientes resultados:

- Una concentración de cloruros de 0.037% valor menos que 0.6% lo cual indica que en presencia de agua no ocasionara problemas de corrosión a la armadura y elementos metálicos.
- Una concentración de cloruros de 0.010% valor menor que 0.1% esto indica que no ocasionara un ataque químico al concreto de la cimentación.
- LA presencia de Sales solubles totales es de 0.091% valor que se entra debajo de 1.5%. Lo que indica que no ocasionara problemas de perdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación o lavado de sales.

Se concluyó que el estrado de suelo que forma parte del contorno donde ira plantada la cimentación contiene concentraciones no perjudiciales de cloruros, sales solubles totales, ni sulfatos.

Tabla 12. Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos.

EXPOSICIÓN A SULFATOS	SULFATO SOLUBLE EN AGUA (SO <sub>4</sub> ) PRESENTE EN EL SUELO. PORCENTAJE EN PESO	SULFATO (SO <sub>4</sub> ) EN EL AGUA, PPM	TIPO DE CEMENTO	RELACIÓN MAXIMA AGUA - MATERIAL CEMENTANTE (EN PESO) PARA CONCRETOS DE PESO NORMAL*	F'c MINIMO (Mpa) PARA CONCRETOS DE PESO NORMAL Y LIGERO*
INSIGNIFICANTE	$0.0 \leq SO_4 < 0.1$	$0 \leq SO_4 < 150$	-	PESO NORMAL*	-
MODERADA **	$0.1 \leq SO_4 < 0.2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP (MS), IS (MS), P (MS), I (PM)(MS), I(SM)(MS)	0.5	28
SEVERA	$0.2 \leq SO_4 < 2.0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0.45	31
MUY SEVERA	$2.0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	TIPO V MAS PUZOLANA***	0.45	31

Fuente: Norma E0.60 concreto armado.

De acuerdo con el cuadro expuesto, la concentración de sulfatos de 0.010% no constituye un factor perjudicial para el concreto. Es por ello que no existió restricciones químicas tanto para el tipo de cemento a emplear, como para los parámetros del concreto.

En cuanto a los posibles problemas de lixiviación, no hay riesgo de lavado de sales debido a la concentración no perjudicial de sales solubles totales; sin embargo, se recomienda la prevención de infiltración de agua a la zona de cimentación por situaciones antrópicas (roturas de tuberías, inundaciones, etc.) y un adecuado drenaje de la zona en caso de lluvias.

Tabla 13. Cuadro comparativo del análisis químico

<b>ELEMENTO QUÍMICO</b>	<b>PARAMETROS ADMISIBLES</b>	<b>RESULTADO DEL ENSAYO</b>	<b>GRADO DE AGRESIVIDAD / CONCENTRACIÓN</b>
<b>SULFATOS</b>	0.00 - 0.10 %	0.01%	<b>NO PERJUDICIAL</b>
<b>CLORUROS</b>	0 - 0.6 %	0.037%	<b>NO PERJUDICIAL</b>
<b>SALES SOLUBLES TOTALES</b>	0 - 1.5 %	0.091%	<b>NO PERJUDICIAL</b>

Fuente: Elaboración propia

#### CIMENTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS A TOMAR EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA.

Obras Principales (módulos):

Para las estructuras principales, y dependiendo del emplazamiento de estas estructuras, se recomienda cimentar sobre suelo competente, considerando una

profundidad de desplante mínima de 0.80m. Sin embargo, para el presente se consideró como apropiado un nivel de desplante de 1.60 m debido a las dimensiones de la edificación.

Según la información proporcionada, se proyecta construir una edificación de 6 pisos sin sótano. Se asumirán que la distancia máxima entre los ejes en cada dirección es de 3.80m, por lo que estos valores serán tomados en cuenta para el cálculo de esfuerzo actuante. El análisis de las zapatas se hará a través de la metodología de esfuerzos admisibles para el caso de una zapata central (Máxima carga), siendo la fuerza axial que esta soporta:

$$P = (\text{Peso Unitario}) * (\text{Franja}) * (\#pisos) = \left(1.00 * \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}\right) * (3.80\text{m} * 3.80\text{m}) * 6$$
$$= 86.64\text{ton} - f$$

Por lo que se espera que las capacidades admisibles o portantes sean mayores al correspondiente esfuerzo cortante.

Obras menores:

Para las obras menores tales como casetas o cercos perimétricos, y dependiendo del emplazamiento de estas estructuras, se recomienda cimentar sobre el suelo competente, considerando la profundidad de desplante mínima de  $D_f=0.80\text{m}$ . y empleando zapatas aisladas y/o cimiento corrido. Esta profundidad podrá variar mínimamente según lo contrastado durante la excavación.

#### ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN:

Para los valores calculados en la presente investigación, lo ideal sería el empleo de zapatas cuadradas aisladas o zapatas conectadas, dependiendo de las dimensiones de estas y de la distancia real entre los ejes de la estructura.

#### Profundidad de la Cimentación

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, características de las estructuras que se viene edificando,

estabilidad de las estructuras, se recomienda cimentar a una profundidad de desplante  $D_f=2.40\text{m}$ .

#### Tipo de cimentación

Dada la naturaleza del terreno a cimentar las magnitudes posibles de las cargas transmitidas, se recomienda usar zapatas aisladas y/o conectadas, a la profundidad indicada.

#### Parámetros de cálculo y geotécnicos

Para el diseño y la verificación de las cimentaciones superficies propuestas se consideran los siguientes parámetros físicos que entraran en el cálculo:

- Estrato de cimentación

Se recomendó cimentar sobre suelo competente, según los perfiles estratigráficos se observa que el estrato a cimentar es una arcilla limo arenosa de baja plasticidad, en estado semicompactado, por lo que constituye un suelo medianamente competente para una edificación de la envergadura de la que se proyecta construir.

De no encontrarse este material a la profundidad mínima, se deberá profundizar hasta encontrar dicho material o un estrato adecuadamente resistente, tomando una consideración que el estrato de cimentación asegure la horizontalidad, estabilidad y uniformidad de la cimentación.

- Densidad o peso específico natural del suelo debajo y encima del nivel de cimentación:

Por experiencia del laboratorio, se asume que el suelo sobre el cual se va a cimentar tiene un peso específico.

Tabla 14. Peso específico natural del suelo

ESTRATO DE CIMENTACIÓN	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )
ARCILLA LIMOARENOSA	1.70
ESTRATO SUPERIOR AL DE CIMENTACIÓN	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )
ARCILLA LIMOARENOSA	1.70

Fuente: Elaboración propia

En tanto a las propiedades mecánicas que entraran al cálculo:

- Propiedades de resistencia: Del ensayo de Corte Directo, se obtuvo los siguientes parámetros:

$$Cohesion = c = 4.18 \text{ kPa}$$

$$Angulo \text{ de fricción} = \varphi = 25.5^\circ$$

Se consideró la muestra C-1/M-1 como representativa para el nivel de desplante Df=2.40m.

- Propiedades de deformación:

Se muestran tablas en tanto a valores referenciales de las propiedades que entraran en el cálculo para el análisis de asentamientos:

Tabla 15. Propiedades de deformación del suelo

TIPO DE SUELO	Es (ton/m <sup>2</sup> )	TIPO DE SUELO	LI (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300		
BLANDA	200 - 400	ARCILLA: SATURADA	0.4 - 0.5
		NO	
MEDIA	450 - 900	SATURADA	0.1 - 0.3
DURA	700 - 2000	ARENOSA	0.2 - 0.3
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250	LIMO	0.3 - 0.35
SUELOS GRACIARES	1000 - 16000	ARENA: DENSA	0.2 - 0.4
		DE GRANO	
LOESS	1500 - 6000	GRUESO	0.15
		DE GRANO	
ARENA LIMOSA	500 - 2000	FINO	0.25
ARENA : SUELTA	1000 - 2500	ROCA	0.1 - 0.4
DENSA	5000 - 10000	LOESS	0.1 - 0.3
GRAVA ARENOSA : DENSA	8000 - 20000	HIELO	0.36
SUELTA	5000 - 14000	CONCRETO	0.15
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 14000		
LIMOS	200 - 2000		

Fuente: Diseño de Cimentaciones

De esta forma, se consideró los parámetros de elasticidad para el caso de una arena bien gradada con limo y grava:

$$\text{Modulo de elasticidad} = E_c = 300 * kg/cm^2$$

$$\text{Modulo de Poisson} = u = 0.30$$

Asentamientos máximos permisibles:

De acuerdo con la experiencia del diseñador y a las recomendaciones generales para el análisis de cimentaciones, el asentamiento máximo permisible para una cimentación superficial convencional es de 1" o 2.54 cm.

Factor de seguridad:

El factor de seguridad asumido para pasar la capacidad de carga última a capacidad admisible o capacidad portante es de FS= 3 para condiciones estáticas y de 2.5 para condiciones sísmicas o de viento.

En pocas para el diseño

Calculo de capacidad portante

Se ha determinado la capacidad portante del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la formulación de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic:

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma z (45 - \phi/2) e^{\pi \tan \phi}$$

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

Considerando, además, para el caso de las zapatas aisladas los factores de forma, profundidad e inclinación de acuerdo con las siguientes formulaciones:

**Factor de forma (s)**

VESIC	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$	$s_\gamma = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$
-------	---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------

**Factor de profundidad (s)**

VESIC	$d_c = 1 + 0,4 K$	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 K$	$d_\gamma = 1$
-------	-------------------	---	----------------

**Factor de inclinación (s)**

MEYERHOF	$i_c = \left(1 - \frac{\theta'}{90}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta'}{90}\right)^2$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta'}{\phi'}\right)^2$ para $\phi > 10$ $i_\gamma = 0$ , para $\theta > 0$ y $\phi = 0$
----------	---	---	---

*Figura 21.* Factores de forma, profundidad e inclinación

Las propiedades de los materiales fueron obtenidas a partir de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio realizados en muestras representativas de cada uno de los materiales involucrados y a partir de la experiencia del laboratorio en el análisis con materiales similares en otros proyectos. Se determinó los parámetros físicos y de resistencia para el material que conforma el terreno de fundación de la estructura a construirse.

Por lo anteriormente expuesto, el suelo de cimentación presenta los parámetros de resistencia mencionados en la tabla de resumen anterior. Para este análisis se empleará un factor de seguridad  $F.S = 3$ .

Para el presente caso, de acuerdo con el material que abunda en la zona de estudio a nivel de cimentación, se pronostica que el suelo en estado de falla tomara la forma de una Falla Local. Por lo tanto, habrá una reducción de los parámetros mecánicos del suelo:

$$c' = 0.03 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 17.64^\circ$$

De acuerdo con la información de Mecánica de Suelos, se empleará la siguiente expresión general:

$$q_u = cN_c d_c i_c - q_s N_q d_q i_q - 0.5\gamma B N * d * i$$

$$q_{adm} = q_{ult}/FS$$

Dónde:

- q ult = Capacidad ultima de carga
- q adm = Capacidad admisible de carga
- FS = Factor de seguridad = 3
- $\gamma$  = Densidad del suelo natural
- B = Ancho de cimentación
- Df = Profundidad de cimentación

Nq, Ny, Nc = Factores de capacidad de carga

Dq, dy, dc = Factores de profundidad

Iq, iy, ic = Factores de inclinación

Para el caso de cimentaciones cuadradas se aplicaran los factores de forma, de profundidad y de inclinación de carga.

Para el calculo final de la capacidad admisible o portante, según lo estipula la Norma Técnica E.0.50 "Suelos y Cimentaciones", será el menor valor que se obtenga de la ecuación de capacidad de carga antes mencionada o la presión que cause el asentamiento admisible (2.54cm); se adjunta la hoja de calculo correspondiente a dicho proceso en los anexos.

En el siguiente cuadro se resume la siguiente capacidad admisible de profundidades variables contado desde el nivel del terreno para zapatas cuadradas:

Tabla 16. Capacidades admisibles (kg/cm<sup>2</sup>) empleando zapatas aisladas

Df (m)	ANCHO DE ZAPATA CUADRADA (m)										
	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50
1.20	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.88
1.40	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
1.60	1.07	1.12	1.11	1.11	1.10	1.10	1.10	1.09	1.09	1.09	1.09
1.80	1.18	1.18	1.18	1.23	1.23	1.22	1.21	1.21	1.21	1.21	1.20
2.00	1.29	1.29	1.29	1.29	1.28	1.35	1.34	1.33	1.33	1.32	1.32
2.20	1.40	1.40	1.40	1.40	1.39	1.39	1.39	1.46	1.45	1.45	1.44
2.40	1.52	1.51	1.51	1.51	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.57	1.56

Fuente: Elaboración propia

- El cuadro mostrado anteriormente muestra diferentes capacidades portantes para diferentes condiciones de desplante y ancho; esto servirá para el dimensionamiento de la cimentación empleando las cargas reales de la edificación.

- De esta forma la capacidad portante del suelo no es factor que depende únicamente de las características físico – mecánicas del suelo, sino también de sus condiciones de contorno (Df y B).
- Como se observa, las capacidades portantes para algunas profundidades de desplante no son directamente proporcionales con el ancho, esto debido a la influencia a los factores de modificación, como el factor de profundidad.
- Según las asunciones realizadas, se recomienda el empleo de zapatas aisladas; sin embargo, esto puede variar al considerar la distribución de cargas reales del proyecto; es por ello, que se proporciona la Tabla 8, para que el ingeniero estructural tenga que considerar.

Considerando un nivel de desplante de Df= 2.40m, por lo que se procede a calcular el esfuerzo actuante según estimaciones:

Con B= 2.40 m , Df= 2.40 m:

$$\text{Esfuerzo cortante: } \sigma. act = \frac{86.64*1000kg}{2.40*2.40} = 1.50 \frac{kg}{cm^2} < \sigma. adm = 1.57 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo que se recomienda zapatas cuadradas de 2.40m x 2.40m para un desplante de 2.40m para la edificación proyectada de 6 pisos.

#### CALCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO

Se calcula el asentamiento elástico por la teoría elástica aplicada por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por.

$$\delta = \frac{q_s B (1-u^2) lw}{E_s}$$

En dónde

- $\delta$  : asentamiento (cm)
- $q_s$  : presión transmitida a la cimentación (kg/cm<sup>2</sup>)
- $B$  : ancho de la cimentación (cm)
- $u$  : coeficiente de poisson
- $lw$  : factor de influencia (depende de B/L)

Tabla 17. Asentamientos máximos elásticos en cm para zapatas cuadradas.

Df (m)	ANCHO DE ZAPATA CUADRADA (m)										
	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
0.80	0.25	0.27	0.29	0.32	0.34	0.37	0.39	0.42	0.44	0.47	0.49
1.00	0.28	0.31	0.33	0.36	0.39	0.41	0.44	0.47	0.50	0.53	0.55
1.20	0.30	0.35	0.38	0.41	0.44	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.62
1.40	0.33	0.37	0.40	0.45	0.48	0.52	0.55	0.58	0.61	0.65	0.68
1.60	0.36	0.40	0.44	0.47	0.51	0.57	0.60	0.64	0.67	0.71	0.74
1.80	0.40	0.43	0.47	0.51	0.55	0.59	0.63	0.70	0.74	0.77	0.81
2.00	0.43	0.47	0.51	0.55	0.59	0.64	0.68	0.72	0.76	0.84	0.88

Fuente: Elaboración propia

## ENSAYO DE DIAMANTINA

### EXTRACCIONES DE DIAMANTINAS

#### Objetivos

Se realizó 3 extracciones de testigos diamantinos de los principales elementos estructurales con la finalidad de evaluar y verificar el estado actual del concreto endurecido de la vivienda ubicada en el terreno donde se realizó la investigación en la vivienda multifamiliar de 6 pisos en la avenida Prolongación Arica 1760 en el Cercado de Lima.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio para su tallado y ensayo, obtención de los resultados mediante prensa hidráulica, conclusiones y recomendaciones.

El proceso seguido para los fines propuestos fue el siguiente:

- Reconocimiento de trabajo en planta.
- Distribución y ejecución de escaneo previo.
- Detección de acero de estructuras.
- Perforación y toma de muestras.
- Ejecución de ensayos en laboratorio.
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- Conclusiones y recomendaciones.

## Alcance

Para el presente, se empleó la norma NTP 339.0.59-2017: Método para la obtención y ensayo de corazones diamantino y vigas seccionadas de hormigón (concreto).

Este método de prueba proporciona procedimientos estandarizados para obtener y ensayar muestras para determinar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto en el lugar. Generalmente, las probetas se obtienen cuando existe duda sobre la calidad del hormigón en el lugar, debido a la obtención de bajos resultados en las muestras obtenidas del vaciado durante la construcción o existan indicios de daños en la estructura. Otro uso de este método es proporcionar información sobre estructuras más antiguas.

La resistencia a la compresión medida de un núcleo generalmente es menos que al de una muestra moldeada en un cilindro estándar, curado y probado a la misma edad; sin embargo, no existe una relación única para resistencias de estos dos tipos de probetas. La relación se ve afectada por muchos factores, la temperatura y la humedad en el lugar, el grado de consolidación, variabilidad de lote a lote, las características de resistencia- ganancia del hormigón, el estado del aparato de extracción de muestras y el cuidado en la extracción de núcleos.

En ausencia de requisitos de resistencia del núcleo de un código de construcción o de otros documentos contractuales o legales que puedan regir proyecto, el especificador de pruebas debe establecer en las especificaciones del proyecto, los criterios de aceptación para las fortalezas centrales. Un ejemplo de aceptación son los criterios para la resistencia del núcleo que se proporcionan en NTE E.060 Concreto Armado que se utilizan para evaluar los núcleos tomados para investigar los resultados de las pruebas de baja resistencia del cilindro curado estándar durante la construcción.

Según ello, el concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85% de  $f'_c$ , y ningún núcleo tiene una resistencia menos del 75% de  $f'_c$ . Cuando los núcleos den valores erráticos, se debe permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona. Si los criterios anteriormente descritos no se cumplen y si la seguridad estructural permanece en duda, podrán ejecutarse

pruebas de carga de acuerdo con el capítulo 20 de la misma norma para la parte dudosas de la estructura o adoptar otras medidas según la circunstancia.

Se complementa esta dicha normativa se emplearán las siguientes como parte de la evaluación estructural: NTP 339.034/ASTM 39, ASTM C617.

#### Trabajos Realizados en Campo

Todos los trabajos en campo fueron realizados de acuerdo con inicio el día 17 de noviembre del 2022 por el personal designado el Ingeniero Elmer Moreno Huamán, y se programaron según los requerimientos de los solicitantes.

#### Reconocimiento de Trabajo

Se seleccionó convenientemente los puntos de extracción, según criterios del técnico en campo.

#### Escaneo de la estructura

Se realizó el escaneo correspondiente en cada punto para no debilitar o dañar el acero de las estructuras antes de proceder con las extracciones de las muestras diamantinas.

#### Extracción de muestras de diamantinas

Se realizaron 3 extracciones de testigos diamantinos en superficies de vigas y columnas, con la finalidad de poder evaluar en laboratorio la resistencia actual del concreto.

Los puntos de investigación se ubicación de tal forma que permitan establecer una información adecuada para adoptar los criterios de evaluación del concreto endurecido.

Se tomaron muestras cuya relación entre altura y diámetro cumplan con lo requerido en la norma NTP 339.059-2017 para su análisis.



Figura 22. Extracción del testigo diamantino C-1

Para las roturas de las diamantinas, debido a la irregularidad de las superficies en su estado de extracción, estas fueron aserrados en las caras extremas, de tal forma los extremos de los corazones diamantinos a ser ensayados en compresión sean planos, y perpendiculares al eje longitudinal, todo ellos antes de proceder con el capeado.

#### Ensayos de Laboratorio

Las muestras seleccionadas representativas fueron enviadas al Laboratorio de Ensayo de Materiales de MTL Geotecnia, para la realización de los ensayos correspondientes.

#### Normas utilizadas

- NTP 339.059-2017
- NTP 339.034 / ASTM C39
- ASTM C617

#### Tallado y curado de muestras

A las muestras de concreto tomadas (testigos), en cumplimiento con el procedimiento indicado en la norma NTP 339.059-2017, se procedió a tallar en

laboratorio las superficies con la finalidad de tener caras circulares paralelas entre sí, posteriormente se dejó curar bajo solución de agua con cal hidratada a temperatura ambiente 19° C por un tiempo de 11 días previo al ensayo compresión.

El cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen se realiza utilizando el área de la sección transversal calculada en base al diámetro medio del espécimen.

Si la longitud diámetro (L/D) del espécimen es 1.75 o menor, se corrige el resultado obtenido multiplicando para el factor de corrección apropiado mostrado en la tabla de acuerdo con la norma NTP 339.059-2017.

Tabla 18. Factor de Corrección de Resistencia

RELACIÓN DE LONGITUD A DIAMETRO (L/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN DE RESISTENCIA
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

Fuente : NTP 339.059-2017

#### Colocación de Capping (Refrentado) en muestras

Pasado los días de curado se procedió a realizar el refrentado de las superficies circulares de cada espécimen con capping (mezcla de azufre + bentonita), luego se procedió a tomar sus dimensiones tales como diámetros y altura, centrar cada espécimen en el equipo de compresión y aplicar carga hasta su falla.

Los extremos de los núcleos fueron aserrados y refrentados de acuerdo con la practica ASTM C617 ( Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens).

Resultados de los ensayos a Compresión.

Tabla 19. Resistencia a compresión de los testigos diamantinos extraídos.

N° Ensayo	Identificación	Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )
C-1	COLUMNA 1	106.1
C-2	COLUMNA 2	94.3
V-1	VIGA 1	58.2

Fuente: Elaboración Propia

Debido a la falta de información respecto a la resistencia de diseño del concreto, se asumió lo siguiente:

Tabla 20. Resistencia a compresión de los elementos estructurales

<b>Estructura</b>	<b>Resistencia de Diseño (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
Vigas	210
Columnas y Placas	210

Fuente: Elaboración Propia

Para las vigas

Tabla 21. Resistencia a compresión de los testigos diamantinos extraídos de las vigas

Diamantina	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub>
V-1	58.2	210	27.7%
PROMEDIO			27.7%

Fuente: Elaboración propia

Ninguna de las extracciones diamantinas en vigas supera el 75% del f<sub>c</sub>; por lo tanto, el promedio de estas tampoco superar el 85% del f<sub>c</sub>.

Para las columnas

Tabla 22. Resistencia a compresión de los testigos diamantinos extraídos de las columnas

Diamantina	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c
C-1	106.1	210	50.5%
C-2	94.3	210	44.9%
PROMEDIO			47.7%

Fuente: Elaboración Propia

De las 2 extracciones diamantinas en columnas, ninguna supera el 75% del f'c; por lo tanto, su promedio tampoco superara el 85% del f'c.

Por la norma E0.60 el concreto no puede ser menos que 17Mpa o 173.352 kg/cm<sup>2</sup> , se asumirá el valor del f'c de diseño para el modelado, dando un valor de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

## MODELAMIENTO

Para el modelamiento de la estructura con tomanan datos elaborados según los ensayos y las normativas RNE 0.20 para metrado de cargas.

