



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos
de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de
Asia, Cañete – 2020**

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

AUTORES:

Bernabé Huapaya, Juan Vladimir (ORCID 0000-0001-9487-7898)
Torres Champac, Paul Alexander (ORCID 0000-0003-0771-3380)

ASESOR:

Mg. Benites Zuñiga, Jose Luis (Código ORCID 000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres, que son la fuerza de voluntad necesaria para yo poder seguir adelante en mis trabajos y mis metas. También, agradezco a mis tutores que me guían en mi camino como profesional y me orientan en tomar buenas decisiones en cuestión a mi carrera, superándome cada día obteniendo más motivación y experiencia.

El presente trabajo de investigación está dedicado a toda mi familia, en especial a mis queridos padres y hermanos por brindarme su apoyo incondicional y ser parte en mi vida profesional. A mis abuelos Juan y Vicky que son los ángeles que desde el cielo me bendicen y me guían a cada momento.

Agradecimiento

Agradezco al Mg. José Luis Benites Zuñiga, quien me apoyo con su experiencia y trayectoria para poder realizar la elaboración de este proyecto, así como a mis padres por todo el apoyo moral y motivacional que me han brindado durante mi vida universitaria.

Agradezco a mi casa de estudio Universidad Cesar Vallejo por haberme formado académicamente y en especial al Mg. José Luis Benites Zuñiga por el gran apoyo y asesoría para llevar a cabo el presente trabajo de investigación. A mis padres quienes se esforzaron y me apoyaron desde el primer día de clase y lo largo de mi carrera Universitaria.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación	24
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.3. Población, muestra y muestreo.....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos	29
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	70
VI. CONCLUSIONES	71
VII. RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS.....	73
ANEXOS	79

Índice de tablas

Tabla 1. Factores de zona “Z”.....	21
Tabla 2: Niveles de validez.....	28
Tabla 3: Niveles de confiabilidad.....	29
Tabla 4: Valores de P y n para el predimensionamiento de columnas.....	37
Tabla 5: Dimensiones finales de columnas.....	37
Tabla 6: Clasificación de los Perfiles de Suelo.....	38
Tabla 7: Factor de Suelo “S”.....	39
Tabla 8: Períodos “TP” Y “TL”.....	39
Tabla 9: Categoría de las edificaciones y factor “U”.....	40
Tabla 10: Categoría y estructura de las edificaciones.....	41
Tabla 11: Sistemas estructurales.....	42
Tabla 12: Peso por niveles de la edificación.....	45
Tabla 13: Distribución de la Fuerza Sísmica en la dirección X.....	47
Tabla 14: Distribución de la Fuerza Sísmica en la dirección Y.....	47
Tabla 15: Resultados de pseudo - aceleraciones X-X, Y-Y.....	48
Tabla 16: Tipos de cargas sísmicas.....	50
Tabla 17: Combinaciones de cargas sísmicas.....	51
Tabla 18: Fuerzas cortantes en la base de Edificación con Losa Aligerada convencional	
53	
Tabla 19: Fuerzas cortantes en la base de Edificación con Losa Aligerada con EPS.....	53
Tabla 20: Fuerzas cortantes en la base de Edificación con Losa de vigueta pretensada con EPS.....	54
Tabla 21: Fuerzas cortantes en la base de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS.....	54
Tabla 22: Límites para la distorsión del entrepiso.....	54
Tabla 23: Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada convencional.....	55
Tabla 24: Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada convencional.....	56
Tabla 25: Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada con EPS.....	57
Tabla 26: Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada con EPS.....	58

Tabla 27: Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa de vigueta pretensada y EPS.....	59
Tabla 28: Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa de vigueta pretensada y EPS.....	60
Tabla 29: Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS.....	61
Tabla 30: Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS.....	62
Tabla 31: Junta de Separación Sísmica de Edificación multifamiliar.....	63
Tabla 32: Peso de la edificación de losa aligerada con Tecnopor.....	65
Tabla 33: Peso de la edificación de losa aligerada con ladrillo.....	66
Tabla 34: Peso de la edificación de losa aligerada con tecnopor y viguetas pretensadas.....	67
Tabla 35: Peso de la Edificación con aligerada en dos direcciones con Tecnopor.....	68

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Sistemas de entrepiso.....	15
Figura 2. Losa aligerada convencional.....	16
Figura 3. Detalle de losa aligerada convencional.....	16
Figura 4. Sección de losa con viguetas pretensadas y EPS.....	17
Figura 5. Construcción de losa aligerada en dos direcciones.....	18
Figura 6. Distribución Zonas sísmicas.....	22
Figura 7. Mapa de la Provincia de Cañete.....	31
Figura 8. Situación actual del proyecto a realizar.....	32
Figura 9. Vista en plana distribución de la vivienda.....	33
Figura 10. Modelado 3D de la edificación con el software Etabs.....	34
Figura 11. Sistema estructural de edificación.....	35
Figura 12. Diagrama de la distribución de la Fuerza Sísmica en ambas direcciones...47	
Figura 13. Participación modal – Edificación con Losa Aligerada convencional con ladrillo.....	51
Figura 14. Participación modal – Edificación con Losa Aligerada convencional con EPS	52
Figura 15. Participación modal – Edificación con Losa con vigueta pretensada y EPS.....	52
Figura 16. Participación modal – Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS.....	53
Gráfico 1. Espectro inelástico de pseudo - aceleraciones x-x.....	49
Gráfico 2. Espectro inelástico de pseudo - aceleraciones y-y.....	50
Gráfico 3. Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada convencional.....	55
Gráfico 4. Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada convencional.....	56
Gráfico 5. Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada con EPS.....	57
Gráfico 6. Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada con EPS.....	58
Gráfico 7. Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada con EPS.....	59
Gráfico 8. Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada ConEPS	60

Gráfico 9. Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS.....	61
Gráfico 10. Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS.....	62
Gráfico 11. Peso de la edificación de losa aligerada con Tecnopor.....	65
Gráfico 12. Peso de la edificación de losa aligerada con ladrillo.....	66
Gráfico 13. Peso de la edificación con losa de viguetas pretensadas aligerada con Tecnopor.....	67
Gráfico 14. Peso de la edificación con losa de viguetas pretensadas.....	68
Gráfico 15. Comparación de pesos totales de la edificación utilizando diferentes losas aligeradas.....	69

Resumen

Esta investigación tuvo como el objetivo general Analizar el resultado del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares.

El diseño de investigación es no experimental, de tipo transversal y nivel correlacional – causal. Se concluyo que la cortante basal dinámica es mayor al 90% de la cortante estática, así como también se cumple con desplazamientos laterales relativos admisibles, excepto para Edificación con losa en dos direcciones ya que tiene una deriva de 0.007232 y supera el límite de distorsiones de entrepiso de 0.007 como lo especifica la Norma E.030. Se determinó que la losa aligerada con viguetas pretensadas es una alternativa más eficiente ya que losa para luces de 6.9 metros aprox. presenta deflexiones mínimas. De acuerdo al Metrado de cargas se determinó que la Edificación con losa aligerada de viguetas pretensadas tiene un peso 956.8 ton siendo la edificación con menor peso a comparación de la losa aligerada convencional que tiene un peso considerable de 1027.9 ton teniendo una diferencia de 71.10 ton una cantidad de peso que se debe tener en cuenta para evitar deflexiones en los paños de la losa, concluyendo así que losa con viguetas pretensadas es la más eficiente sísmicamente.

Palabras claves: Losas aligeradas, Comportamiento sísmico, Programa ETABS, Análisis Sísmico.

Abstract

The general objective of this research was to analyze the result of seismic behavior using different types of lightened slabs in multi-family buildings.

The research design is non-experimental, cross-sectional and correlational-causal level. It was concluded that the dynamic basal shear is greater than 90% of the static shear, as well as the admissible relative lateral displacements, except for buildings with slab in two directions since it has a drift of 0.007232 and exceeds the distortion limit of 0.007 mezzanine as specified in Standard E.030. It was determined that the lightened slab with prestressed joists is a more efficient alternative since slab for spans of 6.9 meters approx. has minimal deflections. According to the load measurement, it was determined that the Building with lightened slab of prestressed joists has a weight of 956.8 tons, being the building with the lowest weight compared to the conventional lightened slab that has a considerable weight of 1027.9 tons, having a difference of 71.10 tons a amount of weight that must be taken into account to avoid deflections in the slab panels, thus concluding that slab with prestressed joists is the most efficient seismically.

Keywords: Lightened slabs, Seismic behavior, ETABS Program, Seismic Analysis.

I. INTRODUCCIÓN

El poliestireno expandido es una de las innovaciones científicas y tecnológicas del siglo XX, este material tuvo su origen en Alemania. En España una de los pioneros en la fabricación del EPS fue Porex Hispania S.A., la primera aplicación registrada del poliestireno expandido como pieza fundamental, en 1969, aligerando un bloque de concreto en el techo del edificio Urumea, reduciendo el peso considerablemente. Posteriormente se emplearon diversas aplicaciones con bloques de Poliestireno Expandido en los diferentes sistemas de entrepiso en aquellos años, incluso ahora en la actualidad se siguen empleando ya que este material tiene las ventajas como componente principal para el aligeramiento de estructuras y aislamiento térmico. En estos últimos años nuestro planeta ha sufrido muchos eventos sísmicos en diferentes ciudades, a nivel mundial se han impulsado estudios de Ingeniería Antisísmica, después de comprender que las principales causas de los desastres ante la ocurrencia de un sismo dependen básicamente de la calidad de las construcciones y de la respuesta del suelo ante sollicitaciones sísmicas.

A nivel nacional algunas edificaciones siguen utilizando dentro de su estructura al ladrillo de arcilla como material importante para las losas aligeradas y esto con el fin disminuir el peso en la edificación. Las losas aligeradas con viguetas Prefabricadas, es un sistema que fue aprobado en el año 2014 por el Ministerio de vivienda, y se ha desarrollado para realizar la fabricación de losas aligeradas y resistentes ante eventuales sismos ya que cuenta con un método práctico de simple instalación ya que no requiere encofrado tradicional (madera y metal).

El 24 de enero del año 2016, mediante un decreto supremo establecido por el Ministerio de Vivienda, fue actualizada la Norma E.030 (Diseño sismorresistente) del RNE, en la que establece las consideraciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un buen comportamiento sísmico y así evitar daños estructurales [...]¹

¹ (MINISTERIO del Ambiente, 2016, p. 4)

El distrito de Asia, por su ubicación geográfica, está expuesta a sismos, ya que su área urbana se asienta sobre un relieve plano y encuentra a alturas menores de 30 m.s.n.m., a excepción de su extremo Este donde tienen zonas que llega hasta los 300 m.s.n.m. [...]² En los últimos años dicho distrito ha tenido un progresivo crecimiento de la población y con ello muchas se han construido muchas viviendas con buenos diseños estructurales, se pueden observar muchas edificaciones que se encuentran actualmente en construcción empleando el Poliestireno Expandido como elemento importante de las losas aligeradas. El EPS es un material muy liviano y disminuye considerablemente el peso de la estructura, además es un material que cumple con las mismas características que un ladrillo convencional y así se podría disminuir incluso las secciones de las estructuras de la edificación, este sistema brinda una opción técnica económica para el usuario ya que en la actualidad se requieren construir edificaciones más livianas y con un óptimo comportamiento sísmico.

Problema General

¿Cuál es el resultado del análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020?

Problemas Específicos

¿Cuál es el diseño estructural utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020?

¿De qué manera influye el análisis sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020?

¿De qué manera influye el peso total de la edificación en el comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas, Distrito de Asia, Cañete – 2020?

² (MINISTERIO del Ambiente, 2016, p. 6)

La justificación social, de la presente investigación dará a conocer a la sociedad que sistema de entepiso en edificaciones tendría un buen comportamiento sísmico, ya que existe la necesidad de emplear nuevos sistemas constructivos que nos brinde seguridad frente a los sismos y un factor muy importante la cual se empleará disminuir el peso en la edificación utilizando EPS. Para ellos realizaremos una serie análisis para determinar qué tipo de losa aligerada es la más adecuada a utilizar en las edificaciones.

La justificación práctica, de esta investigación consistirá en realizar estudios de suelos y así poder determinar el resultado de la capacidad portante del suelo existente y con ese dato se desarrollara el diseño estructural y análisis sísmico en una edificaciones utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en la cual están las losas aligerada convencionales con ladrillo de arcilla y con poliestireno expandido, también se diseñaran las losas aligeradas prefabricadas en las cuales se emplearán viguetas pretensadas y también para losas con viguetas de acero ambos con bloques de poliestireno expandido como aligerante de la losa, y así poder determinar que edificación se comportaría mejor ante un evento sísmico.

La justificación teórica, de esta investigación determinará qué tipo de losa aligerada es el adecuado y que tendrá un comportamiento sísmico aceptable siguiendo los criterios fundamentales y requisitos necesarios según el RNE ; en el cual nos basaremos según la Normativa E.050; para el estudio de suelos, la norma E.020 para determinar el peso total de la edificación y las cuales también tendremos en cuenta las siguientes normas; como la E.030, E.0.60, E.070 y también el código ACI 318 para realizar el desarrollo del diseño estructural y análisis sísmico. En las losas aligeradas convencionales y prefabricadas destaca el uso del poliestireno expandido en reemplazo del ladrillo de arcilla ya que este material tiene un peso muy liviano y puede cumplir con las mismas cualidades que un ladrillo convencional.