Metrado de Cargas:

### CARGA MUERTA

Peso del ladrillo = 88 kg/m<sup>2</sup>

Para calcular la cantidad de ladrillos se aplica:

$$\frac{1}{(0.4 * 0.3)} = 8.33 \text{ ladrillos}$$

Volumen del concreto que se calcula el área de la losa menos la cantidad de ladrillos, multiplicado por volumen de un ladrillo que nos da un valor de 0.08 m<sup>3</sup>

Peso del concreto seria 0.08\*2400 = 192 kg/m<sup>2</sup>

Peso piso terminado = 100 kg/m<sup>2</sup>

Peso de tabiquería móvil = 100 kg/m<sup>2</sup>

#### CARGA VIVA

Vivienda = 200 kg/m<sup>2</sup>

Techo y Azotea = 100 kg/m<sup>2</sup>

#### CARGAS DISTRIBUIDAS: MANPOSTERIA

Para vigas principales de 0.25 \* 0.50

Espesor del muro = 0.25 m

Altura efectiva = 2.4 – 0.50 (peralte de la viga) = 1.9 m

Peso específico de albañilería = 1350 kg/m<sup>3</sup>

Carga distribuida muerta es de  $0.25 \times 1.9 \times 1350 = 641.25$  kg/m

Para vigas secundarias de 0.40 \* 0.17

Espesor del muro = 0.25 m

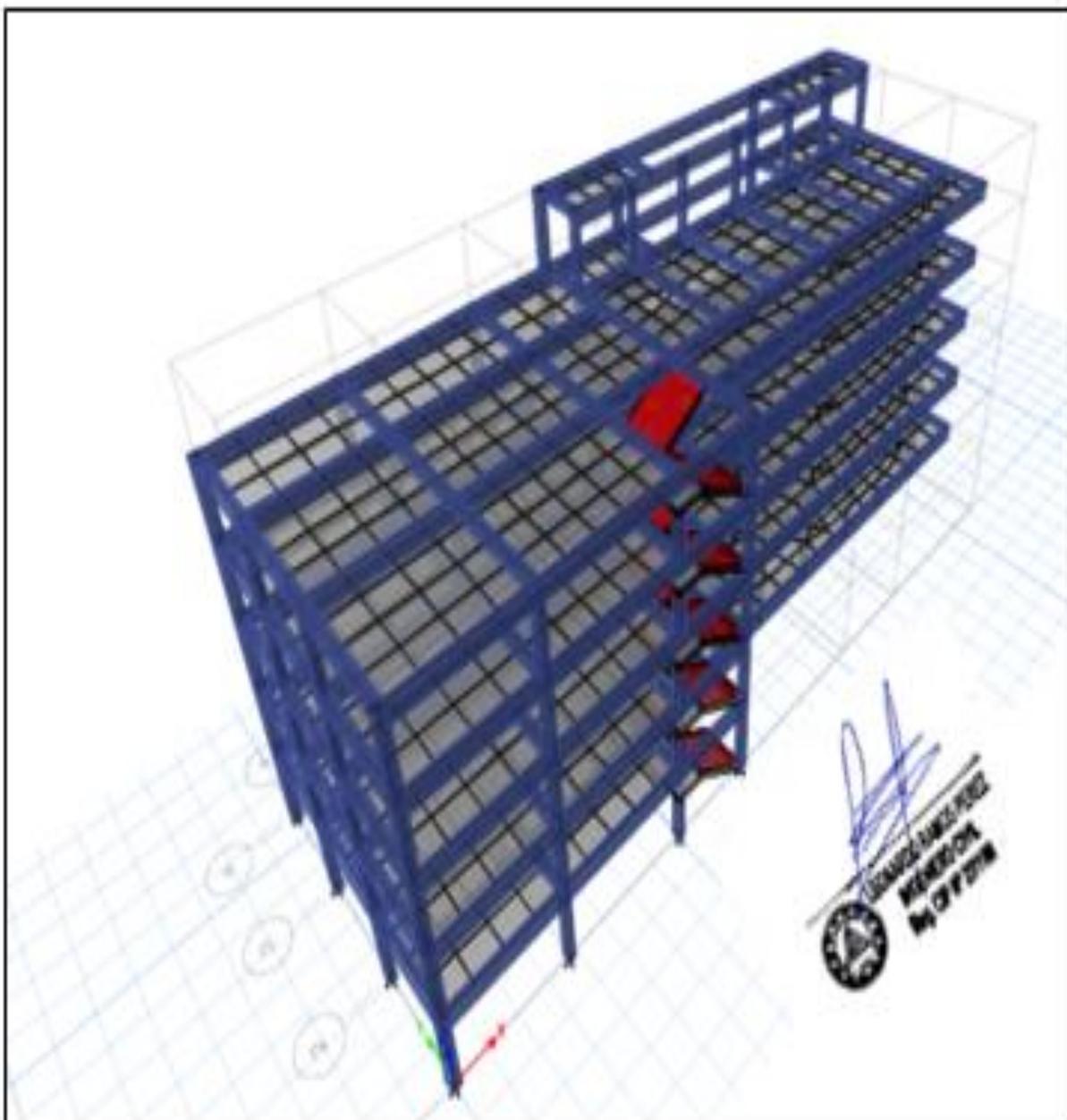
Altura efectiva = 2.4 – 0.17 (peralte de la viga) = 2.23 m

Peso específico de albañilería = 1350 kg/m<sup>3</sup>

Carga distribuida muerta es de  $0.25 \times 2.23 \times 1350 = 752.63$  kg/m

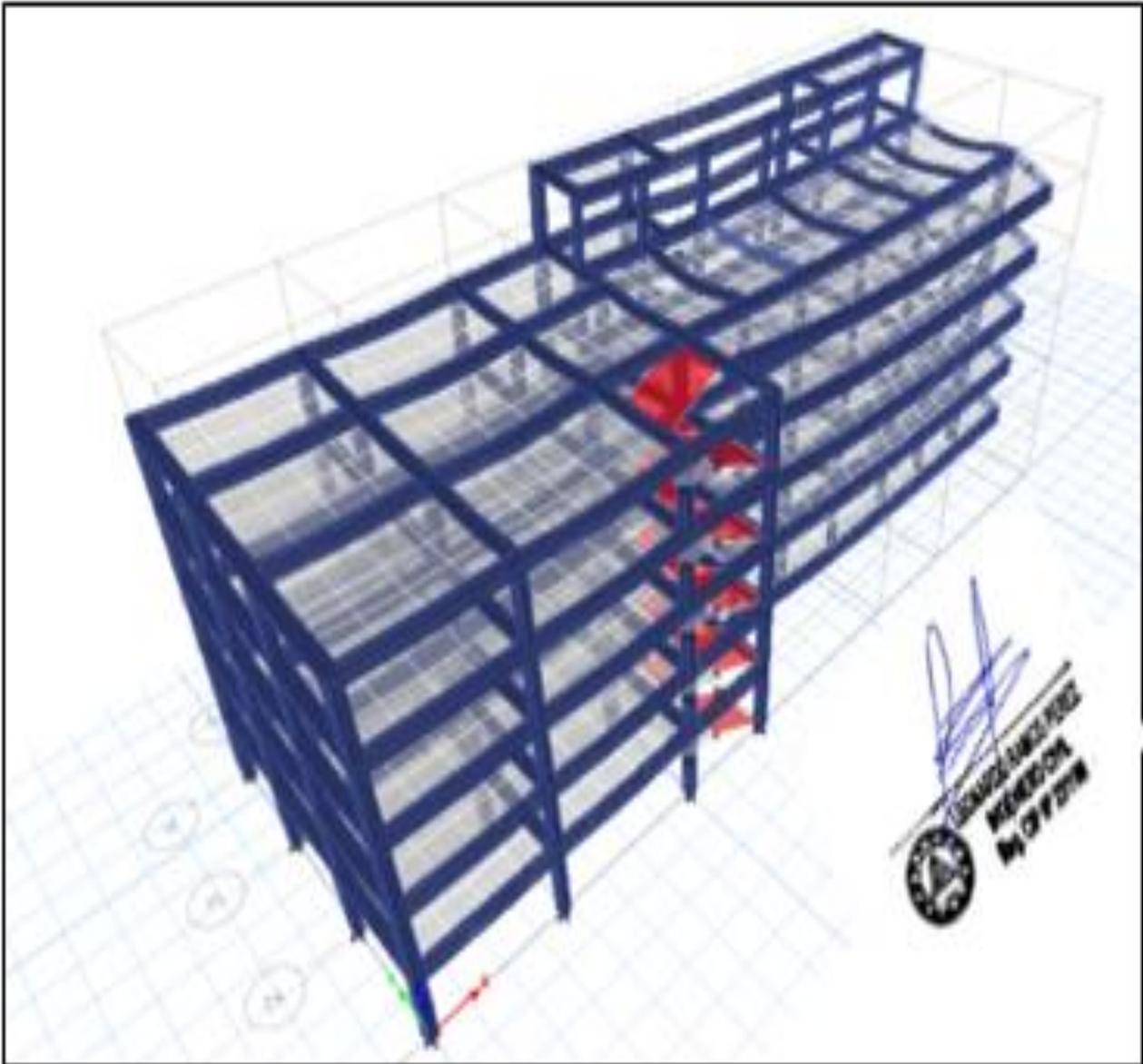
Se procede con el modelamiento en el programa ETABS para calcular los resultados de la vivienda en el estado actual de acuerdo a los planos de arquitectura y estructural para los análisis sísmicos

## ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO



*Figura 23.* Vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima

Luego de aplicar las fuerzas sísmicas estáticas en X y en Y se puede apreciar



*Figura 24.*

Vivienda multifamiliar de 6 pisos aplicando sismo  
estático

OBJETIVO 1: Determinar cuánto influye el análisis sísmico en la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima – 2022 con la normativa E0.30 vigente. Se realizó 18 modos de vibración para poder calcular el periodo de la edificación en el modo 1.

Tabla 23. Tabla de modos de vibración y periodos de la edificación

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Por lo que se puede apreciar que el comportamiento estático de la edificación en los tres primeros modos no es algo muy común visto, se tomó en cuenta que el 1ero tiene el fenómeno de torsión o rotación pura, el 2do y 3er modo de vibración tuvo el mayor porcentaje de la masa participativa en desplazamiento o traslación, con un periodo en X de 0.738seg y en Y de 0.685seg.

CORTANTE BASAL EN X Y EN Y

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
Modal	1	1.159	0.0182	0.1538	0.6791
Modal	2	0.738	0.0064	0.6739	0.1454
Modal	3	0.685	0.8559	0.0002	0.0222
Modal	4	0.362	0.0011	0.0218	0.0788
Modal	5	0.235	0.0036	0.0964	0.0208
Modal	6	0.224	0.0855	0.0024	0.0044
Modal	7	0.194	0.0001	0.0077	0.0236
Modal	8	0.146	0	0.0096	0.0007
Modal	9	0.135	0.0075	0.0036	0.0068
Modal	10	0.128	0.0122	0.0005	0.0075
Modal	11	0.123	0.0002	0.0175	1.12E-05
Modal	12	0.106	0.0013	5.157E-06	0.0041
Modal	13	0.095	0.0032	0.0006	0.0008
Modal	14	0.088	8.701E-07	0.0081	0.0024
Modal	15	0.086	0.0028	0.0005	0
Modal	16	0.083	0.0001	0.0003	0.0018
Modal	17	0.072	0.001	0.0002	4.292E-06
Modal	18	0.068	0.0001	0.0016	0.0009

Según las consideraciones la cortante basal en X y Y es de:

$$V=(Z*U*C*S/R)*P$$

Para calcular el peso total de la edificación se calcula con el siguiente cuadro

Tabla 24. Fuerzas laterales de cada piso de análisis dinámico en X

PISO	PESO(tonf)	hi	hi <sup>k</sup>	p*hi <sup>k</sup>	alfa	Fi(ton)	M.T(ton*m)
P6	25.80	14.8	18.989	489.853	0.033	6.731	3.62
P5	309.36	12.4	15.652	4842.076	0.326	66.536	35.76
P4	309.36	10	12.374	3827.969	0.258	52.601	28.27
P3	309.36	7.6	9.168	2836.334	0.191	38.975	20.95
P2	310.07	5.2	6.057	1877.983	0.127	25.806	13.87
P1	312.33	2.8	3.080	961.921	0.065	13.218	7.10
SUMA	1576.29			14836.137			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Por lo que el peso de la edificación es de 1576.29 toneladas, con una fuerza basal en X de 203.87ton, como se pudo apreciar las fuerzas laterales van creciendo de acuerdo a cada piso, pero en el último piso no crece la fuerza lateral debido a que no comparte la misma configuración estructural.

Tabla 25. Fuerzas laterales de cada piso de análisis dinámico en Y

PISO	PESO(tonf)	hi	hi <sup>k</sup>	p*hi <sup>k</sup>	alfa	Fi(ton)	M.T(ton*m)
P6	25.80	14.8	20.395	526.112	0.033	6.825	10.52
P5	309.36	12.4	16.732	5176.156	0.329	67.152	103.51
P4	309.36	10	13.152	4068.820	0.259	52.786	81.37
P3	309.36	7.6	9.675	2992.946	0.190	38.828	59.85
P2	310.07	5.2	6.327	1961.849	0.125	25.452	39.23
P1	312.33	2.8	3.165	988.529	0.063	12.824	19.77
SUMA	1576.29			15714.411			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Por lo que el peso de la edificación según la norma se pone con la combinación de la carga muerta más el 25% de la carga viva es de 1576.29 toneladas, con una fuerza cortante basal en Y 189.23 toneladas, como se pudo apreciar las fuerzas laterales van creciendo de acuerdo a cada piso, pero en el último piso no crece la fuerza lateral debido a que no comparte la misma configuración estructural.

Tabla 26. Tabla de cortante basal en X y Y de ETABS

Output Case	Case Type	FX	FY
		tonf	tonf
sismic est X	LinStatic	-202.4089	0
sismic est Y	LinStatic	0	-187.8728

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La cortante basal en X de 202.41 ton y en Y de 187.87 toneladas lo cual es similar a lo hallado en el cuadro Excel, por lo que se optó por el resultado del ETABS para determinar la cortante basal.

## DERIVAS MÁXIMAS POR PISO

### DERIVA MÁXIMA EN X

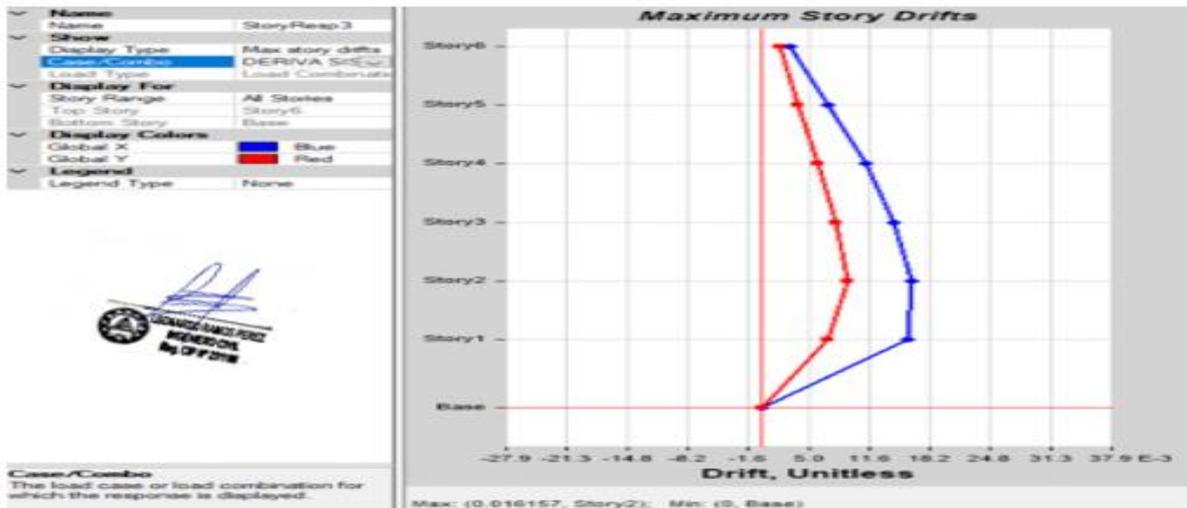


Figura 25. Deriva máxima en X con sismo estático en X

Se obtuvo una deriva máxima de 0.016157 m lo cual no cumple con la norma E 0.30 sismo resistente que mínimo es 0.007 m en el piso 2

## DERIVA MÁXIMA EN Y

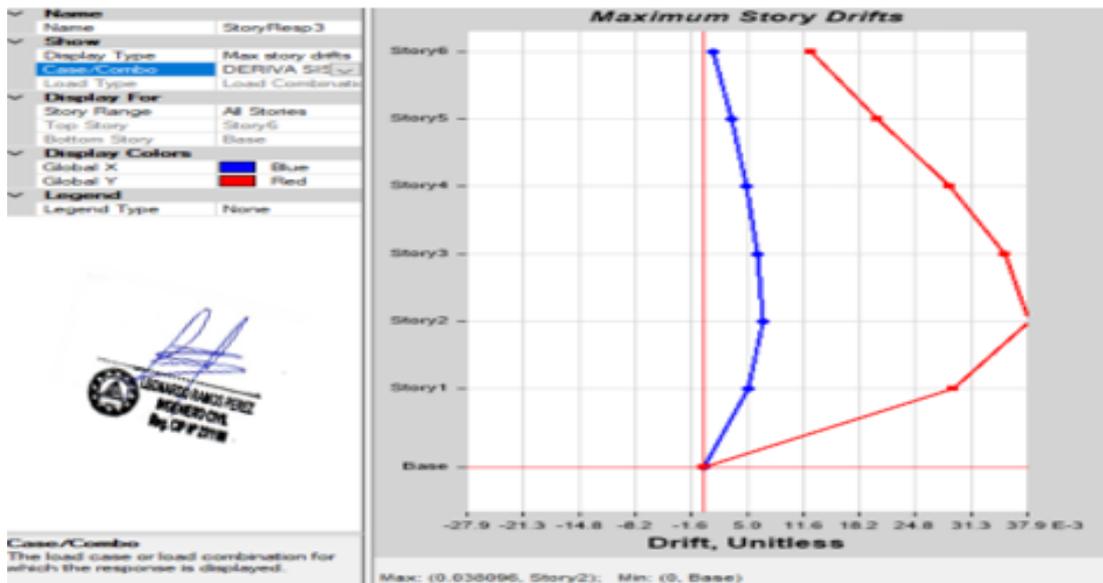


Figura 26. Deriva máxima en Y con sismo estático en Y

Se obtuvo una deriva máxima de 0.038096 m lo cual no cumple con la norma E 0.30 sismo resistente que mínimo es 0.007 m.

Tabla 27. DERIVAS MÁXIMAS POR PISO EN X.

Story	Output Case	Drift	VERIFICACIÓN
Story6	DERIVA SISMO EST X	0.002976	<b>Cumple</b>
Story5	DERIVA SISMO EST X	0.00711	<b>No cumple</b>
Story4	DERIVA SISMO EST X	0.011176	<b>No cumple</b>
Story3	DERIVA SISMO EST X	0.014237	<b>No cumple</b>
Story2	DERIVA SISMO EST X	0.016157	<b>No cumple</b>
Story1	DERIVA SISMO EST X	0.015864	<b>No cumple</b>

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Las derivas máximas provocadas por el sismo estático en X, no cumplen en los primeros pisos, caso contrario en el último piso, pero también se

observó que existe una mala configuración estructural en el segundo piso por lo que se encuentra la deriva máxima de la vivienda.

Tabla 28. DERIVAS MÁXIMAS POR PISO EN Y.

Story	Output Case	Drift	VERIFICACIÓN
Story6	DERIVA SISMO EST Y	0.012424	<b>No cumple</b>
Story5	DERIVA SISMO EST Y	0.020221	<b>No cumple</b>
Story4	DERIVA SISMO EST Y	0.028776	<b>No cumple</b>
Story3	DERIVA SISMO EST Y	0.035252	<b>No cumple</b>
Story2	DERIVA SISMO EST Y	0.038096	<b>No cumple</b>
Story1	DERIVA SISMO EST Y	0.029283	<b>No cumple</b>

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se pudo observar en la mayoría de los pisos no cumple con el artículo 32 de la normativa E0.30 sismo resistente. Las derivas máximas provocadas por el sismo estático en Y, no cumplen en los primeros pisos, caso contrario en el último piso, pero también se observó que existe una mala configuración estructural en el segundo piso por lo que se encuentra la deriva máxima de la vivienda.

## TORSION

Tabla 29. Tabla de torsión ETABS

Story	Output Case	RATIO	Verificacion
Story6	DERIVA SISMO EST X	1.04	Cumple
Story6	DERIVA SISMO EST X	2.198	No cumple
Story6	DERIVA SISMO EST Y	1.346	No cumple
Story5	DERIVA SISMO EST X	1.177	Cumple
Story5	DERIVA SISMO EST X	5.683	No cumple
Story5	DERIVA SISMO EST Y	1.665	No cumple
Story4	DERIVA SISMO EST X	1.18	Cumple
Story4	DERIVA SISMO EST X	5.246	No cumple
Story4	DERIVA SISMO EST Y	1.767	No cumple
Story3	DERIVA SISMO EST X	1.187	Cumple
Story3	DERIVA SISMO EST X	5.136	No cumple
Story3	DERIVA SISMO EST Y	1.85	No cumple
Story2	DERIVA SISMO EST X	1.189	Cumple
Story2	DERIVA SISMO EST X	5.124	No cumple
Story2	DERIVA SISMO EST Y	1.918	No cumple
Story1	DERIVA SISMO EST X	1.144	Cumple
Story1	DERIVA SISMO EST X	4.987	No cumple
Story1	DERIVA SISMO EST Y	1.966	No cumple

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Como se puede observar de los resultados obtenidos la torsión no debe ser mayor a 1.3 según la norma E0.30 sismo resistente, como se pudo observar que la vivienda multifamiliar necesita reforzamiento por lo cual se optó por el reforzamiento estructural por muros de corte o también agregar disipadores viscosos para mejorar la rigidez de la estructura.

## ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

Con las consideraciones de los ensayos de suelos y la norma E0.30 sismo resistente que se aplicó en la vivienda multifamiliar de 6 pisos se realizó el espectro de respuesta en X y en Y.

Tabla 30. Parámetros de la vivienda multifamiliar

Z	Z4
	0.45
S	S2
	1.05
U	1.00
Tp	0.60
Tl	2.00
Ro	8.00
la	1.00
lp	1.00
R	8.00

Fuente = Elaboración Propia

Con los valores resulto un espectro de respuesta como se ve en la figura es el mismo para X y en Y.

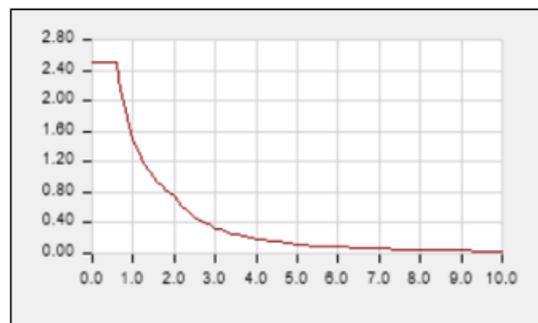


Figura 27.

Espectro de respuesta de la vivienda multifamiliar

Como la estructura fue regular según la norma E0.30 se multiplica  $0.75 \cdot R$  para el análisis sísmico dinámico y se calcula las derivas máximas y mínimas por piso de acuerdo al análisis sísmico dinámico.

Tabla 31. Tabla de derivas del sísmico dinámico en X

Story	Output Case	Step Type	Drift	Verificacion
Story6	SISMO DINA X	Max	0.033465	No cumple
Story6	SISMO DINA X	Max	0.036369	No cumple
Story6	SISMO DINA X	Min	0.033465	No cumple
Story6	SISMO DINA X	Min	0.036369	No cumple
Story5	SISMO DINA X	Max	0.090573	No cumple
Story5	SISMO DINA X	Max	0.050878	No cumple
Story5	SISMO DINA X	Min	0.090573	No cumple
Story5	SISMO DINA X	Min	0.050878	No cumple
Story4	SISMO DINA X	Max	0.141563	No cumple
Story4	SISMO DINA X	Max	0.070792	No cumple
Story4	SISMO DINA X	Min	0.141563	No cumple
Story4	SISMO DINA X	Min	0.070792	No cumple
Story3	SISMO DINA X	Max	0.181028	No cumple
Story3	SISMO DINA X	Max	0.086036	No cumple
Story3	SISMO DINA X	Min	0.181028	No cumple
Story3	SISMO DINA X	Min	0.086036	No cumple
Story2	SISMO DINA X	Max	0.208114	No cumple
Story2	SISMO DINA X	Max	0.092474	No cumple
Story2	SISMO DINA X	Min	0.208114	No cumple
Story2	SISMO DINA X	Min	0.092474	No cumple
Story1	SISMO DINA X	Max	0.219625	No cumple
Story1	SISMO DINA X	Max	0.069807	No cumple
Story1	SISMO DINA X	Min	0.219625	No cumple
Story1	SISMO DINA X	Min	0.069807	No cumple

Fuente = Elaboración propia

Interpretación: Como se pudo observar la vivienda multifamiliar no cumple con la normativa E0.30 en derivas máximas en el análisis sísmico dinámico en X.

Tabla 32. Tabla de derivas para el análisis dinámico en Y

Story	Output Case	Step Type	Drift	Verificacion
Story6	SISMO DINA Y	Max	0.013404	No cumple
Story6	SISMO DINA Y	Max	0.087067	No cumple
Story6	SISMO DINA Y	Min	0.013404	No cumple
Story6	SISMO DINA Y	Min	0.087067	No cumple
Story5	SISMO DINA Y	Max	0.03742	No cumple
Story5	SISMO DINA Y	Max	0.182815	No cumple
Story5	SISMO DINA Y	Min	0.03742	No cumple
Story5	SISMO DINA Y	Min	0.182815	No cumple
Story4	SISMO DINA Y	Max	0.056756	No cumple
Story4	SISMO DINA Y	Max	0.248847	No cumple
Story4	SISMO DINA Y	Min	0.056756	No cumple
Story4	SISMO DINA Y	Min	0.248847	No cumple
Story3	SISMO DINA Y	Max	0.072632	No cumple
Story3	SISMO DINA Y	Max	0.294523	No cumple
Story3	SISMO DINA Y	Min	0.072632	No cumple
Story3	SISMO DINA Y	Min	0.294523	No cumple
Story2	SISMO DINA Y	Max	0.082241	No cumple
Story2	SISMO DINA Y	Max	0.311144	No cumple
Story2	SISMO DINA Y	Min	0.082241	No cumple
Story2	SISMO DINA Y	Min	0.311144	No cumple
Story1	SISMO DINA Y	Max	0.06965	No cumple
Story1	SISMO DINA Y	Max	0.229537	No cumple
Story1	SISMO DINA Y	Min	0.06965	No cumple
Story1	SISMO DINA Y	Min	0.229537	No cumple

Fuente = Elaboración Propia

Interpretación: Como se pudo observar para la vivienda multifamiliar no cumple con la normativa E0.30 en el Análisis dinámico en Y.