La justificación metodológica, de la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo en el cual se recopilarán una serie de datos y así poder probar las hipótesis planteadas en base de la medición numérica y estadística donde se mostrarán los datos calculados del análisis sísmico utilizando los diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones. La presente investigación será de diseño no experimental ya que no existirá manipulación deliberada entre las variables y de tipo transversal ya que la investigación se realizará en un periodo corto.

Objetivo General

Analizar el resultado del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020

Objetivos Específicos

Realizar el diseño estructural utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020

Determinar la influencia del análisis sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020

Determinar la influencia del peso total en el comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020

Hipótesis General

El resultado del análisis del comportamiento sísmico es similar en los diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020

Hipótesis Específicas

El diseño estructural influye en el comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020

El análisis sísmico es similar en los diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020

El peso total de la edificación influye en el comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020

II. MARCO TEÓRICO

Cano (2018), en su trabajo de investigación para lograr el título profesional de Ingeniero Civil, titulada, “***Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus vigacero, AA. HH. Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018***”, de la Universidad Cesar Vallejo. Tuvo como **objetivo** de investigación realizar un análisis comparativo del diseño sísmico de una edificación, utilizando como primera alternativa las losas aligeradas convencionales; y para la segunda alternativa empleando el sistema de losa aligerada con viguetas de acero, con la intención de verificar y poder evidenciar, la disminución de los elementos estructurales así como la disminución del peso propio de la estructura, cumpliendo con los parámetros mínimos según indicado por la normativa Peruana vigente. Fue un **estudio** cuantitativo de diseño no experimental transversal; la **población** fue la edificación de cinco niveles y tuvo un muestreo no probabilístico; los **instrumentos**, recolectaron un análisis de datos empleando en el Software ETABS 2016 V 16.2. Los principales **resultados** fueron la diferencia de pesos realizados en diseño estructural empleando losas aligeradas convencionales en la cual tuvo una carga de 300 kg/m², y un peso total de la estructura de 671.091 ton, mientras que en el diseño estructural empleando losas aligeradas VIGACERO tuvo una carga de 170.02 kg/m² y un peso total de la estructura de 555.75 ton, siendo esta un contraste significativo en el peso del edificio.

Apaza (2019), en su trabajo de investigación para obtener el título como profesional de Ingeniería Civil, titulado “***Análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo***”, de la Universidad Peruana Los Andes. Tuvo como **objetivo** de investigación determinar los resultados del análisis sísmico de una losa con viguetas pretensadas y una losa convencional para la edificación Consell, Huancayo. Fue un **estudio** de carácter representativo-confrontativo de diseño no experimental; la **población** de estudio fueron 6 edificaciones de características similares ubicadas entre las calles Cajamarca, Ferrocarril, Huancavelica y Real, el **muestreo** es no probabilístico;

habiéndose elegido la edificación multifamiliar Consell de 5 pisos con 1 semisótano; los **instrumentos** empleados fueron; el software SAP 2000 y Etabs 2016 para realizar análisis del comportamiento estructural , adicional a ello se utilizó el software S10 y hojas de cálculos Excel para la elaboración de los metrados, costos unitario y presupuesto total a para determinar la diferencia económica que existe de un sistema respecto al otro. Los principales **resultados** del análisis del comportamiento estructural de la edificación; con la incorporación del sistema losa con viguetas pretensadas; las cuales son más eficiente; ya que se determinó una cortante basal de 145.68Tn., tanto para la dirección en “x-x” como para la dirección en “y-y” mientras que con el sistema losa convencional, la cual se determinó una cortante basal de 150.03Tn tanto para la dirección en “x-x” como para la dirección en “y-y”, es decir existe una disminución del 2.89% con la incorporación del primer sistema, esto debido a la diferencia de pesos de la estructura la cual es de 25.17 toneladas, generando así menor distribución de fuerzas en altura. Así mismo se determinaron que las derivas del entrepiso disminuyen hasta 4.35% en la dirección “x-x”, y hasta 2.33% en la dirección “y-y”, con la incorporación del sistema losa con viguetas pretensadas, frente al sistema losa convencional.

Cueto (2019), en su proyecto de investigación para obtener el título profesional en Ingeniería Civil, titulado “***Diseño de edificación multifamiliar empleando sistema de entrepisos de viguetas prefabricadas de acero en el distrito de Surquillo, Lima***”, de la Universidad Nacional Federico Villareal. Tuvo como **objetivo** la investigación, realizar el análisis del comportamiento sísmico que tendrá la edificación, para ello se empleó el tipo de losa con viguetas prefabricadas de acero. Fue un **estudio** de tipo Aplicada y cuantitativa; la **población** de estudio fueron las edificaciones multifamiliares de la ciudad de Lima, se tomó como **muestra** el diseño de la edificación Multifamiliar, ubicada en el distrito de Surquillo en la ciudad de Lima. Los **instrumentos** empleados fueron manuales técnicos, libros, tesis respecto al tipo de losas con viguetas prefabricadas, R.N.E. y el software Etabs para realizar el diseño estructural. Los principales **resultados** pudieron dar a conocer que el tiempo básico de construcción con el sistema de losas aligeradas con viguetas prefabricadas disminuyo en 1.64% con respecto a la

losa aligerada con el sistema convencional. La cortante de diseño para el diseño con el sistema de losas aligeradas con viguetas prefabricadas se redujo para las dos direcciones en 5.67% a comparación de la edificación con losa aligerada convencional. Los desplazamientos relativos máximos con el sistema de losas aligeradas con viguetas prefabricadas disminuyeron en un 0.98% en la dirección X-X y 2.22% en la dirección Y-respecto a la losa aligerada convencional.

Taveras y García (2016), en su proyecto de investigación para obtener el título profesional en Ingeniería Civil, titulado “**Análisis comparativo de losas estructurales convencionales de hormigón armado (no pre-forzado) para entrepisos**”, de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Su **objetivo** de estudio es analizar y comparar las diferentes losas de entrepiso no preforzado, las cuales se utilizan en República Dominicana, sus costos y la eficiencia estructural que muestran cada una de ellas de resultados. Fue un **estudio** de tipo descriptivo y experimental; la **población** de estudio fueron los diferentes sistemas de losas en el cual se realizó la comparación entre cada una de ella. Los **instrumentos** empleados fueron informaciones bibliográficas de los diferentes tipos de losas y también se empleó el programa de diseño estructural SAFE. Se **concluyó** que la losa más eficiente estructuralmente y viable económicamente es la losa con metal deck a partir de 6 metros, ya que por sus características tiene buen desempeño en las deflexiones y su costo no es tan elevado comparadas a las otras losas estudiadas por qué no cuenta, con la cantidad de insumos que tienen la otras para llevarla a cabo.

Casco y Majano (2019), en su trabajo de investigación para obtener el título profesional de Ingeniera Civil, titulado “**Análisis comparativo de los diferentes sistemas de entrepiso en edificios basado en aspectos de seguridad y costos**”, en la Universidad De El Salvador. El **objetivo** de la investigación fue realizar un análisis estructural y de un análisis comparativo de costos y determinar cuál de las losas de entrepiso utilizados en El Salvador es el más eficiente y económico. Fue un **estudio** de tipo descriptivo; la **población** de estudio fueron los diferentes sistemas de entrepiso en edificaciones. Los **instrumentos** utilizados fueron las Normas Técnicas de Construcción, normas estándares de ingeniería

estructural en El Salvador, así como también normativas internacionales referentes al tema de investigación, para los sistemas prefabricados; fichas técnicas del fabricante de sistemas como el diseño estructural que se utilizó, como el software Etabs. Se **concluyó** mediante el software de diseño, que los cambios de variación de las barras de acero de refuerzo diseñado por los métodos manuales son: Losa en una dirección 35%, losa en dos direcciones (en la dirección corta 8.5% en la dirección larga 5.5%), losa COPRESA 59.5%. En comparación con otros sistemas la losa-acero tiene un mayor rendimiento y un tiempo de instalación más corto, lo que proporciona dando un tiempo de ejecución muy favorable en el proceso de ejecución.

Rendon (2019), en su proyecto de investigación para lograr a obtener el título profesional de Ingeniera Civil, titulado ***“Comportamiento estructural del aligeramiento de entrepiso y su incidencia en los costos de construcción en el Municipio de Ocaña norte de Santander”***, en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Su **objetivo** de investigación, fue analizar el comportamiento de sus propiedades estructurales del aligeramiento de entrepiso (casetón de madera, bloques de poliestireno, bloques de arcilla cocida y bloques de concreto simple) y su impacto del costo de la construcción, desarrollándose en la Municipalidad distrital de Ocaña, en la provincia del Norte de Santander. Fue un **estudio** de tipo evaluativo de enfoque cualitativo y cuantitativo; la **población** de estudio fueron los diferentes tipos de losas aligeradas utilizados en edificaciones no mayores a 5 pisos, se tomó como **muestra** de investigación análisis de costos de los aligeramientos de estudio que son: casetones de madera, bloques de arcilla cocida, bloques de concreto simple y bloques de poliestireno, implementados en una edificación de vivienda de 5 niveles y clasificación del suelo como tipo de perfil (D). Los **instrumentos** empleados fueron Normas del **Reglamento Colombiano (NSR10)** y los programas AutoCAD, Excel, SAP 2000 v.14 para la modelación de la estructura. Se **concluyó** que las losas aligeradas aportan muy buen rendimiento y comportamiento estructural, son las losas aligeradas con bloques de poliestireno, donde la reducida petición de acero de refuerzo es notable en comparación a los demás aligeramientos.

Navyashree and Sahana (2014), in their research article entitled ***“Use of flat slabs in multi-storey commercial building situated in high seismic zone”***, from Dept. Of civil engineering, SSIT, Tumkur, Karnataka, India. Its research **objective** was to structurally analyze the different forces acting on the different levels of the conventional building and the flat-slab building. It was a descriptive-comparative **study**, the **instruments** used were the excel programs to prepare the spreadsheets and Etabs to carry out the structural analysis. It was **concluded** that the moment is maximum in the middle of the first and second levels. After the second level, the moments decrease and increase on the upper floor, the behavior of the column changes as the height of the building increases, Column moments on the flat plate vary from 10 to 20 (%) compared to conventional R.C.C frames, depending on the floor.

La citada investigación, tuvo como principal finalidad; el estudiar estructuralmente las diferentes fuerzas que actúan en los diferentes niveles de altura del edificio con losa convencional y el edificio con losa plana. Se concluyó que el momento máximo fue a la mitad del primer y segundo nivel, después del segundo nivel, los momentos disminuyen y aumentan en el piso superior, el comportamiento de la columna cambia a medida que aumenta la altura del edificio. Los momentos de columna en la placa plana varían de 10 a 20 (%) en comparación con los marcos convencionales, dependiendo del piso.

Devtale, Sayyed, Kulkarni and Chandak (2016), in their research article entitled ***“Comparison of seismic response between flat slab building and regular frame building”***, from Department of Civil Engineering, Annasaheb Dange College of Engineering & Technology, Ashta, Shivaji University, India. Its research **objective** was to carry out seismic behavior on two buildings with flat slabs. It was a descriptive-comparative **study**, the **instrument** used as the SAP 2000 software to carry out the structural analysis. It was **concluded** that the flat slab building that has the same mass as the regular frame building and provides less base shear, the results determined that for the F-1-O model $V_b = 412.15 \text{ kN}$ and for the R-1 model. $O V_b = 737.28 \text{ kN}$.

Se concluyó que el edificio de losas planas que tiene la misma masa que el edificio de marco regular y proporciona menos esfuerzos en la base, los resultados determinaron que para el modelo F-1-O $V_b = 412.15$ kN y para el modelo R-1-O $V_b = 737,28$ kN.

Husain, Siddiqui and Khan (2019), in their research article entitled “**Comparative analysis of (g+11) r.c.c. frame structure with flat slab & conventional slab having different cross-sectional shape of columns**”, from Dept. of Civil Engineering, BBD University, Lucknow, India. Its research objective was to carry out the study of the comparative analysis of R.C. with different slabs and different shapes of cross-section columns in the seismic zone 5, It was a descriptive-comparative **study**, the **instrument** used was the Etabs software to carry out the structural analysis. It was concluded that the conventional slab has very good results compared to the flat slab and where the case of columns when using Circular, Rectangular and Square sections, it was determined that the rectangle section has better results compared to the other forms.

Su objetivo de investigación fue llevar a cabo el estudio del análisis comparativo de una edificación que tiene una losa plana y una losa convencional, con diferentes formas de columnas y de sección transversal en la zona sísmica 5. Se concluyó que la losa convencional tiene mejor comportamiento sísmico en comparación con la losa plana. Se descubrió que las columnas con secciones transversales circulares, rectangulares y cuadradas, se pudo determinar que la sección rectangular tiene mejores resultados en comparación con las otras formas.