Luego para las derivas máximas de la vivienda para verificarlo con la normativa E0.30 del análisis sísmico dinámico en X y en Y con el ETABS.

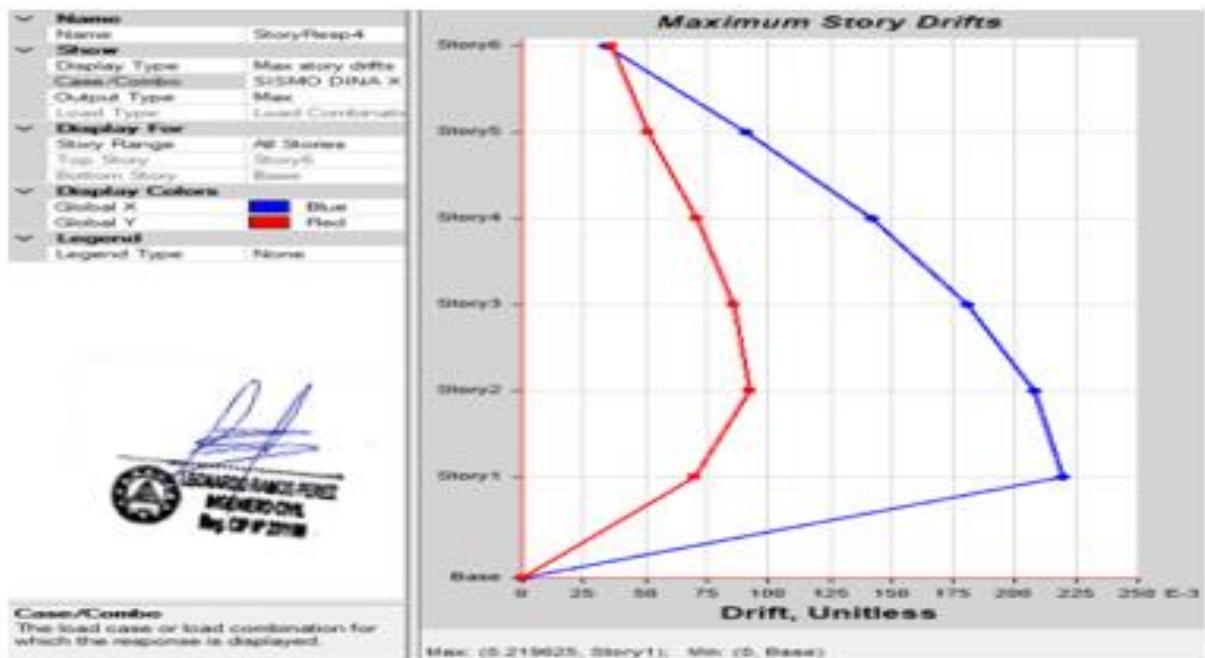


Figura 28. Derivas máximas con el análisis sísmico dinámico en X

Se observó que la deriva máxima se dio en el piso 1 con un valor de 0.2196 m por lo que no cumple con lo mínimo expuesto en el artículo 32 de la normativa 0.30 sismo resistente. Por otro lado, se calculó la deriva máxima con el sísmico dinámico en Y en la siguiente image

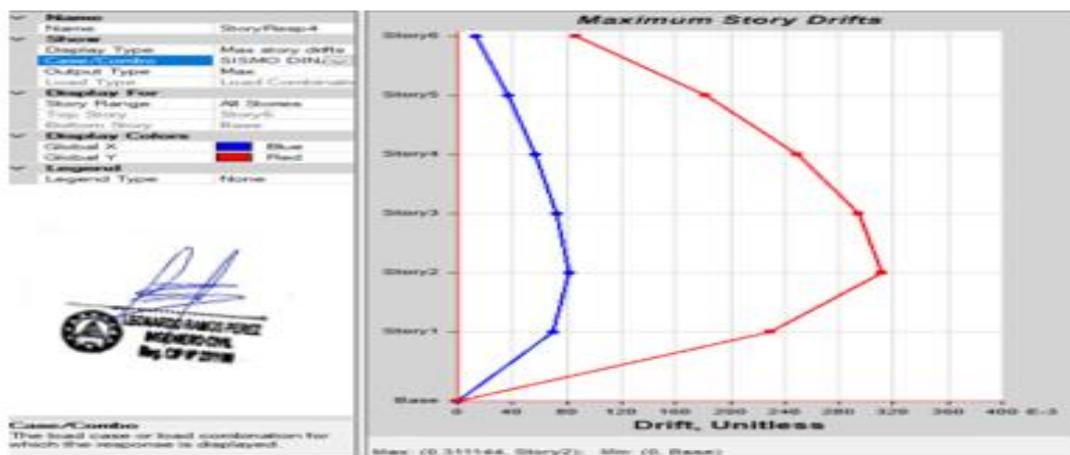


Figura 29. Derivas máximas con el análisis sísmico dinámico en Y

## OBJETIVO 2:

Determinar cuánto influye el reforzamiento estructural en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima - 2022

### REFORZAMIENTO CON MUROS DE CORTE

Se optó por el reforzamiento de muros de corte con una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la vivienda multifamiliar de 6 pisos, ya que la vivienda no cuenta con placas en su estructura.

Para el modelado de la estructura se implementó muros como se ven en la figura

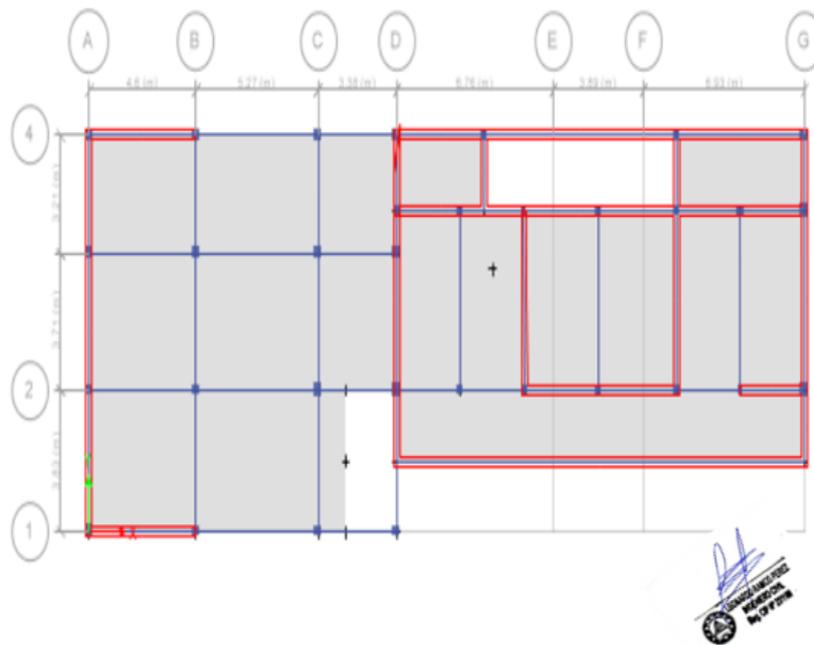
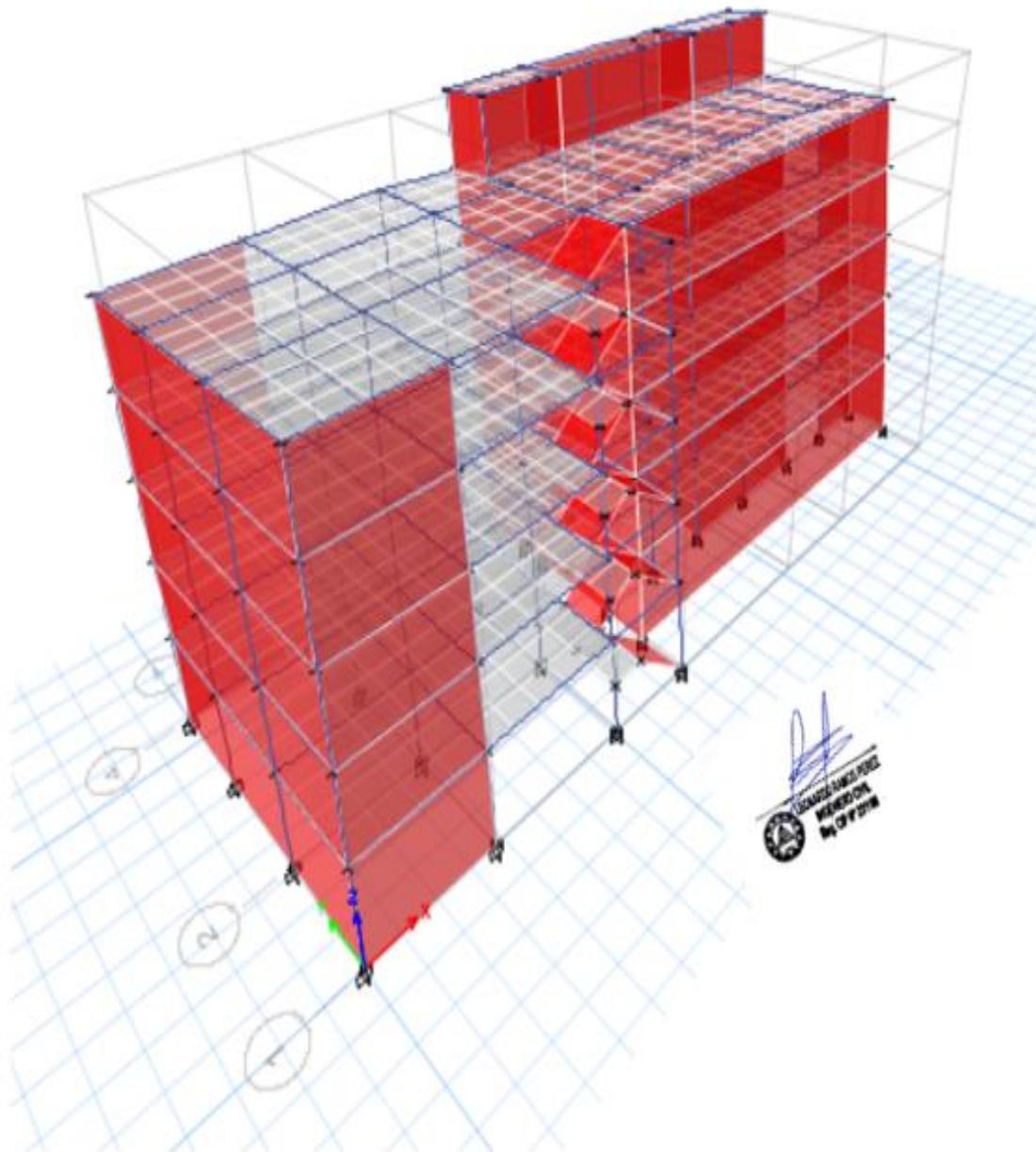


Figura 30. Vista en planta con los muros de corte agregados



*Figura 31.* Modelado en 3D con los muros de corte

## Análisis Sísmico estático en X y en Y

Se produce los 18 modos para poder determinar el periodo de la edificación en traslación y rotación.

Tabla 33. Tabla de modos de vibración y periodos de la vivienda con el reforzamiento aplicado

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
Modal	1	0.109	0.0053	0.7222	0.096
Modal	2	0.084	0.4916	0.0647	0.2747
Modal	3	0.075	0.3365	0.0393	0.4762
Modal	4	0.037	0.0008	0.1045	0.0167
Modal	5	0.028	0.0536	0.0148	0.0551
Modal	6	0.026	0.0632	0.0131	0.0207
Modal	7	0.025	0.007	0.0115	0.019
Modal	8	0.021	0.0001	0.0023	0.0001
Modal	9	0.021	0.0043	0.0001	0.0011
Modal	10	0.02	0	0.0002	0.0124
Modal	11	0.019	0.0023	0.0004	2.046E-05
Modal	12	0.019	0	0.0003	1.614E-05
Modal	13	0.019	0.0021	0.0001	0.0003
Modal	14	0.018	0.0003	0.0112	0.0002
Modal	15	0.018	0.0001	0.0055	0.0026
Modal	16	0.015	0.0015	0.0017	0.0073
Modal	17	0.015	0.0093	2.634E-05	0.0035
Modal	18	0.015	0.0005	0.0027	2.092E-06

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Por lo que se puede apreciar que el comportamiento estático de la edificación en los tres primeros modos se logró el comportamiento adecuado, el 1er modo y el 2do modo vibración presentaron mayor porcentaje de masa participativa

en el desplazamiento o traslación y en 3er modo se observó el fenómeno de torsión o rotación pura.

#### CORTANTE BASAL EN X Y EN Y

Según las consideraciones la cortante basal en X y Y es de:

$$V=(Z*U*C*S/R)*P$$

Para calcular el peso total de la edificación se calcula con el siguiente cuadro

Tabla 34. Fuerzas laterales de cada piso de análisis dinámico en X

PISO	PESO(tonf)	hi	hi^k	p*hi^k	alfa	Fi(ton)	M.T(ton*m)
P6	70.38	14.8	14.800	1041.603	0.059	141.329	75.96
P5	433.43	12.4	12.400	5374.575	0.306	729.246	391.97
P4	433.43	10	10.000	4334.335	0.247	588.102	316.10
P3	433.43	7.6	7.600	3294.094	0.187	446.957	240.24
P2	434.14	5.2	5.200	2257.523	0.128	306.311	164.64
P1	457.08	2.8	2.800	1279.832	0.073	173.653	93.34
SUMA	2261.90			17581.962			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Por lo que el peso de la edificación es de 2261.90 toneladas, con una fuerza basal en X de 2385.60ton, como se pudo apreciar las fuerzas laterales van creciendo de acuerdo a cada piso, pero en el último piso no crece la fuerza lateral debido a que no comparte la misma configuración estructural.

Tabla 35. Fuerzas laterales de cada piso de análisis dinámico en Y

PISO	PESO(tonf)	hi	hi <sup>k</sup>	p*hi <sup>k</sup>	alfa	Fi(ton)	M.T(ton*m)
P6	70.38	14.8	14.800	1041.603	0.059	141.329	217.86
P5	433.43	12.4	12.400	5374.575	0.306	729.246	1124.13
P4	433.43	10	10.000	4334.335	0.247	588.102	906.56
P3	433.43	7.6	7.600	3294.094	0.187	446.957	688.98
P2	434.14	5.2	5.200	2257.523	0.128	306.311	472.18
P1	457.08	2.8	2.800	1279.832	0.073	173.653	267.69
SUMA	2261.90			17581.962			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Por lo que el peso de la edificación según la norma se pone con la combinación de la carga muerta más el 25% de la carga viva es de 2261.90 toneladas, con una fuerza cortante basal en Y 1838.44 toneladas, como se pudo apreciar las fuerzas laterales van creciendo de acuerdo a cada piso, pero en el último piso no crece la fuerza lateral debido a que no comparte la misma configuración estructural.

Tabla 36. Tabla de cortante basal en X y Y de ETABS

Output Case	Case Type	FX	FY
		tonf	tonf
sismic est X	LinStatic	-2297.3716	0
sismic est Y	LinStatic	0	-1770.4515

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La cortante basal en X de 2297.37 toneladas y en Y de 1770.45 toneladas lo cual es similar a lo hallado en el cuadro Excel, por lo que se observó que el cortante basal aumento con el reforzamiento de los muros en las direcciones X y Y.

## DERIVAS MÁXIMAS POR PISO

### DERIVA MÁXIMA EN X

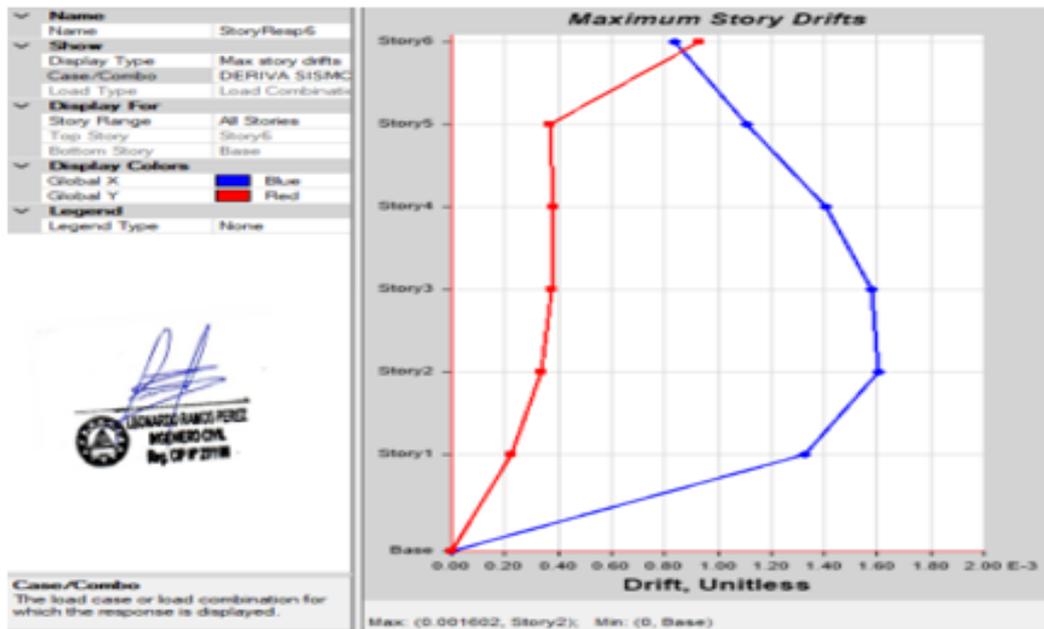


Figura 32. Deriva máxima en X con sismo estático en X

Se obtuvo una deriva máxima de 0.00162 m lo cual cumple con la norma E 0.30 sismo resistente que mínimo es 0.007 m en el piso

DERIVA MÁXIMA EN Y

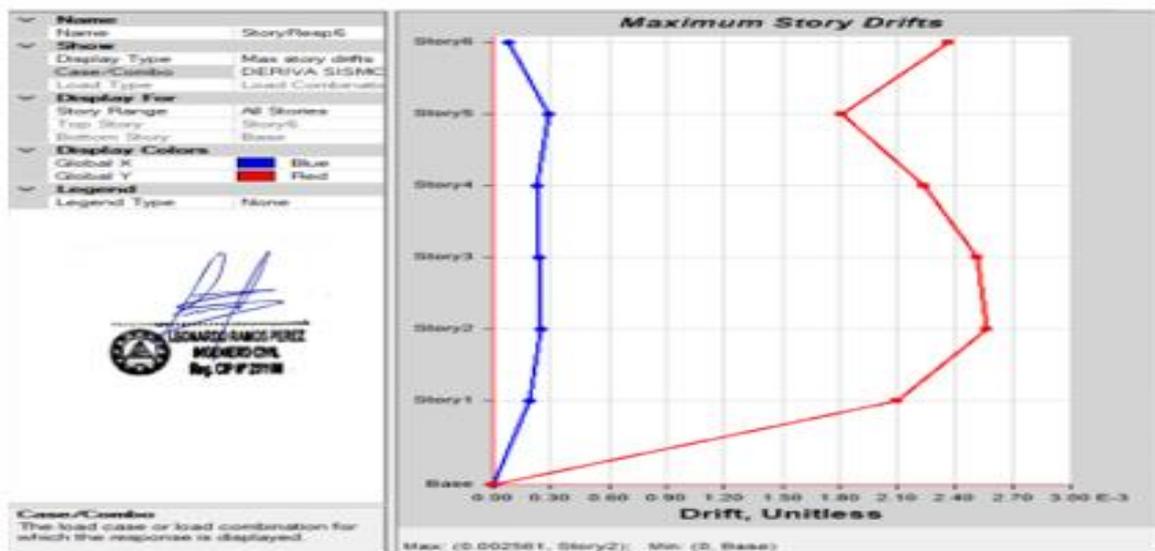


Figura 33. Deriva máxima en Y con sismo estático en Y

Se obtuvo una deriva máxima de 0.002561 m lo cual cumple con la norma E 0.30 sismo resistente que mínimo es 0.007 m.

Tabla 37. DERIVAS MÁXIMAS POR PISO EN X.

Story	Output Case	Drift	VERIFICACIÓN
Story6	DERIVA SISMO EST X	7.9E-05	<b>Cumple</b>
Story5	DERIVA SISMO EST X	0.000158	<b>Cumple</b>
Story4	DERIVA SISMO EST X	0.000172	<b>Cumple</b>
Story3	DERIVA SISMO EST X	0.000196	<b>Cumple</b>
Story2	DERIVA SISMO EST X	0.000203	<b>Cumple</b>
Story1	DERIVA SISMO EST X	0.000176	<b>Cumple</b>

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Las derivas máximas provocadas por el sismo estático en X, cumplen en los pisos con el reforzamiento de los muros d corte.

Tabla 38. DERIVAS MÁXIMAS POR PISO EN Y.

Story	Output Case	Drift	VERIFICACIÓN
Story6	DERIVA SISMO EST Y	0.000266	<b>Cumple</b>
Story5	DERIVA SISMO EST Y	0.00024	<b>Cumple</b>
Story4	DERIVA SISMO EST Y	0.000292	<b>Cumple</b>
Story3	DERIVA SISMO EST Y	0.000322	<b>Cumple</b>
Story2	DERIVA SISMO EST Y	0.000321	<b>Cumple</b>
Story1	DERIVA SISMO EST Y	0.00027	<b>Cumple</b>

Fuente : Elaboración propia

Interpretación: Como se pudo observar las derivas máximas en los pisos cumplen con el artículo 32 de la normativa E0.30 sismo resistente.

## TORSIÓN

Tabla 39. Tabla de torsión ETABS

Story	Output Case	RATIO	Verificacion
Story6	DERIVA SISMO EST X	1.004	Cumple
Story5	DERIVA SISMO EST X	1.034	Cumple
Story4	DERIVA SISMO EST X	1.035	Cumple
Story3	DERIVA SISMO EST X	1.036	Cumple
Story2	DERIVA SISMO EST X	1.038	Cumple
Story2	DERIVA SISMO EST Y	1.252	Cumple
Story1	DERIVA SISMO EST X	1.044	Cumple
Story1	DERIVA SISMO EST Y	1.27	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Como se puede observar de los resultados obtenidos la torsión no debe ser mayor a 1.3 según la norma E0.30 sismo resistente, como se pudo observar que la vivienda multifamiliar se reforzó adecuadamente con muros de corte para disminuir la torsión y los desplazamientos máximos.

### **ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO**

Con las consideraciones de los ensayos de suelos y la norma E0.30 sismo resistente que se aplicó en la vivienda multifamiliar de 6 pisos se realizó el espectro de respuesta en X y en Y.

Tabla 40. Parámetros de la vivienda multifamiliar

Z	Z4
	0.45
S	S2
	1.05
U	1.00
Tp	0.60
Tl	2.00
Ro	8.00
la	1.00
lp	1.00
R	8.00

Fuente = Elaboración Propia

Con los valores resulto un espectro de respuesta como se ve en la figura es el mismo para X y en Y.

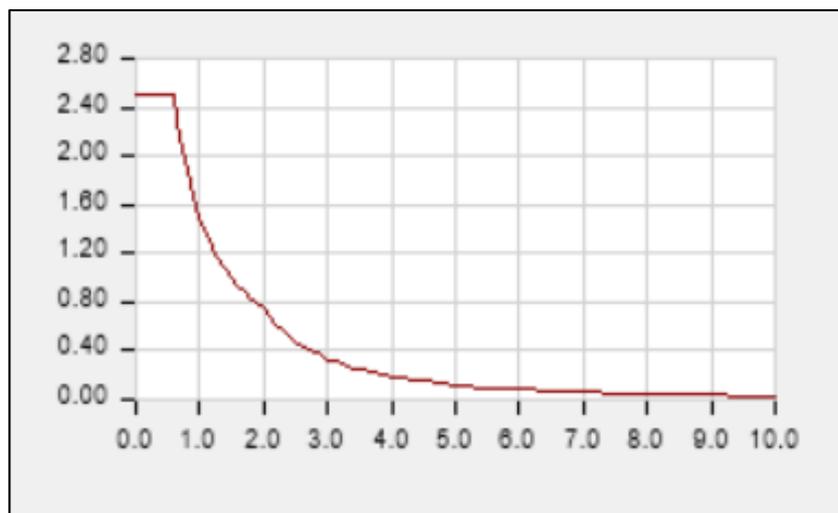


Figura 34.

Espectro de respuesta de la vivienda multifamiliar

Como la estructura fue regular según la norma E0.30 se multiplica  $0.75 \cdot R$  para el análisis sísmico dinámico y se calcula las derivas máximas y mínimas por piso de acuerdo al análisis sísmico dinámico.