Paye, Peña y Franco (2014), en su artículo de investigación titulado “**Propuesta para la utilización de losas de entresijos prefabricados y su evaluación costo-tiempo**”, de la Escuela de Postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC, Lima, Perú). Tuvo como **objetivo**, determinar mediante un análisis cuáles son las diferencias de acuerdo al costo y tiempo de ejecución entre las losas de una y dos direcciones, para dicho análisis se utilizaron losas con el sistema

convencional y prefabricado. Fue un **estudio** de tipo descriptivo, los **instrumentos** recolectaron fueron fichas técnicas de fabricante en el caso de los materiales, hojas de cálculo con el programa Excel. Se **concluyó** que es admisible disminuir el costo a un 15 % y el tiempo en el rango de 64% a 83% para la ejecución de las losas prefabricadas respecto a las losas convencionales, la disminución del tiempo es un factor importante a tener en cuenta ya que permitirá disminuir los gastos generales, las losas con láminas colaborantes otorga un mayor rendimiento en el proceso constructivo en ejecución de las losas de entepiso. Este sistema es más factible cuando se tiene una gran área de losa para realizar un techado. Las losas con láminas colaborantes obvia el uso de encofrado, en la cual debe realizar un falso cielo raso, en ambientes tales como aulas, oficinas y otros.

Vargas, Pujades, Barbat y Hurtado (2013), en su artículo de investigación titulado **“Evaluación probabilista de la capacidad, fragilidad y daño sísmico de edificios de hormigón armado”**, Tuvo como **objetivo** de investigación; en evaluar la vulnerabilidad de las estructuras utilizando técnicas avanzadas basadas en el método de Monte Carlo y la dinámica no lineal, considerando que las propiedades mecánicas de los materiales y la acción del diseño sísmico son variables aleatorias. Fue un **estudio** de tipo descriptivo. La **muestra** estudiada fue una vivienda multifamiliar de 8 niveles. Se **concluyó** que de acuerdo con los procedimientos propuestos en el ATC-40, para los sismos compatibles con el espectro “Clase 1” y suelo “Clase D”, se escala el PGA (aceleración máxima del terreno) se amplifica hasta 0,36 g para llegar a lograr el desplazamiento de colapso. El PGA se aumentará en un incremento en intervalos de 0,06 g hasta llegar a 0,36 g., es necesario abordar el problema de la evaluación de la vulnerabilidad de estructuras; la cual tiene una perspectiva probabilística, cuando se usa junto con técnicas avanzadas de análisis del comportamiento estructural no lineal estático y dinámico, proporciona una herramienta poderosa que nos permite obtener información y datos reales ante un evento sísmico.

Carrillo, Hernández y Rubiano (2014), en su artículo de investigación titulado “**Análisis del enfoque de diseño sismorresistente para edificios en México**”, de la Universidad Militar Nueva Granada, UMNG, Bogotá, Colombia y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Tuvo como **objetivo** de investigación es analizar la transparencia del criterio de diseño sismorresistente para edificios en México, a partir de una verificación crítica de los factores de resistencia y de máximos desplazamientos en la edificación. Fue un **estudio** de tipo descriptivo, los **instrumentos** utilizados fueron libros de diseño y análisis sísmico, artículos de análisis dinámico y estático, norma FEMA 450, ACI 314-11 y ACI-318. Se **concluyó** que los desplazamientos en las edificaciones no dieron un resultado óptimo, la comparación entre las de deriva de entrepiso aceptables en la normativa NTC-S-04 son similares a 0,6 % considerando que los elementos no estructurales no se aíslan de la estructura y 1,2 % si dichos elementos no estructurales en la edificación son aislados.

A continuación, se detallarán las teorías relacionadas al tema los cuales serán tipos de losas aligeradas y comportamiento sísmico, así como también las los enfoques conceptuales de las dimensiones de la presente investigación.

La losa de entrepiso, tuvo como origen en la Factoría de Salford (Manchester, Inglaterra, 1801) y fue construida con viguetas de acero este edificio fue muy adelantado para la época de ese entonces y represento una de las primeras edificaciones con columnas, vigas de acero que conformaba toda la estructura. El área construida fue de 42,7 m x 12,8 m y tuvo 7 niveles. Posterior a ello la Fábrica de hilados de algodón de Phillips & Lee, supero a todas las edificaciones de ese entonces por su gran audacia y un diseño moderno para esa época y fue hay el inicio de muchas construcciones en varias ciudades del mundo, en Europa algunas edificaciones se encuentran en uso y son dignas de una remodelación.³

³ (MANUAL de instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero, 2014, p. 9)

Las primeras losas de entrepiso con bovedilla fueron construidas a finales del siglo XIX, estas bovedillas o ladrillos tuvieron la particularidad de que eran colocadas de canto o en otros casos de costado.⁴

La losa de entrepiso, es un elemento estructural que se construye horizontalmente y puede ser armado de una o dos direcciones dependiendo de los apoyos existentes, es usado como un diafragma rígido y sólido para mantener el conjunto la estructura frente a cargas horizontales producidas por el sismo.⁵

Una losa de entrepiso, pueden ser construida de una o dos direcciones dependiendo de los apoyos (columnas o muros estructurales), estas losas pueden ser maciza de concreto armado o aligeradas en la cuales se complementa a su vez con bovedillas de diferentes materiales.

La losa de entrepiso, es el elemento estructural más empleado en las construcciones, son usadas con el fin de obtener estructuras más livianas y a un buen precio, estas losas pueden ser losas macizas de concreto armado losas aligeradas, empleando las losas aligeradas se podría reducir las dimensiones de los cimientos y de los demás elementos estructurales de la edificación.⁶

Las losas de entrepisos, se utilizan para obtener una estructura aligerada que tiene como función separar los niveles en una edificación. Existen diferentes tipos de losas una que son de acero y de hormigón y por otro lado las losa aligeradas livianos tienen la ventaja de reducir las fuerzas y disipar los efectos producidos por los eventos sísmicos.

Las losas de entrepiso, son estructuras empleadas como coberturas o para separar los niveles en una edificación y también tiene la función de soportar sobrecargas [...]⁷

⁴ (MANUAL de instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero, 2014, P. 10)

⁵ (MINISTERIO de Vivienda, RNE E.060, 2018, p.389)

⁶ (MANUAL de instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero, 2014, p. 9)

⁷ (MINISTERIO de Vivienda, 2010, p. 55)