Tabla 41. Tabla de derivas del sísmico dinámico en X

Story	Output Case	Step Type	Drift	Verificacion
Story6	SISMO DINA X	Max	0.00088	Cumple
Story6	SISMO DINA X	Max	0.000259	Cumple
Story6	SISMO DINA X	Min	0.00088	Cumple
Story6	SISMO DINA X	Min	0.000259	Cumple
Story5	SISMO DINA X	Max	0.002307	Cumple
Story5	SISMO DINA X	Max	0.000345	Cumple
Story5	SISMO DINA X	Min	0.002307	Cumple
Story5	SISMO DINA X	Min	0.000345	Cumple
Story4	SISMO DINA X	Max	0.002183	Cumple
Story4	SISMO DINA X	Max	0.000503	Cumple
Story4	SISMO DINA X	Min	0.002183	Cumple
Story4	SISMO DINA X	Min	0.000503	Cumple
Story3	SISMO DINA X	Max	0.00243	Cumple
Story3	SISMO DINA X	Max	0.000619	Cumple
Story3	SISMO DINA X	Min	0.00243	Cumple
Story3	SISMO DINA X	Min	0.000619	Cumple
Story2	SISMO DINA X	Max	0.002528	Cumple
Story2	SISMO DINA X	Max	0.00068	Cumple
Story2	SISMO DINA X	Min	0.002528	Cumple
Story2	SISMO DINA X	Min	0.00068	Cumple
Story1	SISMO DINA X	Max	0.002321	Cumple
Story1	SISMO DINA X	Max	0.000632	Cumple
Story1	SISMO DINA X	Min	0.002321	Cumple
Story1	SISMO DINA X	Min	0.000632	Cumple

Fuente = Elaboración propia

Interpretación: Como se pudo observar la vivienda multifamiliar cumple con la normativa E0.30 en el análisis sísmico dinámico en X.

Tabla 42. Tabla de derivas para el análisis dinámico en Y

Story	Output Case	Step Type	Drift	Verificacion
Story6	SISMO DINA Y	Max	0.004247	Cumple
Story6	SISMO DINA Y	Max	0.004247	Cumple
Story5	SISMO DINA Y	Min	0.000891	Cumple
Story5	SISMO DINA Y	Min	0.003657	Cumple
Story5	SISMO DINA Y	Max	0.000891	Cumple
Story5	SISMO DINA Y	Max	0.003657	Cumple
Story4	SISMO DINA Y	Min	0.000735	Cumple
Story4	SISMO DINA Y	Min	0.004457	Cumple
Story4	SISMO DINA Y	Max	0.000735	Cumple
Story4	SISMO DINA Y	Max	0.004457	Cumple
Story3	SISMO DINA Y	Min	0.000784	Cumple
Story3	SISMO DINA Y	Min	0.004918	Cumple
Story3	SISMO DINA Y	Max	0.000784	Cumple
Story3	SISMO DINA Y	Max	0.004918	Cumple
Story2	SISMO DINA Y	Min	0.0008	Cumple
Story2	SISMO DINA Y	Min	0.004925	Cumple
Story2	SISMO DINA Y	Max	0.0008	Cumple
Story2	SISMO DINA Y	Max	0.004925	Cumple
Story1	SISMO DINA Y	Min	0.00065	Cumple
Story1	SISMO DINA Y	Min	0.004183	Cumple
Story1	SISMO DINA Y	Max	0.00065	Cumple
Story1	SISMO DINA Y	Max	0.004183	Cumple
Story6	SISMO DINA Y	Min	0.004247	Cumple
Story6	SISMO DINA Y	Min	0.004247	Cumple

Fuente = Elaboración Propia

Interpretación: Como se pudo observar para la vivienda multifamiliar cumple con la normativa E0.30 en el Análisis dinámico en Y.

Luego para las derivas máximas de la vivienda para verificarlo con la normativa E0.30 del análisis sísmico dinámico en X y en Y con el ETABS.

Con los muros de corte se llegó a reducir las derivas máximas hasta el mínimo requerido con los sismos dinámicos en las dos direcciones.

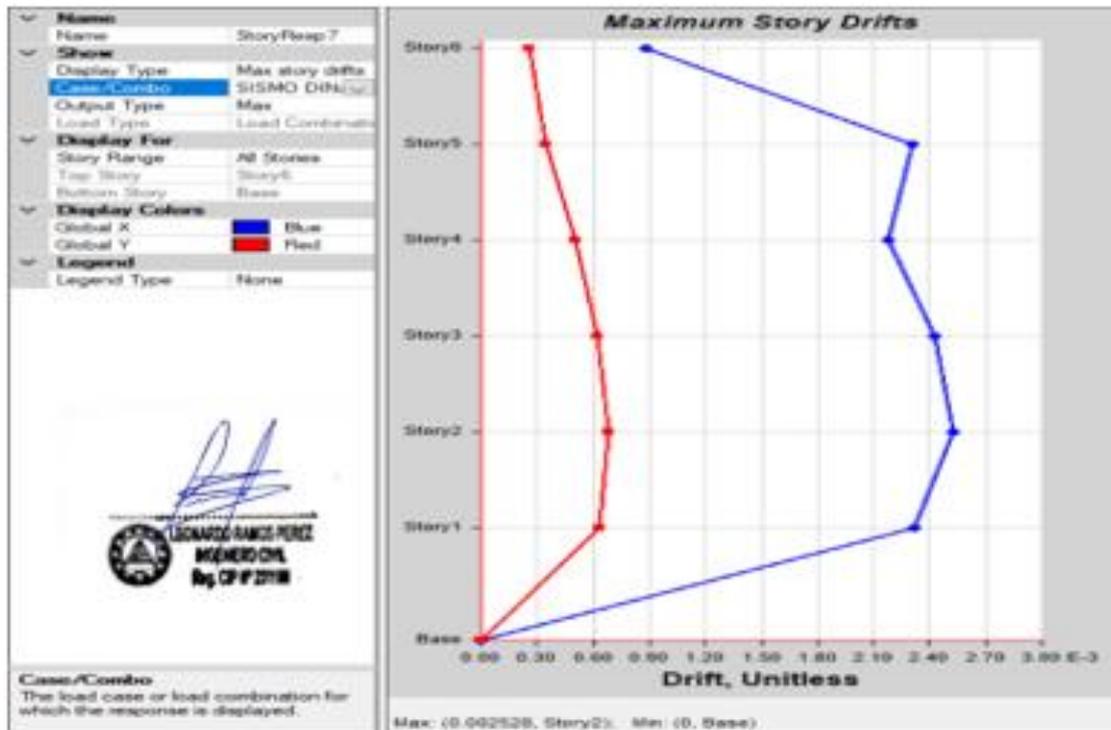


Figura 35. Derivas máximas con el análisis sísmico dinámico en X

Se observó que la deriva máxima se dio en el piso 2 con un valor de 0.002528 m por lo que cumple con lo mínimo expuesto en el artículo 32 de la normativa 0.30 sismo resistente. Por otro lado, se calculó la deriva máxima con el sísmico dinámico en Y en la siguiente imagen.

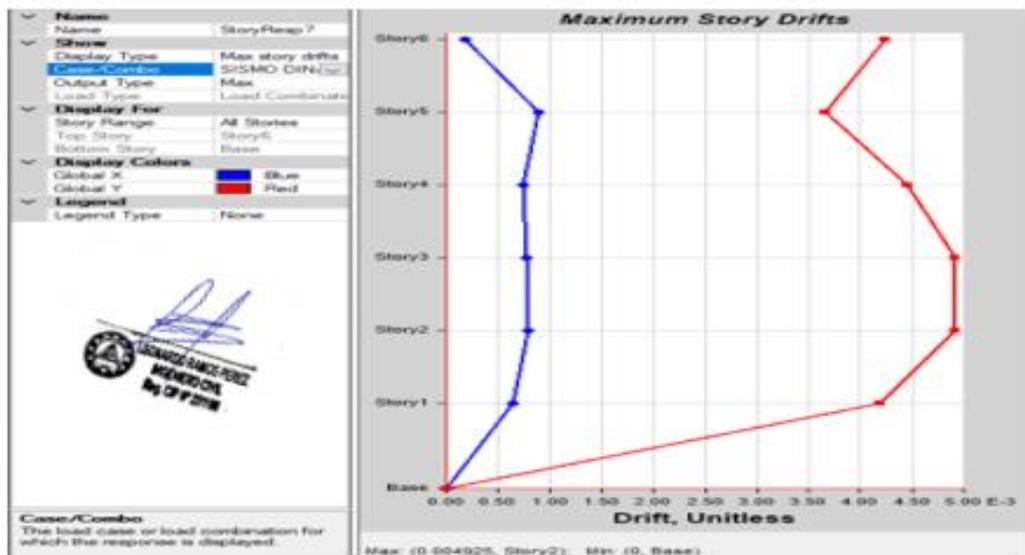


Figura 36. Derivas máximas con el análisis sísmico dinámico en Y

Se observó que la deriva máxima se dio en el piso 2 con un valor de 0.004925 m por lo que cumple con lo mínimo expuesto en el artículo 32 de la normativa 0.30 sismo resistente. Por otro lado, se calculó la deriva máxima con el sísmico dinámico en Y en la siguiente imagen.

### OBJETIVO 3:

Determinar cuánto influye el disipador viscoso en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022

#### Diseño del Disipador Viscoso

Se determinó la distorsión objetiva de 5‰, ya que según la norma E 0.30 sismo resistente es el máximo permitido el 7‰, los cálculos se realizaron para la dirección YY en los ejes A y D respectivamente.

Factor de reducción de respuesta B:

$$B = \frac{D_{max}}{D_{objetivo}}$$

Donde la  $D_{max}$  se obtiene del análisis tiempo historia con el sismo más fuerte que sucedió en Lima el año actual.

$$B = \frac{0.0106}{0.005} = 2.12$$

Amortiguamiento Efectivo  $\beta_{eff}$ :

$$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_i)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff})}$$

Donde  $\beta_i$  es el amortiguamiento inherente en esta ocasión se tomará el 5% debido a que es una estructura de concreto armado.

Despejando la formula se obtiene el amortiguamiento efectivo del disipador de energía junto con el amortiguamiento inherente de la estructura.

$$\beta_{eff} = 25.96\%$$

A este resultado se le descuenta el amortiguamiento inherente para obtener el amortiguamiento viscoso requerido:

$$\beta_H = 25.96 - 5 = 20.96\%$$

Para el presente trabajo se considerará un 25% debido a la recomendación del fabricante

Observaciones importantes:

Con respecto a las características de los disipadores viscosos los fabricantes nos recomiendan que sean diseñados tomando en cuenta para el cálculo de

amortiguamiento viscoso que este en un 20% a 40% por el cual para el presente trabajo se considerara un 25%

Si se diseña para que el amortiguamiento viscoso con menor al 20% los beneficios que brindarían a la estructura no serán considerables ya que sería de poca influencia.

Para nuestra investigación el amortiguamiento viscoso hallado es el 20.96% en él cual optamos por el 25% para poder llegar al valor de distorsión máxima a la requerida de 7‰

Teniendo en cuenta un factor de seguridad para este diseño se usará el 25% para poder llegar al amortiguamiento viscoso requerido que sería un 20.96%

Calculo de las propiedades del disipador

1. Se plantea la disposición y ubicación de los disipadores de energía en la dirección YY.

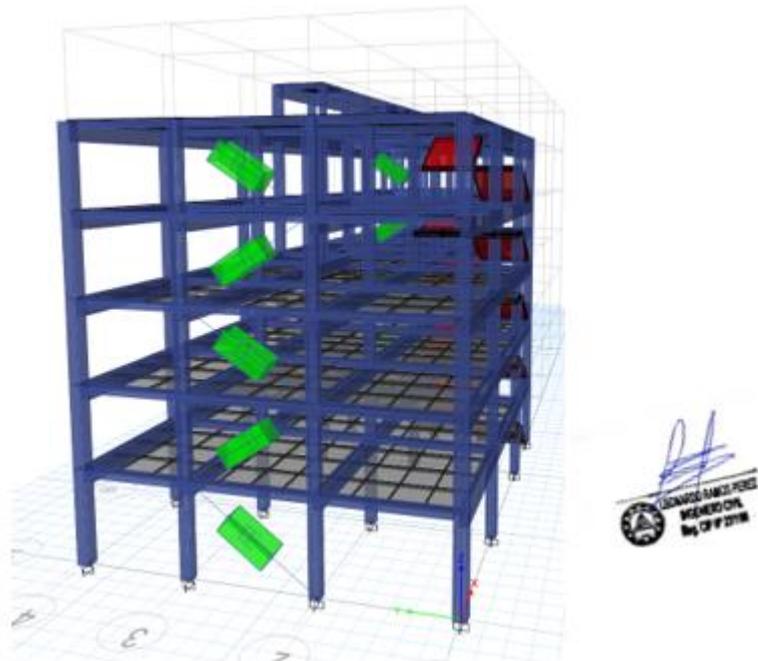


Figura 37. Ubicación de los disipadores en la dirección YY (Vista 3D)

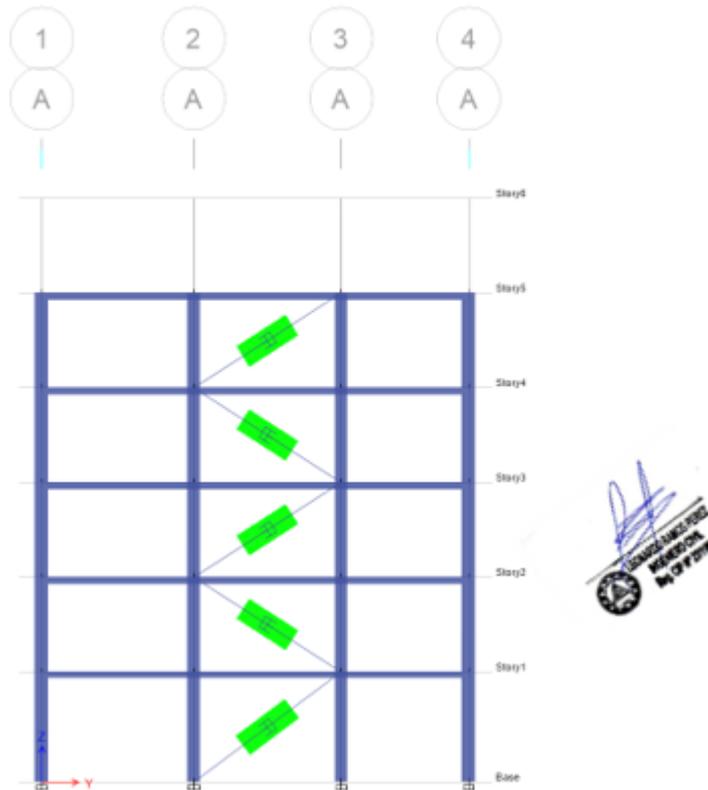


Figura 38. Ubicación de los disipadores en la dirección YY (Vista elevación)

2. teniendo la ubicación de los disipadores inicial se podrá calcular la rigidez del brazo metálico (K) y el amortiguamiento de los disipadores (C)

Calculo de la rigidez

Se considerará un perfil metálico estándar el cual será HSS 7.50 x 0.50

Tabla 43. Propiedades de HSS 7.50 x 0.50

Dimensiones HSS 7.50 x 0.50				
D. Ext. (in)	D. Int. (in)	Espesor (in)	Área (in <sup>2</sup> )	Inercia (in <sup>4</sup> )
7.50	7.035	0.465	10.3	63.9

Fuente: Elaboración propia.

Se usará la siguiente fórmula para definir la rigidez:

$$K = \frac{EA}{L}$$

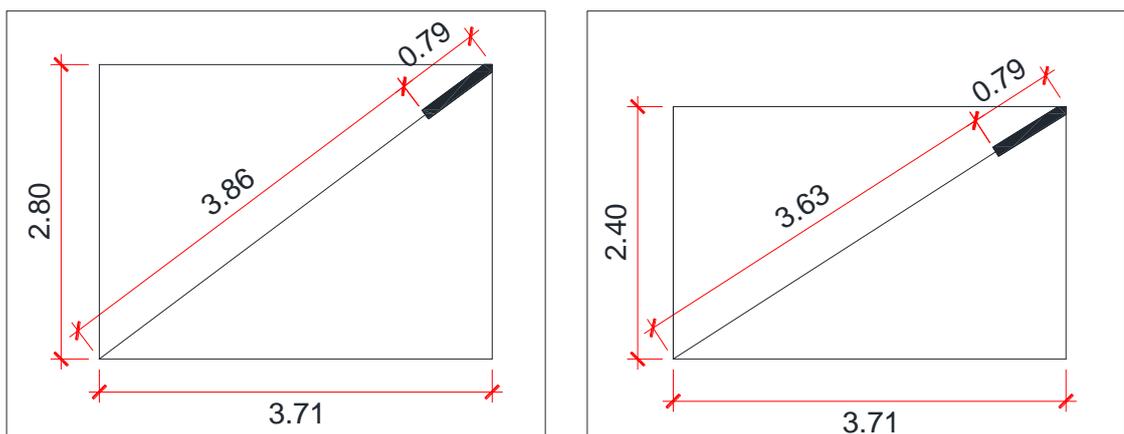
Dónde:

Modulo de Elasticidad del acero:

$$E = 29000 \text{ Ksi} = 20.4 \times 10^6 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Área} = 10.3 \text{ in}^2 = 66.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

L es la longitud del brazo metálico en la figura ... se muestra la distribución y sus medidas considerando el valor mínimo de los disipadores que no (31 in) o 0.79 cm.



*Figura 39.* Longitud del brazo metálico primer piso y para los pisos típicos de la estructura

Por consiguiente:

Piso 1	3.86 m	0.79 m
Piso 2 - 6	3.63 m	0.79 m

Rigidez de brazo metálico:

$$K \text{ Piso 1} = 35118.65 \text{ T/m}^2$$

$$K \text{ Típico} = 37343.80 \text{ T/m}^2$$

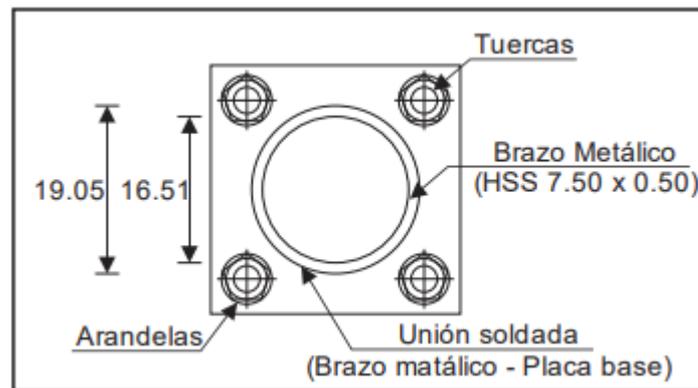


Figura 40. Unión del brazo metálico – placa base

Calculo del coeficiente de amortiguamiento (C)

$$\beta_H = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2} \rightarrow \sum C_j = \frac{\beta_H \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

Dónde:

$\beta_H$  – Amortiguamiento viscoso de la estructura

$\lambda$  – Parámetro lambda

$C_j$  – Coeficiente de amortiguamiento del disipador j

$\phi_{rj}$  – Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal con el sismo de diseño

$\theta_j$  – Angulo de inclinación del disipador j

$A$  – Amplitud de desplazamiento del modo fundamental

$\omega$  – Frecuencia angular

$m_i$  – Masa del nivel i

$\phi_i$  – Desplazamiento del nivel i

Resolución:

$m_i$  – Masa del nivel i

La información la obtenemos de nuestro modelamiento del etabs la cual se expresa en la siguiente tabla mostrada

Tabla 44. Masa por piso de la estructura

NIVEL	MASAS (T. S2/m)
NIVEL 1	30.14054
NIVEL 2	29.99976
NIVEL 3	29.96378
NIVEL 4	29.96378
NIVEL 5	29.31521
NIVEL 6	2.34047

Fuente : Elaboración propia

$\beta_H$  – Amortiguamiento viscoso de la estructura

El valor calculado anteriormente del  $\beta_H$  es del 25%

$\theta_j$  – Angulo de inclinación del disipador j

El disipador en el Piso 1 tiene un Angulo de inclinación de 37°

El disipador del Piso 2 para arriba es típico por lo cual para los demás pisos tiene un Angulo de inclinación de  $33^\circ$

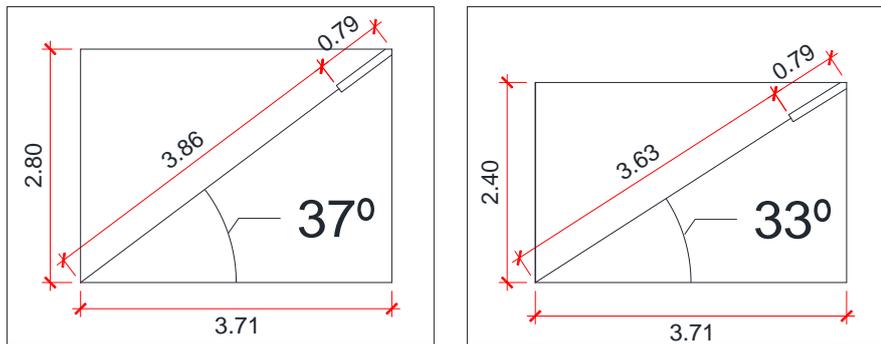


Figura 41. Angulo de inclinación de los disipadores en la estructura

$\phi_i$  – Desplazamiento del nivel i

$\phi_{rj}$  – Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal con el sismo de diseño

Tabla 45. Desplazamiento relativo  $\phi_{rj}$

NIVEL	$\phi_i$	$\phi_{i+1}$	$\phi_{rj}$ Diferencia
BASE	0.0000	0.0460	0.046
NIVEL 1	0.0460	0.0863	0.0403
NIVEL 2	0.0863	0.1218	0.0355
NIVEL 3	0.1218	0.1498	0.028
NIVEL 4	0.1498	0.1676	0.0178
NIVEL 5	0.1676	0.1751	0.0075
NIVEL 6	0.1751		

Fuente: Elaboración propia

A – Amplitud de desplazamiento del modo fundamental

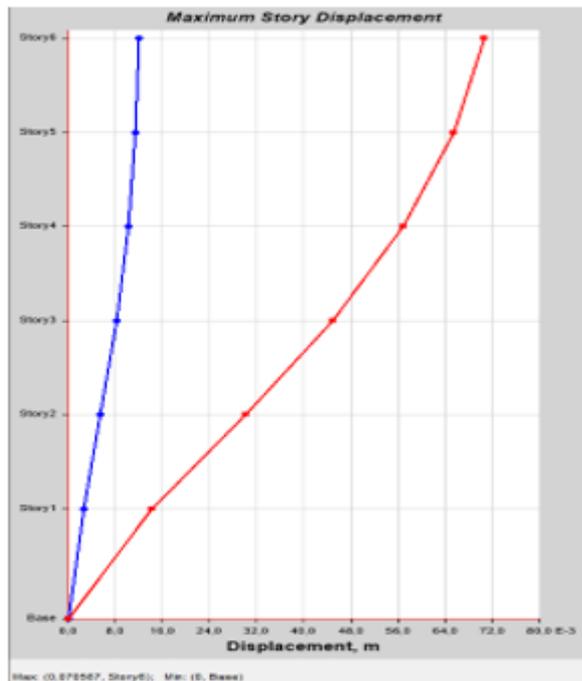


Figura 42. Desplazamientos modales para la dirección en YY

Tabla 46. Desplazamiento modal por niveles

Pisos	Modo 1 (m)
Story1	0.01423188
Story2	0.03010604
Story3	0.04482048
Story4	0.0568585
Story5	0.06534091
Story6	0.07056733

Fuente: Elaboración propia.

Donde la amplitud es: 0.07056

$\omega$  – Frecuencia angular

La frecuencia angular se deriva de la formula  $f = \frac{1}{T}$ , T viene a ser el periodo

Tabla 47. Periodo de la estructura

Case	Mode	Period
		sec
Modal	1	1.203
Modal	2	0.758
Modal	3	0.706
Modal	4	0.375
Modal	5	0.241
Modal	6	0.231
Modal	7	0.201
Modal	8	0.147
Modal	9	0.14
Modal	10	0.132
Modal	11	0.126
Modal	12	0.109
Modal	13	0.098
Modal	14	0.091
Modal	15	0.088
Modal	16	0.086
Modal	17	0.074
Modal	18	0.07

Fuente: Elaboración Propia

La frecuencia angular será:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.203} = 0.831$$

También:

$$\omega = 2\pi(0.831) = 5.221 \frac{rad}{s}$$

$\lambda$  – Parámetro lambda

Se determina con el valor del exponente de velocidad  $\alpha$ :

Tabla 48. Valores de  $\lambda$  respecto a al exponente de velocidad  $\alpha$

Exponente $\alpha$	Parámetro $\lambda$
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis se usará el exponente  $\alpha = 0.50$  y el parámetro  $\lambda = 3.5$

Con los datos ya calculados se continua con el cálculo del coeficiente de amortiguamiento del disipador  $C_j$

Tabla 49. Cálculos para el coeficiente de amortiguamiento

NIVEL	MASAS (T.S2/m)	$\theta$	$\text{Cos}\theta$		$\varphi_{rj} 1 + \alpha \cdot \text{Cos}\theta^{1+\alpha}$	$m \cdot \varphi_1 2$
NIVEL 1	30.14054	37	0.799	0.5	0.00704	0.064
NIVEL 2	29.99976	33	0.839		0.00621	0.223
NIVEL 3	29.96378	33	0.839		0.00514	0.445
NIVEL 4	29.96378	33	0.839		0.00360	0.672
NIVEL 5	29.31521	33	0.839		0.00182	0.823
NIVEL 6	2.34047	33	0.839		0.00049	0.072
				Total	0.0243	2.299

Fuente: Elaboración propia

Asumiendo que todos los disipadores contarán con el mismo coeficiente de amortiguación = 25% se procede seguir con el cálculo:

$$\sum C_j = \frac{\beta_H \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+\alpha} \text{cos}^{1+\alpha} \theta_j)} = \frac{0.25 \times 2\pi \times 0.07056^{1-0.5} \times 5.221^{2-0.5} (2.229)}{3.5(0.0243)}$$

$$= 607.62 \frac{T \cdot s}{m}$$

Se empleará 2 disipadores por Piso:

$$C_j = \frac{607.62}{2} = 303.8 \frac{T \cdot s}{m}$$

Se usará:  $305 \frac{T \cdot s}{m}$

Finalmente, las propiedades de los disipadores que se agregarán al cálculo del Etabs serán:

Piso 1

Piso 2 a 6

$$C_j = 305 \frac{T \cdot s}{m}$$

$$C_j = 305 \frac{T \cdot s}{m}$$

$$K = 35118.65 \frac{T}{m^2}$$

$$K = 37343.80 \frac{T}{m^2}$$

$$= 0.5$$

$$= 0.5$$

Observación importante:

En esta investigación se calculó teniendo en cuenta el dato del exponente de velocidad 0.5 debido a que se ha demostrado que los disipadores sísmicos reciben un buen comportamiento con ese coeficiente.