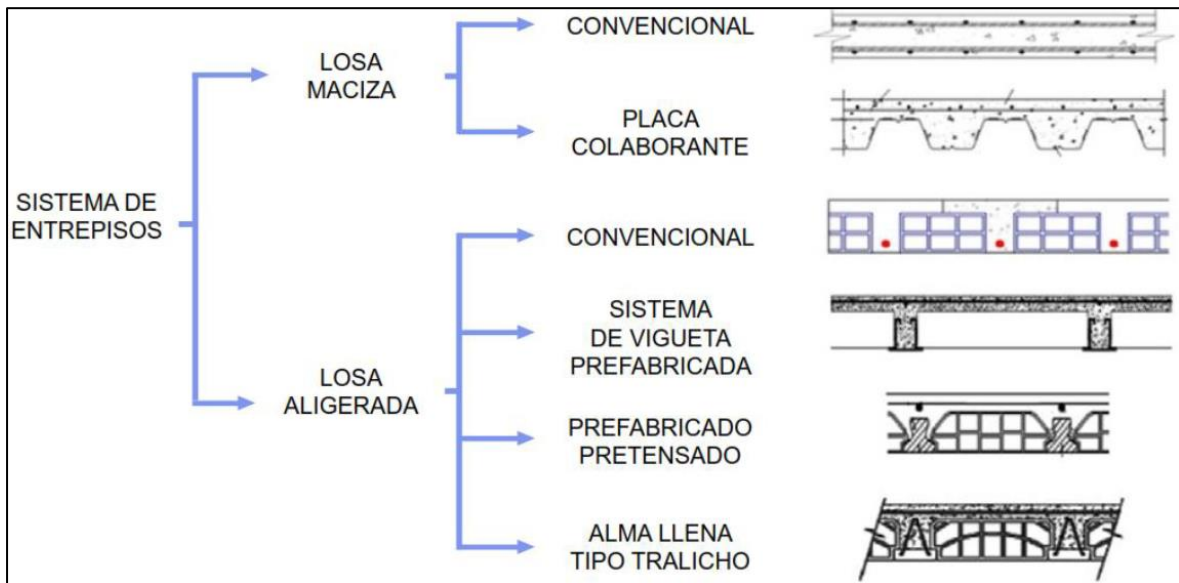


Figura 1. Sistemas de entrepiso

Las losas de entrepisos, tiene una variedad de sistemas, y su aplicación depende de las características de diseño, cargas y sobrecargas estas losas deben soportar cargas y sobrecargas permanentes y así transferir estas tensiones a las vigas y columnas. Además, la losa puede actuar como una partición rígida, proporcionando soporte horizontal a la estructura bajo la acción de fuerzas horizontales (vientos o sismos). En este caso, uno de los aspectos que debe garantizarse es la conexión correcta y efectiva entre la losa y la viga para garantizar la transmisión de tensiones y evitar la fricción o el desplazamiento entre ellas.

Una losa aligerada, son losas compuestas por viguetas de acero y concreto y acompañado por elementos livianos de relleno [...], estos elementos cumplen la función de aligerar el peso de la losa y también para obtener una superficie uniforme de cielorraso.⁸

⁸ (MINISTERIO de Vivienda, 2010, p. 56)

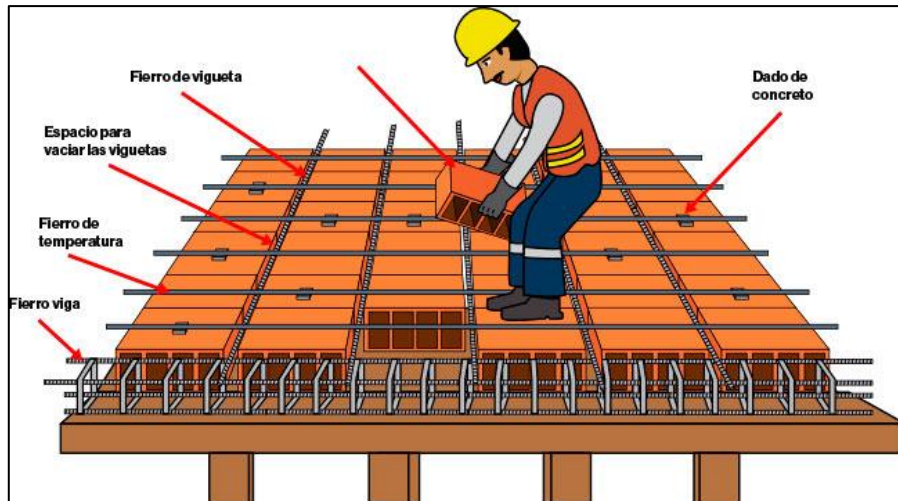


Figura 2. Losa aligerada convencional

Una losa aligerada, es un techo de hormigón armado compuesto por piedra triturada, arena, agua y reforzado con acero), esta losa se puede aligerar mediante ladrillos huecos, la altura de la losa puede variar entre 17, 20 y 25 cm.

Una losa aligerada convencional, transmite las sobrecargas hacia las columnas o muros, al estar unidas por el muro permitirá que trabajen en conjunto cuando ocurra un evento sísmico.⁹

Una losa aligerada convencional, en edificios aporticados o mixtos de pórticos y muros(placas), usualmente se decide armar las viguetas en la distancia más corta, las losas armadas en una dirección suelen ser más económicas y se utilizan hasta en luces de 7 metros como máximo.¹⁰

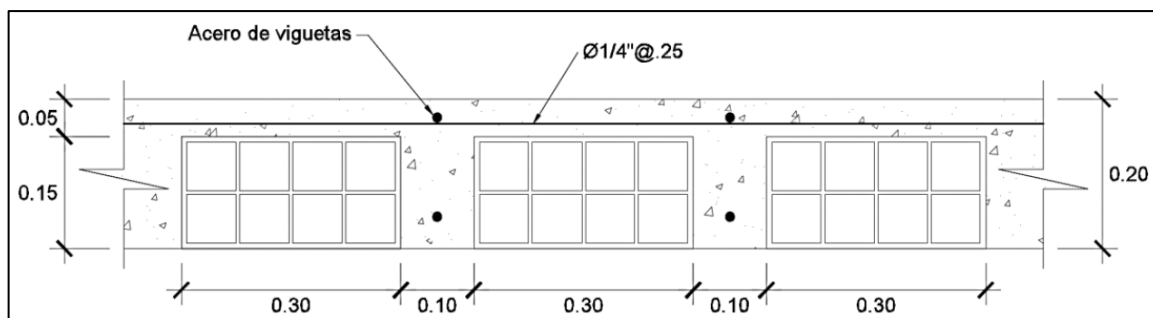


Figura 3. Detalle de losa aligerada convencional

⁹ (CONSTRUCCIÓN y mantenimiento de viviendas de albañilería, 2005, p. 10)

¹⁰ (BLANCO, 1994, p. 24)

Las losas aligeradas prefabricadas, son losas muy similares a las losas aligeradas convencionales con la única diferencia que las viguetas son prefabricadas o pretensadas, los bloques o bovedilla que se utilizan en este tipo de losa son de una forma especial de tal manera que puedan apoyarse sobre las viguetas.¹¹

Las losas aligeradas con viguetas pretensadas, en un sistema que resultan ser considerablemente aligeradas en comparación con las losas macizas, ese peso se debe a que poseen bovedillas de poliestireno expandido, concreto ligero y cerámico. Las viguetas pretensadas también trabajan en conjunto con una capa de concreto de 5cm para soportar los esfuerzos de sobrecarga, este sistema además brinda una aislación térmica y acústica a la edificación.¹²