Modelamiento de la estructura en estudio con disipadores de energía viscosos:

Se realizaron los cálculos de los disipadores para obtener sus propiedades ingresarlas al Etabs a continuación, se mostrará una tabla con el resumen de los resultados:

Tabla 50. Propiedades de los disipadores

Dirección YY	Nivel 1	Nivel 2 - 6
Rigidez (K) - T/m <sup>2</sup>	35118.65	37343.80
Coef. Amort. (C) - T*s/m	305.00	305.00
Exp. Amort. (α)	0.50	0.50
Amort. Visc.	25%	

Fuente : Elaboración propia

Después de tener los cálculos de los disipadores se procede a ingresar los valores al ETABS en el cual se realiza los siguientes pasos:

En el Programa ETABS los disipadores son modelados como elementos Link para poder definir las propiedades se debe ingresar a Define, luego Section properties y finalmente Link/Support Properties

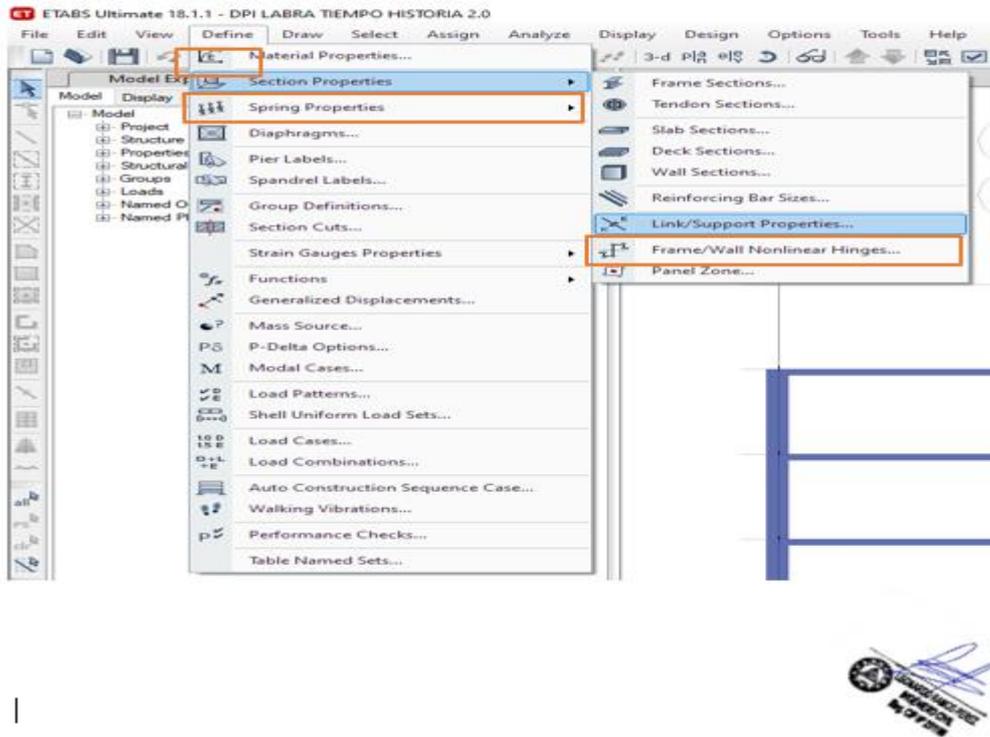


Figura 43. Nueva pestaña en la cual seleccionaremos Add New Property

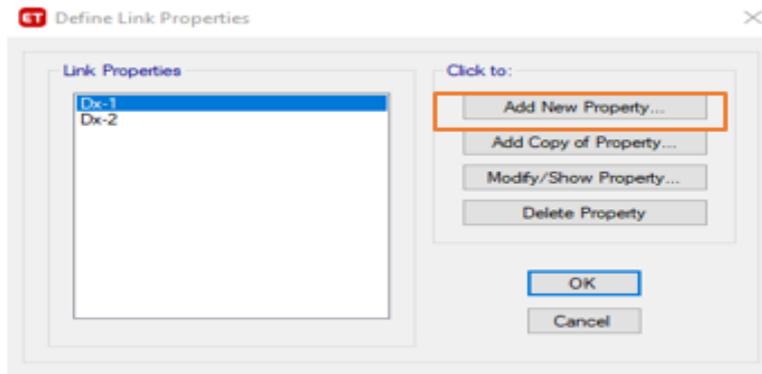


Figura 44. Ventana que define Link

Se abrirá una nueva ventana en el cual se modificará el nombre el tipo de Link y la dirección en el cual irán los disipadores, posteriormente se modificará sus propiedades de los disipadores

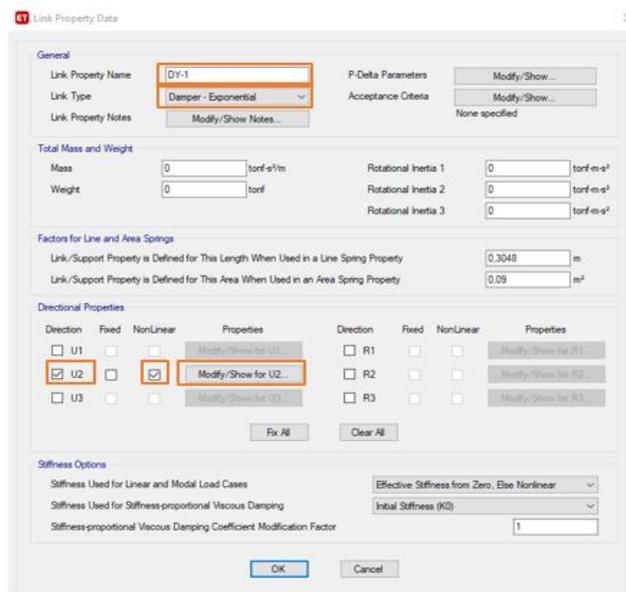


Figura 45. Pasos ETABS para disipadores

Se abrirá la ventana para modificar las propiedades en el cual ingresaremos la rigidez el coeficiente de amortiguación y el exponente de amortiguación.

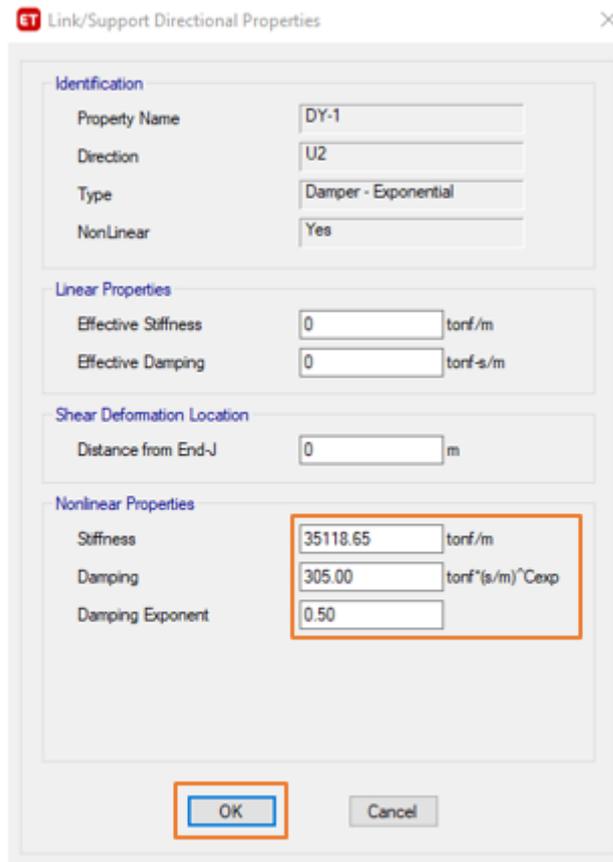


Figura 46. Valores ingresados en Etabs

Así se agrega el otro disipador y se da OK para guardar las propiedades guardadas.

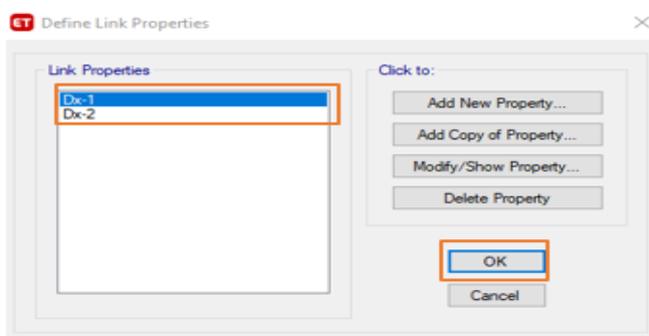


Figura 47. Agregar disipador

Para dibujar los disipadores en la estructura debemos irnos a Draw y posteriormente a Drawn Links

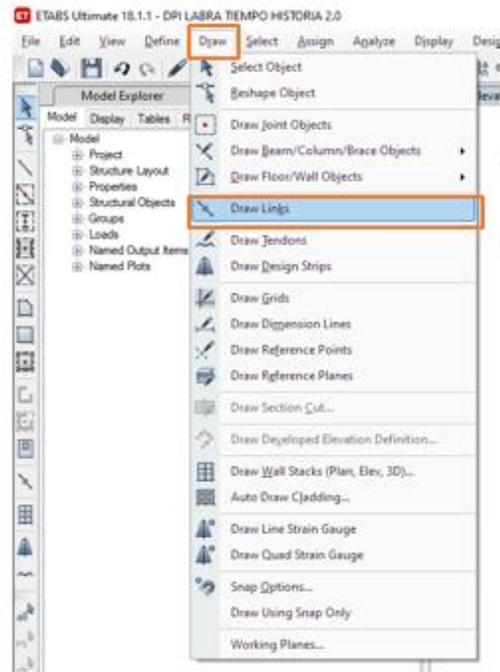


Figura 48. El disipador para el primer Piso

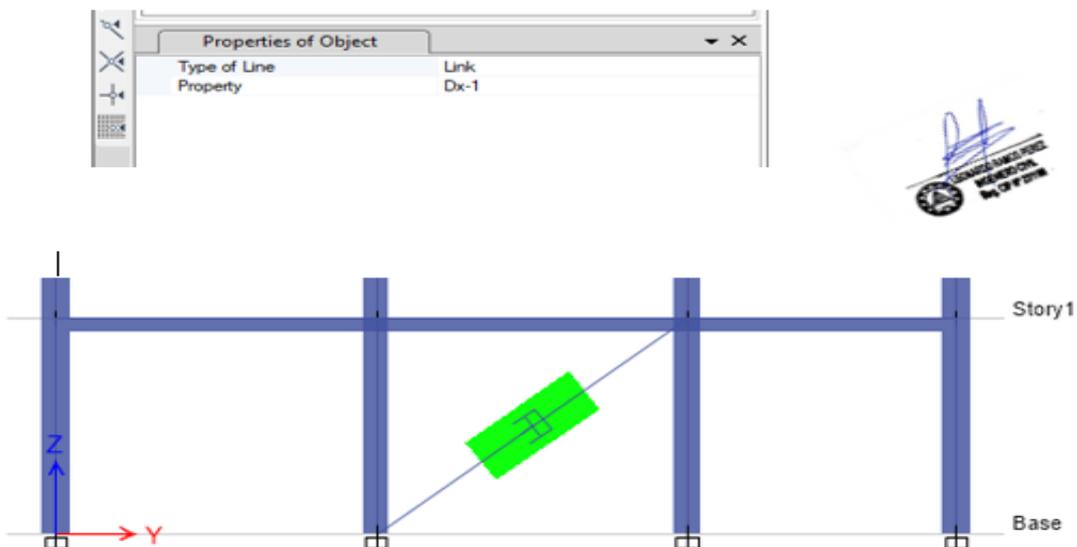
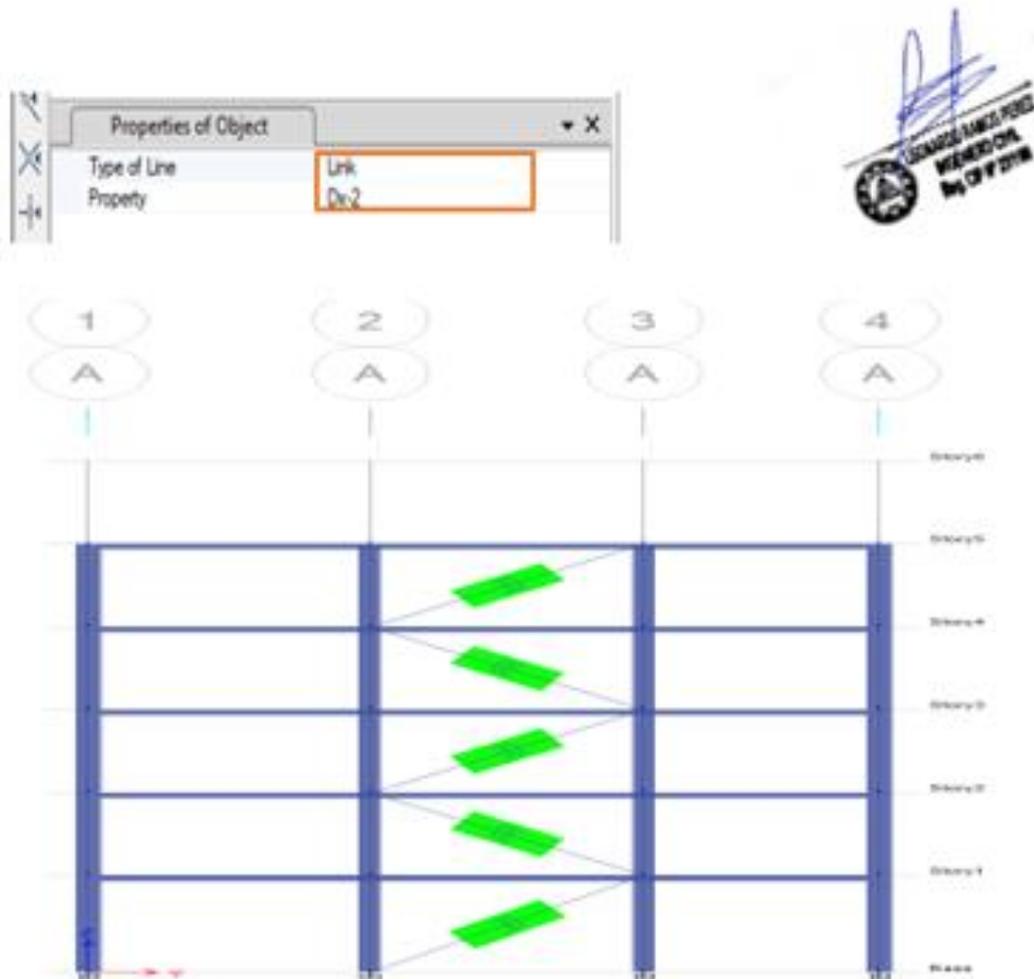


Figura 50. Disipador viscoso

Para los otros pisos se selecciona el otro Disipador y se empieza a dibujar en la estructura.



*Figura 51.* Disipador en la estructura

Se procede a dibujar en el otro eje de la estructura y posteriormente se corre el programa para ver los resultados del reforzamiento con disipadores

Tabla 51. Derivas con el sismo en Dirección XX

Story	Output Case	Drifts	Verificacion
Story6	sismic est X	0.000484	Cumple
Story6	sismic est X	0.000298	Cumple
Story5	sismic est X	0.001148	Cumple
Story5	sismic est X	0.00061	Cumple
Story4	sismic est X	0.001802	Cumple
Story4	sismic est X	0.000983	Cumple
Story3	sismic est X	0.002293	Cumple
Story3	sismic est X	0.0013	Cumple
Story2	sismic est X	0.002599	Cumple
Story2	sismic est X	0.001482	Cumple
Story1	sismic est X	0.002551	Cumple
Story1	sismic est X	0.001157	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Las derivas máximas provocadas por el sismo estático en X, cumplen en los pisos diseñando los disipadores viscosos.

Tabla 52. Derivas con el sismo en dirección YY

Story	Output Case	Drifts	Verificación
Story6	sismic est Y	0.002051	Cumple
Story5	sismic est Y	0.003332	Cumple
Story4	sismic est Y	0.004733	Cumple
Story3	sismic est Y	0.00579	Cumple
Story2	sismic est Y	0.006248	Cumple
Story1	sismic est Y	0.004782	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Interpretación: Como se pudo observar las derivas máximas en los pisos cumplen con el artículo 32 de la normativa E0.30 sismo resistente.

Tabla 53. Periodos de vibración

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
Modal	1	1.105	0.0173	0.1528	0.6804
Modal	2	0.735	0.0043	0.6745	0.1462
Modal	3	0.683	0.8589	4.088E-06	0.0196
Modal	4	0.363	0.001	0.0217	0.0792
Modal	5	0.235	0.0027	0.0975	0.0213
Modal	6	0.224	0.0864	0.0018	0.0038
Modal	7	0.194	0.00004674	0.0078	0.0237
Modal	8	0.142	7.429E-06	0.0125	0.0011
Modal	9	0.135	0.0066	0.0025	0.0073
Modal	10	0.128	0.0132	0.0003	0.0067
Modal	11	0.122	0.0002	0.0159	0.000006855
Modal	12	0.105	0.0011	0	0.0044
Modal	13	0.095	0.0035	0.0005	0.0007
Modal	14	0.088	9.506E-06	0.0083	0.0023
Modal	15	0.085	0.0025	0.0003	0.0001
Modal	16	0.082	0.0002	0.0002	0.0017
Modal	17	0.072	0.001	0.0002	0.000003764
Modal	18	0.068	0.0001	0.0016	0.0009

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Por lo que se puede apreciar que el comportamiento estático de la edificación en los tres primeros modos no es algo muy común visto, se tomó en cuenta que el 1ero tiene el fenómeno de torsión o rotación pura, el 2do y 3er modo de vibración tuvo el mayor porcentaje de la masa participativa en desplazamiento o traslación, con un periodo en X de 0.738seg y en Y de 0.685seg

Tabla 54. Cortante Basal

Output Case	Case Type	FX	FY
		tonf	tonf
DERIVA SISMO EST X	Combination	-196.38	0
DERIVA SISMO EST Y	Combination	0	-182.92

Fuente : Elaboración propia

Interpretación: La cortante basal en X de 1178.3 ton y en Y de 1097.49 toneladas lo cual es similar a lo hallado en el cuadro Excel, por lo que se optó por el resultado del ETABS para determinar la cortante basal.

## **V. DISCUSIÓN**

Objetivo 1: Determinar cuánto influye el análisis sísmico en la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima – 2022 con la normativa E0.30 vigente.

Antecedente: Murillo (2021) en su investigación realizó una evaluación estructural y reforzamientos con ampliación de columnas e implementación de muros de corte para una vivienda multifamiliar, obteniendo mejoras en la disminución del periodo de un 28.5% y de los desplazamientos laterales en un 95% en X mientras en Y se mantuvo.

Resultados: Iniciando la investigación la vivienda por su antigüedad se denotaba la falta de experiencia y a nivel estructural los daños que había sufrido la estructura debido a ello se encontraron con un sinnúmero de irregularidades como los desplazamientos laterales 0.016m X, 0.038m Y en ambos ejes, los periodos de vibración 1.159 seg y la resistencia a la compresión de las columnas 106.1 kg/cm<sup>2</sup> debido a todo ello se propone los reforzamientos de muros con los cuales logra reducir un 90.6% del periodo, también logra reducir sus desplazamientos laterales en X a un 90 % y en Y en un 93.4 %

Comparación: Según los antecedentes, con un buen análisis sísmico se logró identificar daños en la estructura y con ello tener una reducción del periodo de vibración con el cual en nuestra investigación se realizó el análisis sísmico y con el reforzamiento de muros de corte obtuvimos una reducción del periodo de vibración similar al antecedente

Objetivo 2: Determinar cuánto influye el reforzamiento estructural en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022

Antecedente: Castro y Vásquez (2018) en su investigación determinaron un reforzamiento para poder reducir la fragilidad estructural en la vivienda con el cual opto con colocar un reforzamiento de un muro con el cual logro disminuir la cortante basal en un 65% con ello también logro reducir sus derivas en un 21%.

Resultados: En la presente investigación, se encontró una inestabilidad por falta de rigidez con ello se optó de colocar muros de corte con el cual se obtuvo un aumento del 15% en la cortante basal y las derivas en este caso redujeron significativamente un 88.8% debido los muros agregados por reforzamiento obteniendo una mayor rigidez, gracias a ello se logró disminuir el periodo de vibración en un 90.6%.

Comparación: Con el reforzamiento propuesto logran reducir su cortante basal y sus derivas con lo cual nuestro reforzamiento con muros de corte se logra reducir similar al antecedente

Objetivo 3: Determinar cuánto influye el disipador viscoso en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima - 2022

Antecedente: Villarreal y La Rosa (2016) en su investigación propone un reforzamiento de disipadores viscosos con ello logra reducir los desplazamientos a un 41.6% y así cumpliendo lo estipulado en la norma y en los periodos no existe reducción, también se encuentra una rigidez del 25776.53 T/m<sup>2</sup> en el piso 1 en el resto de la estructura 2687803 T/m<sup>2</sup>.

Resultados: Al realizar el diseño del disipador no encontramos con una rigidez de 35118.67 T/m<sup>2</sup> en el primer piso y 37343.80 T/m<sup>2</sup> en los pisos posteriores con esto se determina que la rigidez de los disipadores aumenta y con ello el coeficiente de amortiguamiento del disipador que es de 305 t\*s/m, gracias a las propiedades del disipador se logra reducir los desplazamientos en un 73.3% y así cumpliendo con la norma también en los periodos son los resultados similares o con poca reducción del 0.5% debido a que no se aporta rigidez.

Comparación: Se obtuvieron resultados favorables con la reducción de desplazamientos significativamente debido a la rigidez del brazo metálico y el amortiguamiento del disipador sin embargo en los periodos no se redujo significativamente debido a que los disipadores no aportan rigidez a la estructura con el cual se puede afirmar que fueron resultados esperados y similares a los antecedentes.

## **VI . CONCLUSIONES**

- Se evaluó dos reforzamientos, uno con muros de corte y el otro con disipadores viscosos, con los cuales se disminuyeron las derivas y los periodos de vibración, aumentando la rigidez de la estructura con los muros de corte.
- Los muros de corte ayudaron a que el comportamiento estructural sea el adecuado con los modos de vibración provocando en el 1er y 2do modo la traslación y en el 3ero modo se observó la rotación pura.
- El reforzamiento que se optó por los muros de corte ayudaron a disminuir la torsión a 1.252 menor a 1.3 y con las derivas máximas menores de 0.002 que es menor que 0.007 de entrepiso cumpliendo con la normativa sismo resistente E.0.30.
- El modo de vibración de la estructura no se ve afectado por la implementación de los disipadores viscosos por lo que se concluyó que los disipadores no alteran la rigidez de la estructura.
- Los disipadores de energía viscoso lograron disminuir en un 73.3% de los desplazamientos de la estructura, con lo que se concluye que los disipadores tienen una buena capacidad para disipar la energía producido por un sismo.
- Se concluyó que con los disipadores viscosos ayudan a recibir primero la energía emitida por un sismo ayudando a reducir los daños en la estructura.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar más testigos diamantinos en la edificación para poder obtener una resistencia a la compresión del concreto más exacto para el análisis sísmico para futuras investigaciones.
- Recomendamos realizar un reforzamiento de muros de corte en la edificación si es que se quiere obtener una mejor rigidez en la edificación y aumentar las dimensiones de columnas.
- Se recomienda uniformizar los elementos estructurales en la vivienda para así reducir los puntos débiles de la estructura en cuestión.
- Se recomienda usar un sistema de reforzamiento dual con muros de corte y disipadores ya que ambos se complementan, ya que los muros de corte aumentan la rigidez de la estructura y los disipadores reducen la energía sísmica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Arias. 2006.** 2006.