Figura 4. Sección de losa con viguetas pretensadas y EPS

La losa en dos direcciones está compuesta por viguetas en ambas direcciones que al cruzarse forman una especie de retícula, estas losas también aligeran mediante casetones de poliestireno expandido, las viguetas son de concreto armado, y cubierta por una capa de concreto de 5 cm en la parte superior de la losa que tiene como función absorber y distribuir los esfuerzos sobre la losa, esta capa se refuerza con malla de acero que tiene como función evitar el agrietamiento y contracción del concreto que se origina por los cambios de temperatura.¹³

¹¹ (MINISTERIO de Vivienda, 2010, p. 57)

¹² (MANUAL para la construcción de losas aligeradas de viguetas pretensadas, 2014, p. 3)

¹³ (MANUAL técnico vigacero, 2017, p. 3)



Figura 5. Construcción de losa aligerada en dos direcciones

El comportamiento sísmico, inadecuado de las edificaciones tiene como causa principal daños en las estructuras, así como también la víctimas mortales y pérdidas económicas, para ello una edificación debe realizarse considerando principalmente un excelente diseño y análisis sísmico. [...] ¹⁴

Un buen **comportamiento sísmico** dependerá de los resultados obtenidos de un diseño sísmico en el cual se realiza la simulación de una edificación sometiéndola a cargas sísmicas reales. Para que una edificación tenga un buen comportamiento sísmico deben diseñarse para soportar una aceleración máxima horizontal (Fuerza cortante en la base de la estructura), la aceleración es expresada como un porcentaje de la aceleración de la gravedad (g).

El diseño estructural, tiene como propósito dimensionar a una estructura en conjunto de forma que puedan resistir ante los desplazamiento y fuerzas producidas por el movimiento del suelo fruto de un evento sísmico. ¹⁵

¹⁴ (ANÁLISIS del comportamiento sísmico de los edificios de obra de fábrica, típicos del distrito Ensanche de Barcelona, 2011, p. 22)

¹⁵ (NILSON, y otros, 1999, p. 647)

En el diseño estructural, los elementos estructurales deben dimensionarse para que obtengan una resistencia óptima, de acuerdo con lo estipulado en las normas vigentes empleando factores de carga y reducción de resistencia [...]¹⁶

La estructuración, es el proceso para realizar el diseño de una edificación en la cual se debe tomar en cuenta los criterios de simplicidad y simetría en el cual se define que una estructura debe ser simple y no compleja, para que cuando ocurra un evento sísmico actúen de la mejor manera [...], cuando una estructura no es simétrica en las dos direcciones ocurren efectos torsionales que son difícil de poder evaluar.¹⁷

La simplicidad, para toda estructura debe ser simple para poder idealizar y predecir cuál es su comportamiento.

La simetría, evita que ocurran los efectos torsionales (coincidencia de centros de masa y rigidez) en la estructura.

La resistencia y ductilidad, deben todos los elementos estructurales [...], de tal forma que garantice una estabilidad a toda la estructura en conjunto antes solicitaciones sísmicas [...], el diseño debe considerar que las solicitaciones sísmicas que se produzcan en los elementos estructurales de menor estabilidad, lo conveniente sería que se produjera en vigas antes que las columnas [...], uno de los principales criterio de la ductilidad es que las estructuras se diseñen para tener una falla dúctil y no una falla frágil.¹⁸

La uniformidad y continuidad, toda estructura debería ser continua tanto en planta como también en elevación, considerando que los elementos estructurales no cambien su rigidez de manera brusca y así poder evitar la concentración de esfuerzos que se produzcan en la estructura.¹⁹

¹⁶ (ACI, 318-99, 1999, p. 116)

¹⁷ (BLANCO, 1994, p. 5-6)

¹⁸ (BLANCO, 1994, p. 7)

¹⁹ (BLANCO, 1994, p. 9)

La rigidez lateral, debe considerarse en una estructura para que pueda resistir ante fuerzas horizontales sin sufrir importantes deformaciones, por ellos es necesario otorgarles a los elementos estructurales una adecuada rigidez lateral para ambas direcciones, en el caso que fuesen las estructuras flexibles cuentan con la ventaja de ser más fácil de analizar y obtener así una ductilidad requerida.²⁰

El predimensionamiento, es la técnica que permite realizar los cálculos de las dimensiones en los elementos estructurales de una forma más técnica [...], para el predimensionamiento se deben seguir los parámetros estipulados en las normativas vigentes.²¹

El predimensionamiento, es importante porque es una de las formas para obtener las dimensiones de elementos estructurales previo a realizar el diseño estructural [...], en esta disciplina se considera también predimensionado de instalaciones y servicios.²²

Para el **análisis sísmico**, se deberá realizar el análisis estático y análisis dinámico en el cual se considere un modelado de comportamiento lineal y elástico, este análisis se realizará siguiendo los lineamientos estipulado en la Normativa E.030.²³

En un **análisis sísmico** existen diversos procedimientos para calcular las solicitaciones de una edificación ante un eventual sismo, existen dos métodos aceptados por las normas para desarrollar estos cálculos, los cuales son los métodos estáticos y los dinámico.

El análisis estático, se basa generalmente en la determinación de la fuerza lateral total (cortante en la base) a partir de la fuerza de inercia que se generara en un sistema equivalente de un grado de libertad, para después distribuir esta cortante en fuerzas concentradas a diferentes alturas de la estructura [...]²⁴

²⁰ (BLANCO, 1994, p. 9-10)

²¹ (ESTRUCTURAS metálicas para edificación, 2006, p. 173)

²² (MAYORAL, 2012, p. 15)

²³ (MINISTERIO de Vivienda, 2018, RNE, p. 390)

²⁴ (MELI, 1985, p. 454)

El análisis dinámico, realiza una idealización de la estructura en una edificación a base de masas y resortes, se emplean métodos automatizados de análisis, [...] para ello se debe realizar un modelamiento muy simplificado, en el análisis dinámico el método más utilizado es el modal espectral, en cual se emplea las técnicas del espectro de respuesta [...]²⁵

El análisis dinámico es un método que se basa en analizar las fuerzas en una estructura, en el cual se calculan los desplazamientos, modos de vibración, así como también las derivas de entrepiso que se generan en una estructura en posición de equilibrio, se deben tener en cuenta los esfuerzos de tensiones y deformaciones en la estructura de una edificación para lograr un diseño sísmico eficiente.

La zonificación para el territorio peruano se encuentra particionado en cuatro zonas, donde a cada una de ellas se le asigna el factor (z), que se interpreta como una parte de la aceleración de la gravedad (g).²⁶

Tabla 1. Factores de zona “Z”

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Norma E.030 RNE.