**Baena, Guillermina. 2017.** *Metodología de la investigación.* Mexico : Patria, 2017.

**Baptista. 2006.** *Técnicas de recolección de datos.* 2006.

**Belizario, Christian. 2017.** *Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación.* Huancayo : s.n., 2017. pág. 170, Tesis de Grado.

**Carriera. 2007.** *reforzamiento estructural .* 2007.

**Castro, Gerson y Vasquez, Henry. 2018.** *DISEÑO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA CONVULNERABILIDAD SÍSMICA, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018.* Lima, Universidad Cesar Vallejo. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018. pág. 146, Tesis de Grado.

**Chávez, Carol y Gómez, José. 2020.** *DISEÑO DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO “INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR POLICÍA NACIONAL DEL NORTE.* Quito : Quito, 2020., 2020. pág. 282, Tesis de Grado.

**Cortez, Manuel. 2004.** *Descripcion de la población.* 2004.

*Elementos estructurales.* **Arquigrafo. 2017.** 2017.

**Enrique, Rus. 2020.** Economipedia. *Economipedia.* [En línea] Creative Commons, 10 de 12 de 2020. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>.

**Escamirosa Montalvo, L. F., Arroyo Matus, R., Ocampo García, M. de L., & Peralta Gálvez, H. 2019.** *Mejoramiento estructural de la vivienda tradicional de adobe de Chiapa de Corzo, Chiapas.* Chiapas : s.n., 2019. Vol. 8.

**Estrada, Katherine y Vivanco, Nicole. 2019.** *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito - Ecuador.* Quito : Quito, 2019., 2019. pág. 224, Tesis de Grado.

**Fernandez, Carlos. 2022.** *Resistencia del hormigon mediante el esclerometro o indice de rebote.* 2022.

**Gimenez, alejandro. 2019.** *Estudio de la vulnerabilidad sismica.* 2019.

**Hernandez. 2003.** *Confiabilidad alpha de cronbach.* 2003.

**Hernandez;Férnandez;Baptista. 2010.** *Diseño de metodología.* Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2010.

**Herrera Marco. 2018.** *Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso.* 2018.

**Huanca, José y Terrones, Yerson. 2019.** *EVALUACIÓN SÍSMICA DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL CON MUROS DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN DE LA CASA DE LA MUJER FLORENCIA DE MORA CON LA NORMA E030-2018 EN EL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.* Lima : s.n., 2019. pág. 152, Tesis de Grado.

**LaRepublica. 2020.** Arequipa registró 219 sismos de 797 que ocurrieron en el Perú. *La Republica.* 28 de Diciembre de 2020, pág. 1.

**Leon Alvarez, DAniel. 2011.** *Definiciones de muestra o muestreo.* Mexico : s.n., 2011.

**Murillo, Efraín. 2021.** *Evaluación estructural y alternativa de reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, Los Limoncillos, Los Olivos, Lima - 2019.* Lima, Universidad Cesar Vallejo. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021. pág. 141, Tesis de grado.

**PEÑAHERRERA, LEONARDO. 2018.** *ANÁLISIS SÍSMICO Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE UN EDIFICIO.* AMPATO : s.n., 2018.

**Perez, Francisco. 2014.** *Diseño sísmico basado en desplazamientos.* Medellin : s.n., 2014.

**Perez, Jaime. 2020.** *REFORZAMIENTO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA PARA AMPLIACIÓN DE NIVELES EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO DEPARTAMENTO DE LIMA.* Lima, Universidad San Martín de Porres. Lima : Universidad San Martín de Porres, 2020. pág. 203, Tesis de Grado.

**Ramos, Karol. 2019.** *REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR RUTH, UBICADA EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA 2019.* Lima : s.n., 2019. pág. 126, Tesis de Grado.

*Reforzamiento estructural. Sika Peru. 2008.* 2008.

*Reglamento colombiano de edificaciones. NSR-10. 1997.* Colombia : s.n., 1997.

**Reglamento Colombiano. 1997.** *NSR-10.* Colombia : s.n., 1997.

**Republica, La. 2020.** *Realidad estructural a nivel nacional.* 2020.

**Rodríguez, Mario y Restrepo, José. 2012.** *Práctica y diseño sísmico de edificios en México - cambios necesarios.* Mexico : s.n., 2012. Vol. 86. 0185-092X.

**Rodriguez, Paredes. 2012.** *Analisis modal.* 2012.

**Santos. 2017.** *Validez.* 2017.

*Sismicidad y seguridad estructural en las construcciones: lecciones aprendidas en México.* **Gavilan, Juan Jose, Aguirre, Jorge y Ramirez, Leonardo. 2018.** 2018.

**Tavea, Henando.** *Sociedad Geologica del Perú.* [En línea]

**Torres. 2013.** *Vulnerabilidad sismica.* 2013.

**Torres, Ana y Garrido, Miguel. 2016.** *Resistencia de materiales de columnas estructurales.* Mexico : s.n., 2016.

**Vargas, Zoila. 2009.** *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* San Pedro : s.n., 2009. págs. 155-165.

**Villacres, Jacome. 2016.** *Reforzamiento y mejoramiento estructural de edificios.* Mexico : s.n., 2016.

**Villareal; La Rosa. 2016.** *Edificaciones con disipadores viscosos.* 2016.

## **ANEXOS**

**Título: "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022"**  
**AUTOR: Lopez Zelada, Jean Paul; Labra de la cruz, Jordi**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES, INDICADORES, INSTRUMENTOS		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿De qué manera se diferencia la respuesta sísmica de un reforzamiento estructural y disipadores viscosos de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima - 2022?	Analizar la diferencia la respuesta sísmica de un reforzamiento estructural y disipadores viscosos de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima - 2022	Los disipadores de energía viscosos tendrán una mejor respuesta sísmica en cuanto al reforzamiento de muros de corte en la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima - 2022	Muros de corte	Características de muros de corte	Resistencia a la compresión de muros de corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de recolección de Datos
					Resistencia al corte(kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de recolección de Datos
					Dimensiones (m)	
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	Disipadores de Energía Viscosos	Características de disipadores de Energía Viscosos	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de Resultados de Laboratorio Según NTP 339.59-2017
¿Cuánto influye el análisis sísmico a la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima - 2022 con la normativa E 0.30 vigente?	Determinar cuanto influye el análisis sísmico en la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima - 2022 con la normativa E0.30 vigente	El Análisis sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el cercado de lima - 2022 aumentará la fuerza cortante basal con la normativa E 0.30 vigente			Dimensiones (m)	Ficha de recolección de Datos
					Desplazamientos (cm)	
¿Cuánto influye el reforzamiento estructural en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022?	Determinar cuanto influye el reforzamiento estructural en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022	El reforzamiento de muros de corte disminuirá las derivas de entrepiso de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima - 2022	V. DEPENDIENTE	Análisis Estático	Capacidad Portante del Suelo (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de Resultados de Laboratorio Según NTP 339.155
			Fuerza Cortante Basal (ton)		Ficha de recolección de Datos y Programa Etabs	
			Fuerza Sísmicas Horizontales y Verticales (ton)			
			Periodo de Vibración (seg)			
¿Cuánto influye el disipador viscoso en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022?	Determinar cuanto influye el disipador viscoso en el comportamiento sísmico de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el distrito de Cercado de Lima -2022	El disipador viscoso disminuirá el periodo de vibración de la vivienda multifamiliar de 6 pisos en el Cercado de Lima - 2022	Análisis Sísmico	Análisis Dinámico Modal Espectral	Modos de Vibración (rad/seg)	Ficha de recolección de Datos y Programa Etabs
					Rigidez del disipador (ton/m <sup>2</sup> )	
					Desplazamientos Laterales (m)	Ficha de recolección de Datos y Programa Etabs
					Coefficiente de amortiguamiento (ton*s/m)	
Fuerzas Cortantes de Entrepisos (ton)						

Título: "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022"						
AUTOR: Lopez Zelada, Jean Paul; Labra de la cruz, Jordi						
VARIABLE DE LA INYESTI	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Muros de corte	Los muros de corte son conocidos también como placas que tienen su mayor dimensión en una dirección a comparación de su ancho que es mucho menos, que proporcionan mayor resistencia y rigidez lateral ante movimientos laterales en la	Se consideró hacer un reforzamiento con muros de corte para aumentar la resistencia ante un sismo, disminuir los periodos de vibración y derivas laterales.	Características de muros de corte	Resistencia a la compresion de muros de corte (kgf/cm <sup>2</sup> ) Resistencia al corte(kgf/cm <sup>2</sup> ) Dimensiones (m)	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Descriptivo. Diseño de Investigación: No experimental.
Disipadores de Energia Viscosos TAYLOR	Son elementos que se apoyan a los pórticos de la edificación y que al momento de un sismo disipan la energía a través del paso fluido viscoso en su interior provocando así, una resistencia libre en la estructura o edificio.	Se consideró implementar disipadores de energía en la edificación aplicando el software etabs disminuir los periodos de vibración en la edificación y reemplazar las platas para el aumento de rigidez.	Características de disipadores de Energia Viscosos TAYLOR	Resistencia a la compresion (kgf/cm <sup>2</sup> ) Dimensiones (m) Desplazamientos (cm)	Razón	Población: Todas las viviendas multifamiliares aporticadas de 6 pisos en el cercado de lima
Analisis Sismico	El análisis sísmico es caracterizado por los diferentes periodos de vibración en la estructura que se basa en la geometría y la matriz de rigideces de la misma edificación (Villacres, 2016 pág. 44)	Se aplicará un análisis sísmico a la estructura para conocer la respuesta sísmica con la norma construido, con la vigente y con los reforzamientos aplicados. (Villacres, 2016 pág. 44).	Analisis Estatico  Analisis Dinamico Modal Espectral	Capacidad Portante del Suelo (kgf/cm <sup>2</sup> ) Fuerza Cortante Basal (ton) Fuerza Sismicas Horizontales y Verticales (ton) Periodo de Vibracion (seg)  Modos de Vibracion (rad/seg) Rigidez del disipador (ton/m <sup>2</sup> ) Desplazamientos Laterales (m) Coeficiente de amortiguamiento (ton's/m) Fuerzas Cortantes de Entrepisos (ton)	Razón	Muestra: Una vivienda multifamiliar aporticada de 6 pisos en la Av. prolongacion arica 1760  Muestreo: No Probabilístico  Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio.

# ANEXO 3 PLANO DE UBICACIÓN



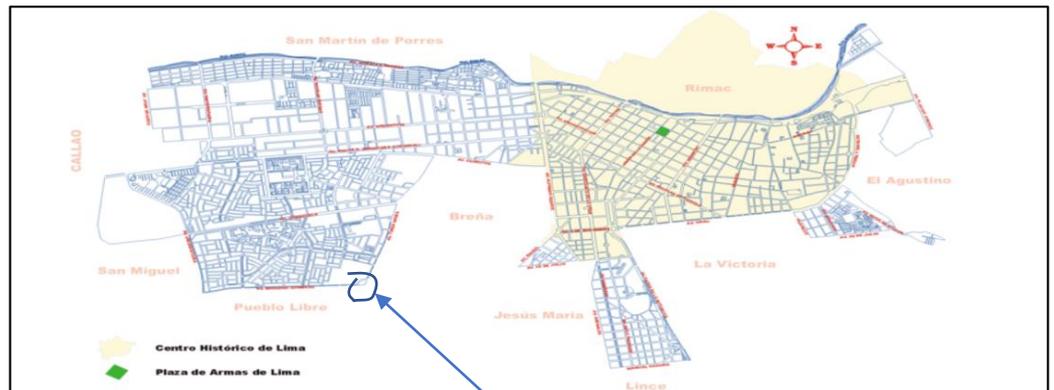
<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 PISOS EN LA PROL. ARICA 1760 - CERCADO DE LIMA	DEPARTAMENTO: LIMA PROVINCIA: LIMA DISTRITO: CERCADO DE LIMA
PLANO: UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	N° DE LAMINA: PUL-01 N° DE PARTIDA: P01008573
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ALUMNO(S): LABRA DE LA CRUZ JORDI GONZALO LOPEZ ZELADA JEAN PAUL
DATUM: WGS 84 - SISTEMA DE PROYECCION: UTM - HEMISFERIO: Sur - ZONA: 18	ESCALA: 1/500 FECHA: JUN 2022

## ANEXO 4: Localización departamental, provincial y distrital de la zona de estudio

MAPA DEL PERU



DEPARTAMENTO DE LIMA – PROV.  
LIMA – DIST DE CERCADO DE LIMA



### UBICACIÓN:

DEPARTAMENTO: LIMA

PROVINCIA : LIMA

DISTRITO: CERCADO DE LIMA

LUGAR : Av. Prolongación Arica 1760, Urb. Chacra Ríos

**Av. prolongación  
Arica 1760, Urb.**

UBICACION: Una vivienda ubicada en el distrito de cercado de lima en la Av. Prolongación Arica 1760

## ANEXO 5: FICHA DE RELECCION DE DATOS Y VALIDACION DE INSTRUMENTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Muros de Corte y Disipador de Energía

"Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022"

### Parte A: Datos generales

Tesista 01: Labra De la Cruz Jordi Gonzalo

Tesista 02: Lopez Zelada Jean Paul

Fecha: Lima, 26 SEP. 2022

### VARIABLE INDEP 1: Muros de Corte

OK	Periodo de vibración
OK	Derivas

Tesis: Vargas y Vizconde (2018) Estructuras con Encamisado y Muros de Corte: **Periodo de vibración y Derivas**

### VARIABLE INDEP 2: Disipador de Energía Viscoso

OK	Rigidez del disipador
OK	Coefficiente Amortiguamiento

Tesis: Villarreal y La Rosa (2016) Estructuras con disipadores Viscosos: **Rigidez del disipador y Coeficiente de Amortiguamiento**

### VARIABLE DEPENDIENTE: Análisis Sísmico

OK	Cortantes por piso
OK	Desplazamientos laterales
OK	Modos de vibración

Tesis: Ramos (2019) Análisis estático - espectral: **Modos de Vibración, Cortantes por piso y desplazamientos laterales**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

<p><b>Apellidos:</b> QUISPE PUMA  <b>Nombres:</b> ANTONIO  <b>Título:</b> INGENIERO CIVIL  <b>Grado:</b> TITULADO  <b>Nº Reg. CIP:</b> 218299  <b>Observaciones:</b>                  NINGUNO</p>	<p align="center"><b>Firma / CIP</b></p>  <p align="center">FIRMA</p>
<p><b>Apellidos:</b> SOPIDU PAELLA  <b>Nombres:</b> EDDY TEODOFILO  <b>Título:</b> INGENIERO CIVIL  <b>Grado:</b> MAGISTER  <b>Nº Reg. CIP:</b> 29935  <b>Observaciones:</b>                  NINGUNO</p>	<p align="center"><b>Firma / CIP</b></p> 
<p><b>Apellidos:</b> ARDILES CORDOVA  <b>Nombres:</b> EDUARDO  <b>Título:</b> INGENIERO CIVIL  <b>Grado:</b> DOCTOR  <b>Nº Reg. CIP:</b> 74295  <b>Observaciones:</b>                  NINGUNO</p>	<p align="center"><b>Firma / CIP</b></p> 

## ANEXO 6: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

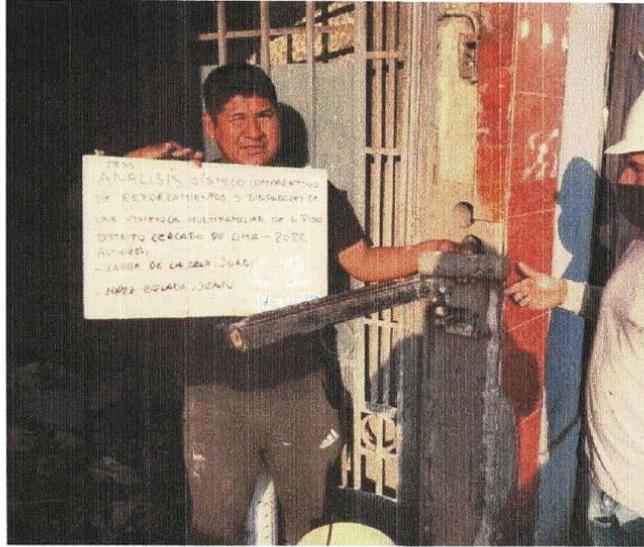
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



	<p>EXCAVACIÓN DE CALICATAS PARA EL PROYECTO DE LA TESIS "<i>Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima-2022</i>" – Ubicado en Av. Prolongación Arica 1760, Cercado de Lima, Lima, Perú</p>
	<p>EXTRACCIÓN DE LA DIAMANTINA C-1 DE LA TESIS "<i>Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima-2022</i>" – Ubicado en Av. Prolongación Arica 1760, Cercado de Lima, Lima, Perú</p>

MTL GEOTECNIA S.A.C  
Socios Concreto Asfalto  
  
Einar Moreno Huaman  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 210906



EXTRACCIÓN DE LA DIAMANTINA C-2 DE LA TESIS *"Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima-2022"*– Ubicado en Av. Prolongación Arica 1760, Cercado de Lima, Lima, Perú



EXTRACCIÓN DE LA DIAMANTINA V-1 DE LA TESIS *"Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima-2022"*– Ubicado en Av. Prolongación Arica 1760, Cercado de Lima, Lima, Perú

MTL GEOTECNIA S.A.C  
Suelos, Concreto, Asfalto  
*Elmer Moreno Huaman*  
Elmer Moreno Huaman  
INGENIERO CIVIL  
N.º 211826

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>	Código	FOR-TC-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D420

<b>REFERENCIA</b>	: Resultados de Laboratorio e información de Campo
<b>AUTORES</b>	: LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Jean Paul
<b>TESIS</b>	: "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima - 2022"
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Prolongación Arica 1760 - Cercado de Lima - Lima - Perú
<b>COORDENADA</b>	: --
<b>CALICATA</b>	: C-1
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 3.00 m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80			s/m	-	-
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
		ARCILLA LIMOARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, HÚMEDA, COLOR BEIGGE. NO SE EVIDENCIÓ LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO	M-1	CL - ML	A-4 (1)

**OBSERVACIONES:**

- \* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>	Código	FOR-TC-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D420

<b>REFERENCIA</b>	: Resultados de Laboratorio e Información de Campo
<b>AUTORES</b>	: LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Jean Paul
<b>TESIS</b>	: "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima - 2022"
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Prolongación Arica 1780 - Cercado de Lima - Lima - Perú
<b>COORDENADA</b>	: -
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 3.00 m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10	/	/	s/m	-	-
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50	/	ARCILLA LIMOARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, HÚMEDA, COLOR BEIGGE. NO SE EVIDENCIÓ LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO	M-1	CL - ML	A-4 (1)
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

**OBSERVACIONES:**

- \* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>	Código	FOR-TC-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D420

<b>REFERENCIA</b>	: Resultados de Laboratorio e Información de Campo
<b>AUTORES</b>	: LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Jean Paul
<b>TESIS</b>	: "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima - 2022"
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Prolongación Arica 1760 - Cercado de Lima - Lima - Perú
<b>COORDENADA</b>	: -
<b>CALICATA</b>	: C-3
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 3.00 m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10	/		s/m	-	-
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60	/	ARCILLA LIMOARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, HÚMEDA, COLOR BEIGGE. NO SE EVIDENCIÓ LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO	M-1	CL - ML	A-4 (2)
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

**OBSERVACIONES:**

- \* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	29/11/2021
<b>PROYECTO</b> : "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos: distrito de Cercado de Lima - 2022"			
<b>SOLICITANTE</b> : LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Jean Paul			
<b>UBICACIÓN</b> : Av. Prolongación Arica 1760 - Cercado de Lima - Lima - Perú			
<b>Calicata</b> : C-1		<b>Aprobado por:</b> D. Del Río N.	
<b>Muestra</b> : M-1		<b>Ensayado por:</b> M. Flores C.	
<b>Profundidad</b> : 1.80 - 3.00 m		<b>Fecha de ensayo:</b> 16/11/2022	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	76.200	100.00	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>		
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%)	7.1	
2"	50.800	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>		
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL)	23	
1"	25.400	100.00		Límite Plástico (LP)	18	
3/4"	19.050	100.00		Índice Plástico (IP)	5	
1/2"	12.700	100.00		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b>		
3/8"	9.530	100.00		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
Nº 4	4.750	100.00		0.0	30.3	69.7
Nº 10	2.000	99.43		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
Nº 20	0.850	99.03		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL - ML	
Nº 40	0.430	98.83		Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (1)	
Nº 60	0.250	91.31		<b>Nombre del Grupo</b>		
Nº 140	0.150	77.03		Arcilla limo arenoso de baja plasticidad		
Nº 200	0.075	69.72				

**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** CL - ML Arcilla limo arenoso de baja plasticidad  
ASTM 2488

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Multipunto. El método de preparación es el seco a 110±5°C, además el método de secado es a horno a

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



- OBSERVACIONES:**
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
  - Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	25/11/2021
<b>PROYECTO</b> : Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos distrito de Cercado de Lima- 2022			
<b>SOLICITANTE</b> : LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Juan Paul			
<b>UBICACIÓN</b> : Av. Prolongación Arica 1780 - Cercado de Lima - Lima - Perú			
<b>Calicote</b> : C-2		<b>Aprobado por:</b> D. Del Río N.	
<b>Muestra</b> : M-1		<b>Ensayado por:</b> M. Flores C.	
<b>Profundidad</b> : 1.40 - 3.00		<b>Fecha de ensayo:</b> 16/11/2022	

TAMZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>	
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%)	6.6
2"	50.800	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>	
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL)	23
1"	25.400	100.00		Límite Plástico (LP)	18
3/4"	19.050	100.00		Índice Plástico (IP)	5
1/2"	12.700	100.00		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b>	
3/8"	9.530	100.00		Grava (%)	0.0
Nº 4	4.750	100.00		Arena (%)	29.8
Nº 10	2.000	99.29		Finos (%)	70.4
Nº 20	0.850	98.97		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
Nº 40	0.430	96.61		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL - ML
Nº 60	0.250	91.40		Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (1)
Nº 140	0.150	77.35		<b>Nombre del Grupo</b>	
Nº 200	0.075	70.40	Arcilla limosa de baja plasticidad con arena		

**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** CL - ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena  
ASTM 2488

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Multipunto. El método de preparación es el seco a 110±5°C, además el método de secado es a horno a

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p>  <p><b>Jefe de Laboratorio</b></p>	<p>Revisado por:</p>  <p><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b></p>	<p>Aprobado por:</p>  <p><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b></p>
---	---	---

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	25/11/2021
<b>PROYECTO</b> : "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022"			
<b>SOLICITANTE</b> : LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Jean Paul			
<b>UBICACIÓN</b> : Av. Prolongación Arica 1780 - Cercado de Lima - Lima - Perú			
<b>Calicata</b>	: C-3	<b>Aprobado por:</b>	D. Del Río N.
<b>Muestra</b>	: M-1	<b>Ensayado por:</b>	M. Flores C.
<b>Profundidad</b>	: 1.50 - 3.00 m	<b>Fecha de ensayo:</b>	18/11/2022

TAMZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 7.5
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Limite Líquido (LL) 23 Limite Plástico (LP) 17 Indice Plástico (IP) 6
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b> Grava (%) 0.0    Arena (%) 31.6    Finos (%) 68.4
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL - ML Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-4 (2)
3/8"	9.530	100.00		
Nº 4	4.750	100.00		<b>Nombre del Grupo</b> Arcilla limo arenoso de baja plasticidad
Nº 10	2.000	99.36		
Nº 20	0.850	98.88		
Nº 40	0.430	96.25		
Nº 60	0.250	90.68		
Nº 140	0.150	75.38		
Nº 200	0.075	68.37		

**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2488    CL - ML    Arcilla limo arenoso de baja plasticidad

**INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada el horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Multipunto. El método de preparación es el seco a 110±5°C, además el método de secado es a horno a

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>  Jefe de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 219096 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>		Código	FOR-PR-LAB-MS-009.01
	<b>CORTE DIRECTO DE SUELO CONSOLIDADO DRENADO</b>		Revisión	3
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	4/05/2022

**TESIS** : "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022"

**AUTORES** : LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Jean Paul

**UBICACIÓN** : Av. Prolongación Arica 1760 - Cercado de Lima - Lima - Perú

---

**Sondaje/Calicata** : C-1 Aprobado por: D. Del Rio R.

**Muestra** : M-1 Ensayado por: M. Flores C.

**Profundidad** : 1.50 - 3.00 m Fecha de ensayo: 17/1/2022

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**  
NTP 339.171

<b>Características de la muestra:</b>		<b>Descripción Visual de la muestra:</b>	
Estado de la muestra	Remoldeada	-	
Velocidad de corte	0.3	mm/min	
Gravedad Específica	-	-	
<b>Características de los equipos:</b>			
Balanza	BAL-001.01		
Horno	HOR-001.01		
Equipo de Corte	COR-001.01		

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	20.0	mm	Altura Inicial:	20.0	mm	Altura Inicial:	20.0	mm
Diámetro de caja:	61.5	mm	Diámetro de caja:	61.5	mm	Diámetro de caja:	61.5	mm
Área Inicial:	29.7	cm <sup>2</sup>	Área Inicial:	29.7	cm <sup>2</sup>	Área Inicial:	29.7	cm <sup>2</sup>
Densidad Seca:	1.638	gr/cm <sup>3</sup>	Densidad Seca:	1.638	gr/cm <sup>3</sup>	Densidad Seca:	1.638	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	21.7	%	Humedad Inic.:	21.7	%	Humedad Inic.:	21.7	%
Esf. Normal:	0.49	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Normal:	0.98	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Normal:	1.97	kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	0.26	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte:	0.53	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte:	0.97	kg/cm <sup>2</sup>

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.05	0.11	0.10	0.14	0.15	0.10	0.20	0.10
0.20	0.07	0.14	0.20	0.16	0.16	0.20	0.23	0.12
0.30	0.07	0.15	0.30	0.17	0.18	0.30	0.36	0.18
0.40	0.08	0.15	0.40	0.20	0.21	0.40	0.41	0.21
0.50	0.09	0.17	0.50	0.23	0.24	0.50	0.44	0.23
1.00	0.10	0.21	1.00	0.28	0.29	1.00	0.55	0.29
1.50	0.12	0.25	1.50	0.31	0.32	1.50	0.57	0.34
2.00	0.14	0.28	2.00	0.37	0.37	2.00	0.74	0.38
2.50	0.16	0.32	2.50	0.40	0.41	2.50	0.80	0.41
3.00	0.16	0.33	3.00	0.41	0.42	3.00	0.84	0.43
4.00	0.19	0.39	4.00	0.44	0.45	4.00	0.88	0.45
6.00	0.22	0.45	6.00	0.49	0.49	6.00	0.93	0.47
8.00	0.25	0.50	8.00	0.51	0.52	8.00	0.95	0.48
10.00	0.29	0.54	10.00	0.53	0.54	10.00	0.97	0.49

**OBSERVACIONES:**

Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante la malla N° 4 a una densidad seca 1.793 g/cm<sup>3</sup>.  
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-PR-LAB-MS-009.01
	CORTE DIRECTO DE SUELO CONSOLIDADO DRENADO		Revisión	3
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	4/05/2022

<b>TESIS</b>	: "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022"		
<b>AUTORES</b>	: LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Juan Paul		
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Prolongación Arica 1760 - Cercado de Lima - Lima - Perú		
<b>Sondaje/Calcata</b>	: C-1	<b>Aprobado por:</b>	D. Del Río R.
<b>Muestra</b>	: M-1	<b>Ensayado por:</b>	M. Flores C.
<b>Profundidad</b>	: 1.50 - 3.00 m	<b>Fecha de ensayo:</b>	17/11/2022

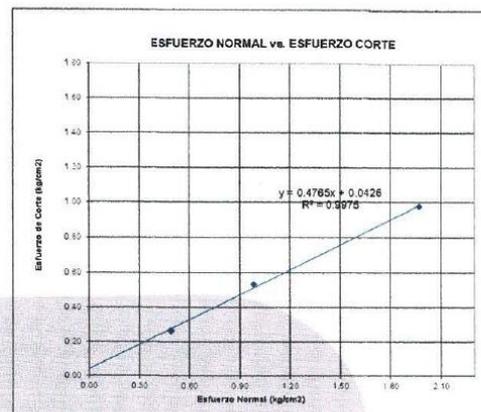
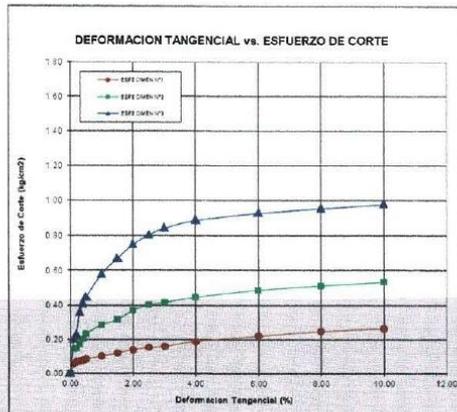
<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS</b>	
NTP 339.171	

Velocidad de corte: 0.3 mm/min

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

		Especimen 1	Especimen 2	Especimen 3
Esfuerzo Normal (σ3)	kg/cm <sup>2</sup>	0.49	0.98	1.97
Esfuerzo cortante	kg/cm <sup>2</sup>	0.263	0.532	0.975

**GRÁFICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS RESISTENTES**



**PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE**

<b>Cohesión</b>	0.04	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Angulo de fricción</b>	25.5	°

**OBSERVACIONES:**

Los tres especímenes de ensayo fueron remoldados con suelo pesante el tamiz N° 4  
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES, SULFATOS ,CLORUROS Y pH EN SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
<b>TESIS</b> : "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022" <b>AUTORES</b> : LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Jean Paul <b>UBICACIÓN</b> : Av. Prolongación Arica 1760 - Cercado de Lima - Lima - Perú <b>SONDAJE</b> : C-1			
<b>Muestra</b> : M-1 <b>Profundidad</b> : 1.50 - 3.00 m		<b>Aprobado por:</b> Diego del Río <b>Ensayado por:</b> Mirella Flores <b>Fecha de ensayo:</b> 15/11/2022	

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	910	0.091	NTP 339.152
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	98	0.010	NTP 339.178/ AASHTO T290
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	367	0.037	NTP 339.177/ AASHTO T291
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	5.94		NTP 339.176

**INDICACIONES:**

- \* Durante la preparación, el material fue secado a 60°C
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO  
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DIAMANTINOS

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO  
ASTM C42

REFERENCIA : Datos de Laboratorio

AUTORES : LABRA DE LA CRUZ, Jordi Gonzalo y LOPEZ ZELADA, Juan Paul

TESIS : Analisis sismico comparativo de reforzamientos y dispasadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022"

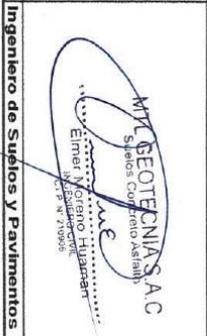
UBICACION : Av. Prolegación Alca 1780 - Cercado de Lima - Lima - Perú

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Edad (Dias)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Relacion altura / diametro	Factor de Corrección de Resistencia	Modo de Falla (1 al 6)
C-1	COLUMNA 1	17/11/22	28/11/22	11	13.40	6.70	35.25	2.00	1.002	4
C-2	COLUMNA 2	17/11/22	28/11/22	11	13.40	6.70	35.25	2.00	1.003	4
V-1	VIGA	17/11/22	28/11/22	11	7.90	6.70	35.25	1.18	1.003	3

MODO/TIPOS DE FALLA	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	Modo 6
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

OBSERVACIONES:

- Muestra extraída mediante perforadora diamantina.
- La norma ASTM C42 (3.5) indica que los resultados de la resistencia a la compresión de testigos extraídos mediante perforación equivalen al 85% del f<sub>co</sub> de diseño debido a la del concreto por la extracción u otros factores, en este caso el promedio de resistencia para las columnas es de 100.2 Kg/cm<sup>2</sup> que es 47.7% del f<sub>co</sub>, mientras que en las Vigas de 58.2kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 27.7%, por lo tanto, NO cumple para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suños y Pavimentos	Control de Calidad

## ANEXO 7 : FICHA DE CERTIFICACION DE ENSAYO



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



Certificado : TC - 12559 - 2022

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

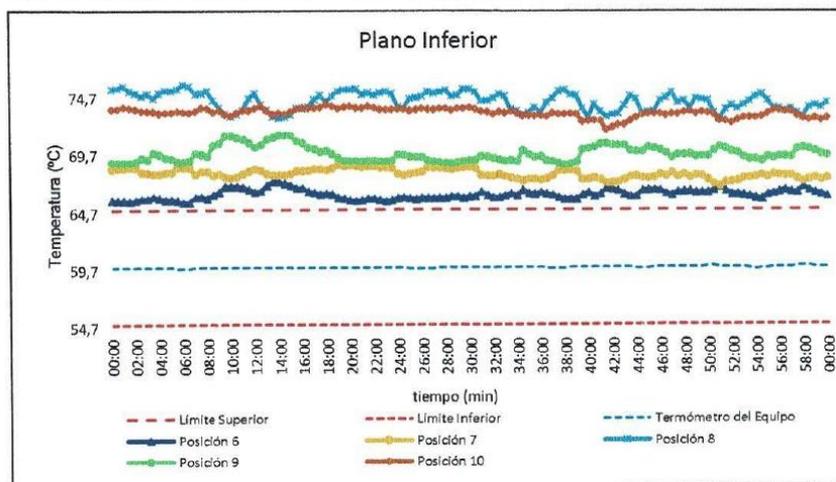
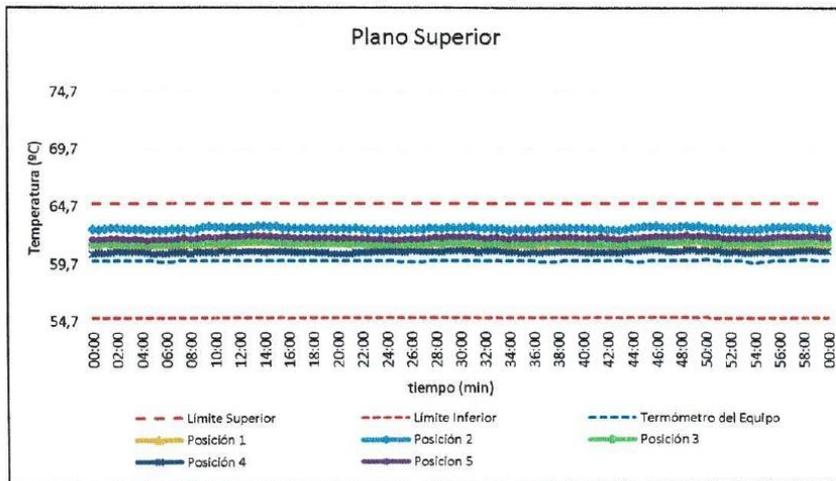
La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.  
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:





Gráfica de para la temperatura de trabajo de  $60\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



**[\*] Declaración de los límites especificados de temperatura.**  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isotermo:  
- No cumple con los límites especificados de temperatura.

Certificado : TC - 12559 - 2022

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
45:30	60,0	61,5	63,0	61,6	60,9	62,1	66,7	67,8	73,6	70,3	73,3	66,1	12,7
46:00	60,0	61,6	63,0	61,7	60,9	62,1	66,7	68,0	74,5	70,2	73,3	66,2	13,6
46:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	66,4	67,9	74,7	69,9	73,2	66,1	13,9
47:00	60,0	61,7	62,9	61,6	60,8	62,1	66,3	68,2	75,2	69,5	73,3	66,2	14,4
47:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,1	66,5	67,9	74,3	69,8	73,3	66,1	13,5
48:00	60,0	61,6	63,0	61,7	60,8	62,1	66,6	68,0	74,5	69,8	73,5	66,2	13,7
48:30	60,0	61,6	63,0	61,7	60,9	62,2	66,6	67,8	73,8	69,8	73,5	66,1	12,9
49:00	60,0	61,7	62,9	61,8	61,0	62,1	66,5	68,0	74,7	69,6	73,3	66,1	13,7
49:30	60,0	61,7	63,0	61,8	60,8	62,2	66,5	68,0	74,6	69,6	73,5	66,2	13,8
50:00	60,1	61,5	62,9	61,7	60,9	62,1	66,5	67,6	74,5	69,6	73,4	66,1	13,6
50:30	60,1	61,5	62,8	61,7	60,8	62,1	66,6	67,2	73,4	70,1	73,3	66,0	12,6
51:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,1	66,9	67,1	72,9	70,4	72,7	65,9	11,9
51:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,6	67,4	73,7	70,3	72,7	65,9	13,0
52:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,3	67,4	74,1	70,1	72,5	65,9	13,4
52:30	60,0	61,3	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,5	73,8	69,9	72,8	65,9	13,0
53:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,2	67,7	74,1	69,5	73,0	65,9	13,4
53:30	59,9	61,4	62,7	61,5	60,7	62,0	66,1	67,8	74,4	69,4	73,0	65,9	13,8
54:00	59,8	61,3	62,7	61,5	60,7	61,9	66,0	67,8	74,6	69,4	73,0	65,9	14,1
54:30	59,9	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	65,9	68,0	75,1	69,2	73,1	66,0	14,3
55:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,8	74,5	69,6	73,3	66,0	13,7
55:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,7	62,0	66,4	68,0	73,9	69,5	73,7	66,0	13,1
56:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,6	68,0	73,8	69,6	73,6	66,1	13,1
56:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,1	66,7	67,9	73,6	69,6	73,5	66,0	12,8
57:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,5	68,0	73,8	69,5	73,6	66,0	13,0
57:30	60,1	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	66,5	67,7	73,4	70,2	73,2	66,0	12,5
58:00	60,1	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	67,0	67,4	73,0	70,4	72,9	66,0	12,1
58:30	60,1	61,6	62,9	61,7	60,9	62,1	66,6	67,6	73,9	70,3	72,8	66,0	13,0
59:00	60,0	61,5	62,8	61,7	60,9	62,1	66,4	67,7	74,1	70,1	72,9	66,0	13,2
59:30	60,0	61,4	62,8	61,6	60,8	62,0	66,3	67,5	73,9	69,8	72,8	65,9	13,1
00:00	60,0	61,5	62,7	61,6	60,8	62,0	66,1	67,7	74,3	69,7	72,9	65,9	13,5
T.PROM	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,3	68,1	74,4	69,8	73,4	66,1	
T.MAX	60,1	61,7	63,0	61,8	61,0	62,2	67,4	68,9	75,9	71,5	74,2		
T.MIN	59,8	61,3	62,6	61,4	60,6	61,8	65,6	67,1	72,9	68,9	71,9		
DTT	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	1,8	1,9	3,0	2,6	2,3		

Resumen de resultados

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	75,9	0,3
Temperatura Mínima Medida	60,6	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	13,7	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3,0	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,5	0,05
Uniformidad Medida	15,3	0,3



Certificado : TC - 12559 - 2022

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
30:30	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,1	68,6	75,2	69,3	73,7	66,2	14,3
31:00	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,5	68,0	74,5	69,6	73,6	66,1	13,6
31:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,2	67,9	74,5	69,6	73,5	66,0	13,7
32:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,1	68,0	74,7	69,5	73,3	66,0	13,9
32:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,1	68,0	75,1	69,3	73,5	66,1	14,2
33:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,2	67,9	74,9	69,2	73,4	66,0	14,0
33:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,4	67,8	73,7	69,3	73,6	65,9	12,9
34:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,2	67,6	73,6	69,2	73,4	65,8	12,9
34:30	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	62,0	66,7	67,5	73,2	70,1	73,2	65,9	12,5
35:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,6	61,9	66,4	67,6	73,4	69,8	73,2	65,9	12,8
35:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	66,3	67,6	73,9	69,5	73,1	65,9	13,3
36:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,5	67,5	73,4	69,6	73,2	65,8	12,7
36:30	59,9	61,3	62,8	61,5	60,7	61,9	66,4	67,7	74,3	69,2	73,1	65,9	13,6
37:00	59,9	61,5	62,8	61,6	60,7	62,0	66,3	67,9	74,7	69,2	73,4	66,0	13,9
37:30	59,9	61,5	62,8	61,6	60,7	62,0	66,1	68,4	75,3	69,0	73,3	66,1	14,6
38:00	59,9	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,4	75,4	68,9	73,3	66,1	14,6
38:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,4	75,0	69,0	73,3	66,0	14,2
39:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,3	75,0	69,1	73,3	66,0	14,2
39:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,6	73,8	70,2	72,6	65,9	13,0
40:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,5	67,6	72,9	70,3	72,7	65,9	12,2
40:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	61,9	66,2	67,8	74,2	70,4	72,8	66,0	13,5
41:00	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	66,4	67,6	73,5	70,7	72,7	65,9	12,8
41:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	62,0	66,8	67,3	73,1	70,7	71,9	65,8	12,4
42:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,7	67,3	73,2	70,6	72,1	65,8	12,5
42:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,9	66,6	67,4	73,3	70,6	72,4	65,8	12,6
43:00	60,0	61,3	62,6	61,4	60,7	61,9	66,3	67,6	74,1	70,6	72,4	65,9	13,4
43:30	60,0	61,5	62,7	61,4	60,8	61,9	66,2	67,9	74,9	70,1	72,7	66,0	14,1
44:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	62,0	66,2	67,9	74,7	70,0	73,0	66,0	13,9
44:30	59,9	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,6	67,7	73,4	70,0	73,3	66,0	12,5
45:00	59,9	61,5	63,0	61,5	60,9	62,0	66,7	67,7	73,5	70,4	73,3	66,1	12,6



Certificado : TC - 12559 - 2022

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
15:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,8	62,1	66,9	68,4	73,9	71,0	73,8	66,3	13,1
16:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,8	68,4	73,8	70,8	73,9	66,3	13,1
16:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,6	68,4	74,0	70,4	73,9	66,2	13,2
17:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,5	68,5	74,6	70,3	73,9	66,2	13,9
17:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,3	68,5	75,0	70,0	73,9	66,2	14,2
18:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,4	68,4	74,4	70,1	74,2	66,2	13,7
18:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,3	68,6	74,9	69,8	74,0	66,2	14,2
19:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,0	68,9	75,3	69,5	73,8	66,2	14,6
19:30	60,0	61,6	62,8	61,5	60,6	62,0	66,0	68,8	75,5	69,2	73,9	66,2	14,8
20:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	61,9	65,8	68,9	75,5	69,2	74,0	66,2	14,8
20:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	62,0	65,7	68,8	75,5	69,2	73,9	66,2	14,9
21:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	62,0	65,8	68,7	75,1	69,2	73,9	66,1	14,4
21:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,7	62,0	66,0	68,8	75,2	69,3	74,0	66,2	14,5
22:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,7	61,9	66,0	68,8	75,0	69,3	73,9	66,1	14,3
22:30	60,0	61,5	62,7	61,5	60,7	61,9	65,8	68,7	75,2	69,2	73,7	66,1	14,5
23:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	65,7	68,7	75,3	69,2	73,7	66,1	14,5
23:30	60,0	61,4	62,6	61,5	60,8	61,9	65,8	68,6	75,1	69,2	73,7	66,1	14,3
24:00	60,0	61,3	62,7	61,4	60,8	61,9	66,0	68,1	74,0	69,8	73,8	66,0	13,2
24:30	60,0	61,3	62,6	61,4	60,8	61,8	66,1	68,0	73,8	69,7	73,8	65,9	13,0
25:00	59,9	61,3	62,6	61,4	60,8	61,8	66,0	68,1	74,7	69,6	73,6	66,0	13,9
25:30	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	65,9	68,2	74,7	69,5	73,7	66,0	14,0
26:00	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	66,0	68,3	74,9	69,5	73,8	66,1	14,0
26:30	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,7	75,3	69,3	73,7	66,1	14,5
27:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,6	75,1	69,1	73,7	66,1	14,4
27:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,0	68,6	75,2	69,1	73,8	66,1	14,4
28:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,0	66,6	75,4	69,0	73,8	66,2	14,6
28:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,1	66,5	74,9	69,0	73,7	66,1	14,1
29:00	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,1	68,6	75,0	69,0	73,8	66,2	14,1
29:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,9	62,1	66,0	68,7	75,5	69,2	73,8	66,2	14,6
30:00	60,0	61,6	62,8	61,6	60,9	62,1	66,1	68,7	75,5	69,2	73,9	66,3	14,6

Certificado : TC - 12559 - 2022

Resultados de medición (1er punto de calibración)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
60 °C ± 5 °C	60 °C	110 min	60%	Fuentes metálicas con muestras del cliente

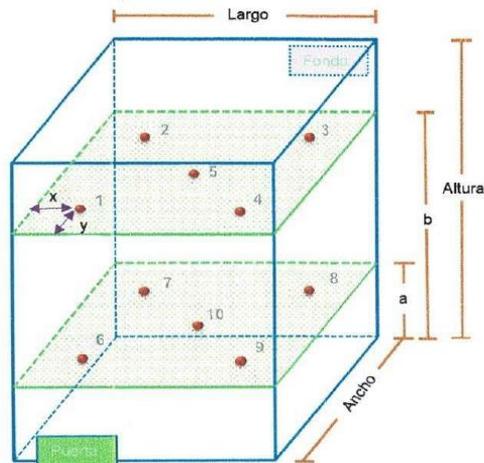
t (min)	i (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> T <sub>min</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	60,0	61,4	62,7	61,4	60,6	61,9	65,9	66,6	75,5	69,1	73,7	66,1	14,9
00:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,8	65,8	66,6	75,5	69,1	73,8	66,1	14,9
01:00	60,0	61,8	62,8	61,5	60,8	61,9	65,8	66,6	75,7	69,0	73,9	66,1	15,1
01:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	61,9	65,7	66,7	75,3	69,1	73,8	66,1	14,6
02:00	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	65,9	66,7	75,1	69,2	73,7	66,1	14,3
02:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	66,2	74,9	69,5	73,6	66,0	14,1
03:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	66,0	66,2	75,1	69,4	73,5	66,0	14,3
03:30	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	66,1	66,1	74,7	70,0	73,5	66,1	13,9
04:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	66,0	66,1	75,2	69,8	73,4	66,1	14,4
04:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,8	65,9	66,2	75,4	69,5	73,4	66,0	14,7
05:00	60,0	61,3	62,7	61,4	60,6	61,8	65,9	66,2	75,3	69,4	73,4	66,0	14,8
05:30	59,9	61,4	62,7	61,4	60,6	61,8	65,8	66,7	75,5	69,2	73,5	66,1	14,9
06:00	59,9	61,4	62,7	61,5	60,6	61,8	65,6	66,7	75,9	69,1	73,5	66,1	15,3
06:30	59,9	61,3	62,7	61,4	60,7	61,8	65,7	66,7	75,7	69,2	73,4	66,1	15,0
07:00	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,9	66,1	66,1	75,1	69,9	73,5	66,1	14,4
07:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,1	66,3	75,2	69,8	73,9	66,2	14,4
08:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,6	61,9	66,0	66,3	75,3	69,6	73,8	66,1	14,7
08:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,3	66,0	74,5	70,5	73,5	66,1	13,8
09:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,7	62,0	66,6	66,1	73,9	70,8	73,6	66,2	13,1
09:30	60,0	61,5	63,0	61,6	60,8	62,1	67,0	67,8	73,3	71,4	73,3	66,2	12,6
10:00	60,0	61,5	62,9	61,5	60,7	62,0	67,0	67,8	73,1	71,4	73,1	66,1	12,5
10:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	67,0	67,8	73,3	71,2	73,4	66,2	12,5
11:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,1	66,9	66,1	73,7	71,1	73,6	66,2	12,9
11:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,8	66,3	74,7	70,8	73,6	66,3	13,9
12:00	60,0	61,6	62,9	61,7	60,7	62,1	66,5	66,5	75,1	70,4	73,8	66,3	14,4
12:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,2	66,6	66,4	74,1	70,6	74,0	66,3	13,3
13:00	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,2	67,1	66,1	73,7	71,1	73,6	66,3	12,9
13:30	60,0	61,7	63,0	61,7	60,8	62,2	67,4	66,0	73,1	71,3	73,3	66,2	12,5
14:00	60,0	61,7	63,0	61,7	60,8	62,1	67,4	66,0	73,0	71,5	73,4	66,3	12,6
14:30	60,0	61,6	63,0	61,7	60,8	62,1	67,3	66,0	73,0	71,4	73,3	66,2	12,5
15:00	60,0	61,6	63,0	61,6	60,8	62,1	67,1	66,1	73,3	71,4	73,5	66,3	12,7

Trazabilidad

Certificado : TC - 12559 - 2022

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0849-2021 Octubre 2021

Ubicación de los sensores dentro del medio isoterma



Largo : 44,7 cm  
Ancho : 35,0 cm  
Altura : 44,7 cm

Plano inferior (a) : 9,1 cm  
Plano superior (b) : 40,0 cm

x : 5,0 cm  
y : 5,0 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.  
El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

Nomenclatura de abreviaturas

t	: Instante de tiempo en minutos.	<b>T.PROM</b>	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
I	: Indicación del termómetro del equipo.	<b>Tprom</b>	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
<b>T. MÁX</b>	: Temperatura máxima por sensor	<b>DTT</b>	: Desviación de temperatura en el tiempo.
<b>T. MÍN</b>	: Temperatura mínima por sensor		
<b>T. max</b>	: Temperatura máxima para un instante dado.		
<b>T. min</b>	: Temperatura mínima para un instante dado.		



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 12559 - 2022

Proforma : 10877A Fecha de Emisión : 2022-08-10

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : Calle La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima - Lima

Equipo : Horno  
Marca : PERUTEST  
Modelo : PT-H76  
Número de Serie : 458  
Identificación : No indica  
Procedencia : No indica  
Circulación del aire : Ventilación forzada  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2022-08-09

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C
Selector	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

### Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

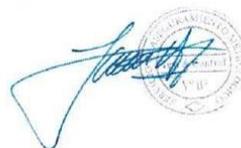
### Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,8 °C	16 %hr	228 V
Final	67,8 °C	70 %hr	223 V

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

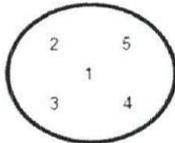
TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFF: 0316

Certificado de Calibración  
TC - 06639 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,5 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	0,0100	0,0098	-	-0,2	80,0000	79,9996	-	-0,4	-0,2	2,0
2		0,0097	-	-0,3		79,9995	-	-0,5	-0,2	
3		0,0099	-	-0,1		79,9995	-	-0,5	-0,4	
4		0,0097	-	-0,3		79,9995	-	-0,5	-0,2	
5		0,0097	-	-0,3		79,9997	-	-0,3	0,0	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,7 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0010	0,0009	-	-0,1	-	-	-	-	-	-
0,1000	0,1005	-	0,5	0,6	0,1005	-	0,5	0,6	1,0
10,0000	10,0001	-	0,1	0,2	10,0001	-	0,1	0,2	1,0
20,0000	19,9991	-	-0,9	-0,8	19,9992	-	-0,8	-0,7	1,0
50,0000	50,0000	-	0,0	0,1	50,0001	-	0,1	0,2	1,0
70,0000	69,9995	-	-0,5	-0,4	69,9995	-	-0,5	-0,4	2,0
90,0000	89,9996	-	-0,4	-0,3	89,9989	-	-1,1	-1,0	2,0
100,0001	99,9989	-	-1,2	-1,1	99,9991	-	-1,0	-0,9	2,0
150,0001	149,9988	-	-1,3	-1,2	149,9978	-	-2,3	-2,2	2,0
200,0002	199,9960	-	-4,2	-4,1	199,9950	-	-5,2	-5,1	2,0
250,0002	249,9950	-	-5,2	-5,1	249,9950	-	-5,2	-5,1	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)  
ΔL : Carga adicional  
E : Error del instrumento  
Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R + 1,13 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_R = 2 \times \sqrt{3,21 \times 10^{-7} \text{ g}^2 + 1,35 \times 10^{-10} \times R^2}$$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 249,9082 g para una carga de valor nominal 250 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Certificado de Calibración  
TC - 06638 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-172-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	No Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	74 %	72 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	125,0000	124,9979	-	-2,1	1	250,0000	249,9944	-	-5,6
2		124,9980	-	-2,0	2		249,9945	-	-5,5
3		124,9984	-	-1,6	3		249,9949	-	-5,1
4		124,9979	-	-2,1	4		249,9947	-	-5,3
5		124,9980	-	-2,0	5		249,9944	-	-5,6
6		124,9978	-	-2,2	6		249,9945	-	-5,5
7		124,9978	-	-2,2	7		249,9941	-	-5,9
8		124,9980	-	-2,0	8		249,9959	-	-4,1
9		124,9978	-	-2,2	9		249,9945	-	-5,5
10		124,9980	-	-2,0	10		249,9947	-	-5,3
Emáx - Emin   (mg)				0,6	Emáx - Emin   (mg)				1,8
error máximo permitido (±mg)				2,0	error máximo permitido (±mg)				3,0



## Certificado de Calibración

**TC - 06639 - 2022**

Proforma : 10360A Fecha de emisión : 2022-05-03

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**Instrumento de medición** : Balanza  
Tipo : Electrónica  
Marca : DENVER  
Modelo : AA-250  
N° de Serie : No indica  
Capacidad Máxima : 250 g  
Resolución : 0,0001 g  
División de Verificación : 0,001 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 0,1 g  
Procedencia : NO INDICA  
N° de Parte : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : Laboratorio  
Variación de  $\Delta T$  Local : 4 °C  
Fecha de Calibración : 2022-04-28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
2 Termopares tipo S incertidumbre del orden de 0,3 °C DM-INACAL	Termómetro Digital 0 °C a 1767 °C	LT-150-2021 LT-151-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
1003,0	1004,8	1,8	0,6

**Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección**

**OBSERVACIONES**

Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición corresponden con la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale - ITS-90).

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC - 06638 - 2022**

Proforma : 10360

Fecha de emisión : 2022-05-02

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Mufla**  
 Marca : YF  
 Modelo : No indica  
 N° de Serie : 201251  
 Intervalo de indicación : 0 °C a 1300 °C  
 Resolución : 1 °C  
 Sensor : No indica  
 Procedencia : China  
 Identificación del equipo : No indica  
 Fecha de Calibración : 2022-04-28  
 Ubicación : No indica

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,6 °C	21,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	59,0 %hr	59,0 %hr

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

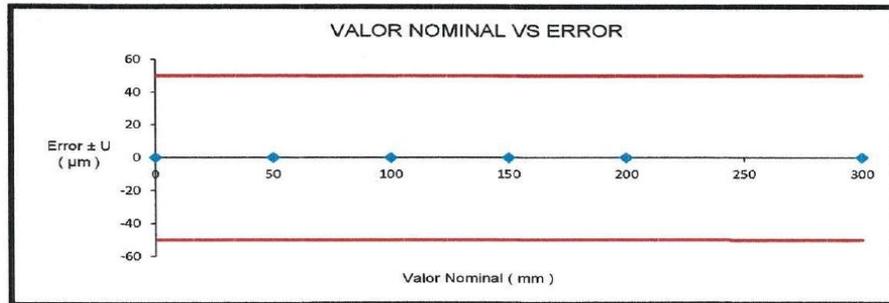
TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico.  
CFP: 0316

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**



**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**Error de repetibilidad (R)**

Valor Patrón (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
300,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a interiores ( $S_{E-I}$ )**

Valor Patrón (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ( $S_{E-P}$ )**

Valor Patrón (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

**Error de contacto lineal (L)**

Valor Patrón (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

**Error de contacto de superficie completa (J)**

Valor Patrón (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

**Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)**

Valor Patrón (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
5,000	0

**Incertidumbre de Medición :**  $(28,87^2 + 0,01^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$   
L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de  $\pm 50 \mu\text{m}$ , según norma DIN 862.



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-081-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-304-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 300 mm Grado 0	LLA-305-2022
Comparador Horizontal Incertidumbre de 0,2 $\mu\text{m}$ + 0,78 $\mu\text{m}/\text{m}$ DM-INACAL	Varilla Cilindrica 10 mm	LLA-004-2022
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-009-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Error de referencia inicial (I) = 0  $\mu\text{m}$

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor Patrón (mm)	Promedio de la indicación del Pie de Rey (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0
300,000	300,000	0

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
300,000	0



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC - 19148 - 2022**

PROFORMA : 15019

Fecha de emisión: 2022-10-19

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY**  
 Tipo : Analógico  
 Marca : JAGUAR  
 Modelo : No Indica  
 N° de Serie : No Indica  
 Intervalo de Indicación : 0 mm a 300 mm  
 División de Escala : 0,05 mm  
 Procedencia : No Indica  
 Identificación : No Indica  
 Fecha de Calibración : 2022 - 10 - 19

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	53,1 %	55,1 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga 3 MN 5000 kN	12821C

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Equipo ( kgf )	Lectura Convencionalmente Verdadera ( kgf )	Error ( kgf )	Incertidumbre ( kgf )
50,0	50,0	0,0	0,1
99,8	100,0	-0,2	0,1
149,8	150,0	-0,2	0,1
199,9	200,0	-0,1	0,1
249,9	250,0	-0,1	0,1
299,8	300,0	-0,2	0,1
349,8	350,0	-0,2	0,1
399,7	400,0	-0,3	0,1
449,7	450,0	-0,3	0,1

**OBSERVACIONES.**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-06636-2022

PROFORMA : 10360

Fecha de emisión : 2022 - 05 - 02

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martin De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CORTE DIRECTO**

Marca : PERUTEST

Modelo : PT-CD-500

Nº Serie : 1011

Intervalo de indicación : 500 Kg

Resolución : 0,01 Kg

Procedencia : PERÚ

Ubicación : Laboratorio

Fecha de Calibración : 2022 - 04 - 28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,1°C	17,3°C
HUMEDAD RELATIVA	52,0%	51,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0316

Certificado Nº : TC-02915-2022  
Página : 2 de 2

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	KN	(%)	KN	(%)	KN	(%)	KN
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0,2	3,4	0,0	0,31	0,15	3,09	0,01	0,21
0,4	8,5	0,4	8,19	0,02	0,31	0,01	0,28
0,6	12,4	0,5	9,77	0,13	2,63	0,01	0,45
0,8	15,8	0,6	12,96	0,14	2,84	0,02	0,55
0,8	16,4	0,7	14,82	0,08	1,58	0,03	0,64
1,1	21,6	1,0	19,39	0,11	2,21	0,03	0,60
1,6	32,5	1,5	30,43	0,10	2,07	0,03	0,70
2,1	42,5	2,0	40,01	0,12	2,49	0,03	0,80
20,3	405,0	20,0	400,10	0,24	4,90	0,04	0,80
40,4	808,0	40,0	800,40	0,38	7,60	0,04	1,80
100,5	2010,0	100,0	2000,00	0,50	10,00	0,04	2,80

*Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error*

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-02915-2022**

PROFORMA : 8637AC1 Fecha de emisión : 2022 - 02 - 22 Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
DIRECCIÓN : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA HIDRAULICA  
 Marca : UTEST Capacidad Máxima : 2000 KN  
 Modelo : UTC-4722FPR División de Escala, d : 0,01 KN  
 N° Serie : 141002539 Procedencia : No Indica  
 Código de Ident. : No Indica Ubicación : LABORATORIO  
 Indicación : KN

3.- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.

La calibración se realizó el día 19 de febrero del 2022 en las instalaciones de TEST & CONTROL S.A.C.

4. MÉTODO.

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. TRAZABILIDAD.

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-065-2021

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21 °C	21,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	60,0 %	59,0 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
 Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP:0316



**FORMATO  
COTIZACIONES DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**

Código	FOR-PR-ATC-01.01
Revisión	1
Aprobado	D.C.T.
Fecha	14/07/2021

REFERENCIA : SOLICITADO VÍA WHATSAPP EL 06/09/2022  
 SOLICITANTE : ----  
 ATENCIÓN : ----  
 TESIS : EMS CON FINES DE CIMENTACIÓN - EVALUACION  
 UBICACIÓN : Distrito de S.B.  
 FECHA : SAN MARTÍN DE PORRES, 09 DE NOVIEMBRE DE 2022

COT. N° LGG-227-22-A

CUADRO 1- PRESUPUESTO DE ACUERDO A SOLICITUD DEL CLIENTE						
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN Y PAVIMENTACION --- Tipo III						
Ítem	CONCEPTO	NORMA	Und.	Cantidad	PARCIAL	SUBTOTAL
<b>1.0</b>	<b>ENSAYOS DE CAMPO</b>					
1.1	Excavación de calicatas hasta 3.0 m	ASTM D4220	Und	0	S/. 200.00	S/.
1.2	Perfil estratigráfico	ASTM D4220	Und	3	S/. 50.00	S/. 150.00
1.3	Densidad natural - cono de arena [suelo granular]	ASTM D1556	Und	0	S/. 40.00	S/.
1.4	Extracción, tallado y ensayo de compresión testigo de diamantinos en obra hasta 3" DIAM. (MIN. 4)	ASTM C42	Und	3	S/. 250.00	S/. 750.00
1.5	Resane de agujeros con graut cementicio	---	Und	3	S/. 25.00	S/. 75.00
<b>2.0</b>	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>					
2.1	Contenido de Humedad	ASTM D2216	Und	3	S/. 10.00	S/. 30.00
2.2	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D6913	Und	3	S/. 40.00	S/. 120.00
2.3	Límite líquido y Límite plástico	ASTM D4318	Und	3	S/. 40.00	S/. 120.00
2.4	Clasificación de suelos SUCS - incluido	ASTM D2487	Und	3	S/.	S/.
2.5	Corte directo (INCLUYE CAPACIDAD PORTANTE)	ASTM D3080	Und	1	S/. 350.00	S/. 350.00
2.6	Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152	Und	1	S/. 70.00	S/. 70.00
2.7	Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	AASHTO T291	Und	1	S/. 70.00	S/. 70.00
2.8	Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	AASHTO T290	Und	1	S/. 70.00	S/. 70.00
2.9	Determinación del Potencial Hidrogeno PH	ASTM D4972	Und	1	S/. 70.00	S/. 70.00
<b>3.0</b>	<b>GABINETE</b>					
3.1	Elaboración de informe técnico y firma por PR	RNE	Und	1	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00
<b>4.0</b>	<b>EQUIPOS Y PERSONAL</b>					
4.1	Movilidad ida y retorno con equipos y personal - recojo de muestras	---	Und	1	S/. 125.00	S/. 125.00
					<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/. 3,000.00</b>
					<b>ADELANTO</b>	<b>S/. 1,500.00</b>

**NOTAS / ANOTACIONES:**

- \* Validez de oferta 30 días desde su emisión
- \* La conformidad de servicio se aplicará si el servicio se terminó de efectuar sin observación, queja o reclamo en un periodo de 1 semana de emitido el certificado.
- \* En el caso se encuentre losa por demoler, se añadirá 60 soles por cada punto de investigación.
- \* La cantidad de puntos de investigación se ha calculado acorde con lo indicado en la norma E.050 (Suelos y cimentaciones)
- \* Nuestros equipos de laboratorio de ensayo cuentan con certificados de calibración vigente, puede solicitarlos una vez iniciado el servicio
- \* El cliente deberá coordinar previamente los permisos necesarios y gestionar la seguridad y señalización de la zona de trabajo
- \* La presente propuesta incluye seguro SCTR, EPP, incluye exámenes médicos de nuestro personal.
- \* El cliente deberá asumir el pago del personal y equipo si durante el día sucede paralización de obra a la mitad de las actividades por razones ajenas a MTL Geotecnia, el monto por día como penalidad por Stand by será calculado de la siguiente manera:

$$\text{Costo por día Stand By} = (0.04 * M) + 160$$

Donde:

M = Sub total del proyecto en S/. sin I.G.V.

- \* **Tiempo de servicio: 09 días hábiles de recibida la orden de servicio**

(2 días para realización de calicatas y muestreo en campo, 5 días para los ensayos de laboratorio, 2 día informe)

Inicio de actividades: Al día siguiente de recibida la orden de servicio o previa coordinación posterior a la confirmación del pago.

- \* Posterior a la aceptación de la presente propuesta, remitir su orden de servicio o contrato al correo [informes@mtlgeotecniasac.com](mailto:informes@mtlgeotecniasac.com)

**FORMA DE PAGO:**

Para iniciar servicios	S/. 1,500.00	50% adelantado
Al finalizar el servicio	S/. 1,500.00	50% a la entrega de informe final

**CUENTAS DE PAGO:**

CTA CORRIENTE BANCO CONTINENTAL  
 AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965  
 AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32  
 CCI BANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32

Montos superiores a S/. 700.00 están sujetos al 12% de detracciones  
 BANCO DE LA NACIÓN DETRACCIONES: 00-051-080424

Atte:

**MTL GEOTECNIA S.A.C**  
**RUC: 20800375262**  
**DANLY CCOTO TRUJILLO**  
**GERENTE COMERCIAL**

Calle La Madrid N° 264 - Asociación Los Olivos - San Martín de Porres (Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

Telf.: (01) 457 2237 RPC 989 349 903 / 986 039 440

E-mail: [informes@mtlgeotecniasac.com](mailto:informes@mtlgeotecniasac.com) [www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)



Cel: 989349903  
Fijo: 01 4572237  
Jr. La Madrid 264  
Asociación Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
Informes@mtlgeotecniasac.com  
www.mtlgeotecniasac.com

RUC. 20600375262  
**RECIBO**  
Nº **001621**

Recibí de: Jordy labna  
La Suma de: S/1500 (66088ectivo 840)  
Por Concepto de: tests EMS con fines de cimentación

[Signature]  
Firma

Lima, 02 de Noviembre del 2022  
[Signature]  
Firma

## ANEXO 8 : CUADRO DE DOSIFICACION Y RESULTADOS

AUTOR: LABRA DE LA CRUZ, JORDI GONZALO Y LOPEZ ZELADA, JEAN PAUL				INDICADORES							
	AUTOR	TITULO	REFORZAMIENTO	Año	Fuerza cortante basal(ton)	Periodo de vibracion[s]	Desplazamiento lateral entrepiso(m)	Fuerzas cortantes de entre piso(ton)	Resistencia a la compresion(kg/cm2)	Modulo de elasticidad(kg/cm2)	Alturas de entrepiso
TESIS INTERNACIONAL	ESTRADA Y VIVANCO	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA, ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DEL REFORZAMIENTO DE UNA VIVIENDA DE TRES PISOS UBICADA EN EL NORTE DE QUITO ECUADOR	Enchape de mampostería para muros	2019	144.82ton	0.15	0.022 X 0.025 Y	en primer piso 3.9tn 32.32	90 kg/cm <sup>2</sup>	183083.74 kg/cm <sup>2</sup>	2.3m
					115.55ton	0.1274	0.015 X 0.0005 Y	disminuye desde el primer piso a 7.57,15.4	90 kg/cm <sup>2</sup>	183083.74 kg/cm <sup>2</sup>	
TESIS INTERNACIONAL	PEÑAHERRERA	ANÁLISIS SÍSMICO Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE UN EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO AFECTADO POR EL SISMO DEL 19 DE DICIEMBRE DEL 2016 UBICADO EN LA PARROQUIA TONSUPA	Encamisado metálico de columnas	2018	160.77ton	0.385	0.013 X 0.011 Y	-	130 en columnas y 200 en vigas y losas	-	2.80m
					128.33ton	0.655	0.0059 X 0.0054 Y	-	131 en columnas y 200 en vigas y losas	-	
TESIS NACIONALES	MURILLO	Evaluación estructural y alternativa de reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, Los Limoncillos, Los Olivos, Lima - 2019	ampliación de columnas, muros de concreto armado	2021	-	0.4	0.0053 X 0.000569 Y	-	C1 es 132.52 kg/cm <sup>2</sup> y C4 es 163.10 kg/cm <sup>2</sup>	-	2.9m
					-	0.286	0.00024 X 0.000563 Y	-	C1 es 132.52 kg/cm <sup>2</sup> y C4 es 163.10 kg/cm <sup>2</sup>	-	
TESIS NACIONALES	CASTRO Y VASQUEZ	DISEÑO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA CON VULNERABILIDAD SÍSMICA, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018"	muro de concreto armado de 210 kg/cm <sup>2</sup> y encamisado de columnas	2018	403.1ton	0.28	0.0035 X, 0.003 Y 1er piso, 2do piso es 0.0055 en X, en Y 0.005	1er piso 154.07 ton y 2do 125.46 ton	175	188771.1 kg/cm <sup>2</sup>	2.8m
					138.24 ton	0.24	0.0034 X, 0.003 Y 1er piso, 2do piso es 0.0037 en X, en Y 0.005	2 er piso 121.42 ton y 2do 104.42 ton	210	188771.1 kg/cm <sup>2</sup>	
TESIS NACIONALES	Perez Jaime	Reforzamiento y diseño estructural de una edificación de albañilería confinada para ampliación de niveles en el distrito de Carabaylo departamento de Lima	Fibra de carbono	2020	-	0.11	0.002434 X 0.000471 Y	1.27 X 0.39 Y	210 kg/cm <sup>2</sup>	1984313.48 kg/cm <sup>2</sup>	2.8 m
					-	0.60	-	-	175 kg/cm <sup>2</sup>	1984313.48 kg/cm <sup>2</sup>	
TESIS REGIONALES O LOCALES	Belizario Christiaa	Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación	Encamisado de concreto	2017	-	0.68	0.020130 X 0.01656 Y	2.32 X 2.27 Y	156 kg/cm <sup>2</sup>	188771.46 kg/cm <sup>2</sup>	2.8 m
					-	0.48	0.0019 X 0.0009 Y	-	210 kg/cm <sup>2</sup>	217370.7 kg/cm <sup>2</sup>	
TESIS REGIONALES O LOCALES	Heaca José y Terrones Yerson	Evaluación sísmica del reforzamiento estructural con muros de concreto armado con fines de ampliación de la Casa de la Mujer Florencia de Mora con la norma e030-2018 en el departamento de La Libertad	Muros de corte	2019	134.27	0.77	0.03 X 0.01 Y	-	-	-	2.8 m
					44.9	0.32	0.001493 X 0.001428 Y	-	210 kg/cm <sup>2</sup>	-	
TESIS REGIONALES O LOCALES	RAMOS	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR RUTH, UBICADA EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA 2013.	Sistema dual y muros de concreto	2019	150.84 ton en x y 301.67 ton en Y	0.23	0.0246 X 0.0009 Y	-	210 kg/cm <sup>2</sup>	247370 kg/cm <sup>2</sup>	2.4 m
					137.5 ton en x y 275 ton en Y	-	0.016 X 0.022 en Y	-	210 kg/cm <sup>2</sup>	247370 kg/cm <sup>2</sup>	
ARTICULOS EN OTRO IDIOMA	DE LA CRUZ, MUÑOZ Y MARIN	Evaluación de vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas en el distrito de la Victoria - Chiclayo	Muros de corte o enchape de mampostería	2017	1828.12 ton X 2181.95 ton Y	1.34 X 1.13 Y	0.015702 X 0.016353 Y	100.29 X 119.70 Y	280 kg/cm <sup>2</sup>	-	2.4 m
					4066.21 ton X 5317.36 ton Y	-	-	-	280 kg/cm <sup>2</sup>	-	
ARTICULOS EN OTRO IDIOMA	ESCARIMOSA, ARROYO, OCAMPO Y DEL CARPIO	Evaluación sísmica en dos prototipos de vivienda rural construidos con bloques de concreto hueco, en Ocuilapa de Juárez, Chiapas, México.	MUROS DE MAMPOSTERIA	2018	8.88 ton	0.128 y 0.1067	-	-	150 kg/cm <sup>2</sup>	-	2.4m
					25.6ton	0.256 seg	-	-	168kg/cm <sup>2</sup>	-	
ARTICULOS EN OTRO IDIOMA	VARGAS, ARROLLO Y VIZCONDE	Evaluación sísmica de las viviendas de la Zona 3 de Anconito - Ecuador	MUROS DE CONCRETO	2018	1828.12 ton X 2181.95 ton Y	1.34 X 1.13 Y	0.015702 X 0.016353 Y	100.29 X 119.70 Y	280 kg/cm <sup>2</sup>	-	2.4 m
					4066.21 ton X 5317.36 ton Y	-	-	-	280 kg/cm <sup>2</sup>	-	
ARTICULOS EN OTRO IDIOMA	LOOR	Study of the seismic vulnerability and design of the structural reinforcement of the administrative building of the National Polytechnic School	Structural shear walls	2017	1828.12 ton X 2181.95 ton Y	1.34 X 1.13 Y	0.015702 X 0.016353 Y	100.29 X 119.70 Y	280 kg/cm <sup>2</sup>	-	2.4 m
					4066.21 ton X 5317.36 ton Y	-	-	-	280 kg/cm <sup>2</sup>	-	



DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO

# El Peruano

FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA

Miércoles 7 de julio de 2021



PERÚ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 188-2021-VIVIENDA

**NORMA TÉCNICA  
A.020 VIVIENDA DEL  
REGLAMENTO NACIONAL  
DE EDIFICACIONES**

**NORMAS LEGALES**

**SEPARATA ESPECIAL**

MINISTERIO DE VIVIENDA,  
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

# El Peruano

MINISTERIO DE VIVIENDA,  
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

**MINISTERIO DE VIVIENDA,  
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

**ANEXO**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 255-2018-VIVIENDA**

**MODIFICAN LA NORMA  
TÉCNICA E.030 DISEÑO  
SISMORRESISTENTE DEL  
REGLAMENTO NACIONAL DE  
EDIFICACIONES**

(La Resolución de la referencia fue publicada  
el día 20 de octubre 2018)

**NORMAS LEGALES**

**SEPARATA ESPECIAL**



PERÚ

Ministerio del Poder  
Judicial, Urbanismo y Construcción



SENCCO  
Servicio Nacional de  
Calificación

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

# NORMA E.060 CONCRETO ARMADO

LIMA - PERÚ  
2009

PUBLICACIÓN OFICIAL



PERU

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Nacional Superior de  
Ingeniería para la Edificación  
DE EDIFICACIONES - SENAE

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

Propuesta de  
**NORMA E.070**  
**ALBAÑILERÍA**

**2019**

**CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto**

CONCRETE. Standard test method for obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete

**2011-09-28**  
**3ª Edición**

R.0041-2011/CNB-INDECOPI. Publicada el 2011-10-09

Precio basado en 18 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Resistencia a la compresión; corazón diamantino de concreto; tallado del concreto; resistencia a la flexión; resistencia a la tracción por compresión diametral



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis sísmico comparativo de reforzamientos y disipadores para una vivienda multifamiliar de seis pisos, distrito de Cercado de Lima- 2022", cuyos autores son LOPEZ ZELADA JEAN PAUL, LABRA DE LA CRUZ JORDI GONZALO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 26 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO <b>DNI:</b> 06249794 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 07- 12-2022 21:25:28

Código documento Trilce: TRI - 0456081