²⁵ (MELI, 1985, p. 454)

²⁶ (MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, RNE, 2018, p. 383)

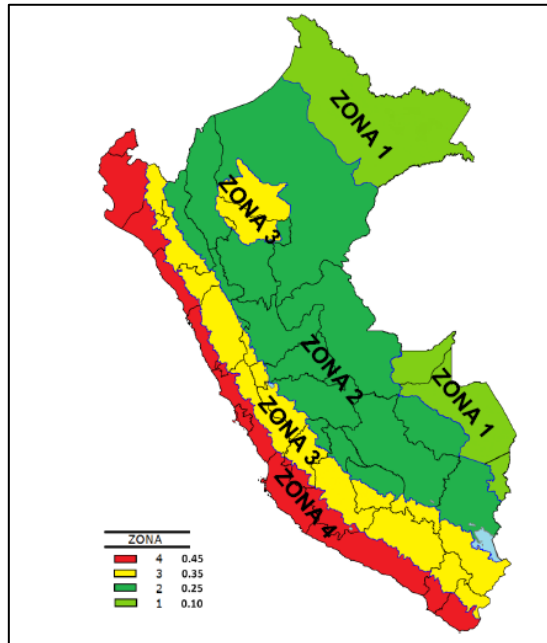


Figura 6. Distribución Zonas sísmicas

El peso de la edificación, se determina realizando un Metrado de cargas considerando todos los elementos estructurales de una estructura, para ello también se consideran ciertos porcentajes producto de las sobrecargas, estos porcentajes se establece en las edificaciones de las categorías A y B donde en cual se calcula realizando la sumatoria de cargas totales de la edificación considerando todos los elementos estructurales; para ellos también se consideran ciertos porcentajes que son de carga viva. Este porcentaje se establece en las edificaciones de las categorías A y B tendrá el 50 % de la carga viva, en las edificaciones de la categoría C se considera el 25 % de la carga viva, depósitos o el 80 % del peso total que se puede almacenar, para azoteas y techos en general se considerara el 25 % de la carga viva, en estructuras de tanques, silos y estructuras similares tomara en cuenta el 100 % de la carga que contiene.²⁷

La mecánica de suelos, es la ciencia física determina la acción de las fuerzas generadas sobre la masa de los suelos. La teoría de Terzaghi definió que la Mecánica de suelos aplica la ley de la mecánica e hidráulica ante originados independientemente en los sedimentos y acumulaciones no consolidadas de

²⁷ (MINISTERIO DE VIVIENDA, RNE, 2018, pp. 389-390)

partículas sólidas, que resultan ser de la descomposición mecánica o química de las rocas.²⁸

Estudio de mecánica de suelos, es un conjunto de descubrimientos e investigaciones realizadas en campo mediante los ensayos de laboratorio y gabinete donde se realizan los cálculos correspondientes referentes a los ensayos, tiene como objetivo principal estudiar el comportamiento de los suelos y las respuestas ante sollicitaciones estáticas y dinámicas producidas antes un sismo, para realizar un diseño sísmico un dato importante que se debe considerar es la capacidad portante donde determinara cuál es la resistencia del suelo existente el cual se realiza mediante el ensayo de corte directo.

²⁸ (CRESPO, 1989, p. 17)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Diseño de investigación

Una investigación de **Diseño no experimental** es un estudio que se realiza sin que exista manipulación deliberada de las variables y en la que se observan los fenómenos tal y como se manifiestan en la realidad para ser evaluados y analizados.²⁹

La investigación será de **Diseño no experimental** porque observara los fenómenos tal y como ocurren naturalmente sin intervenir en su desarrollo.

El **tipo de investigación transversal** que recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único [...], su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.³⁰

El **tipo de investigación será transversal** ya que se recopilarán una serie de datos en un periodo corto.

El **nivel de investigación correlacional causal** describe relaciones entre dos variables en un momento determinado, ya sea en términos correlacionales, o en función de la relación causa-efecto.³¹

El **nivel de investigación será correlacional causal** porque se pretenderá analizar cómo influye el comportamiento sísmico en la edificación utilizando diferentes tipos de losas aligeradas, así como también las relaciones de causalidad en los resultados obtenidos.

²⁹ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014, p. 152)

³⁰ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014, p. 154)

³¹ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014, p. 158)

El enfoque de la investigación será **cuantitativo** porque existirá una relación entre las 2 variables y en el cual la hipótesis planteada se corroborará mediante la experimentación.

Los **enfoques cuantitativos** utilizan una recopilación de datos y así poder comprobar las hipótesis que son basadas en mediciones numéricas y también mediante análisis estadísticos [...] ³²

Por lo tanto, este trabajo de investigación será de **enfoque cuantitativo** ya que tiene la necesidad de medir y estimar magnitudes lo cual se realizará en el análisis del comportamiento sísmico utilizado diferentes tipos losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020.

3.2. Variables y operacionalización

Una **variable** viene a ser el objeto de análisis para una medición, manejo o supervisión y tiene la particularidad de influir o producir cambios en un trabajo de investigación. ³³

Variable Independiente, es aquella que genera y explica las modificaciones o cambios que se producen en la variable dependiente. ³⁴

Variable Dependiente, es aquella que se modifica por acción de la variable independiente, esta variable conforma los efectos o consecuencias que se miden y dan origen a los resultados de la investigación. ³⁵

Las variables de esta investigación son las siguientes:

- **Variable Independiente:** Losas aligeradas.
- **Variable Dependiente:** Comportamiento Sísmico.

³² (HERNÁNDEZ, y otros, 2014, p. 4)

³³ (ARIAS, 2012, p. 57)

³⁴ (ARIAS, 2012, p. 59)

³⁵ (ARIAS, 2012, p. 59)

La **operacionalización** de variables en un trabajo de investigación, especifica el proceso de conversión de variables en términos definidos, observables y medibles, en pocas palabras muestra a las dimensiones e indicadores de estudio.³⁶

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto reducido o ilimitado de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.³⁷

Para el presente proyecto de investigación la población será conformada por el diseño de edificaciones de hasta 7 niveles.

Muestra: Una muestra en un trabajo de investigación es un subconjunto extraído de una población [...]³⁸

Para el presente trabajo de investigación se tomará como muestra el diseño de una edificación de 5 niveles utilizando los diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares ubicada en el Distrito de Asia, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.

El tipo de **muestreo no probabilístico** en la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino depende de las causas vinculadas con las particularidades de la investigación o de los propósitos del investigador [...]³⁹

El proyecto de investigación a realizar tendrá un muestreo de tipo no probabilístico ya que desarrollaran diferentes diseños de losas aligeradas para una edificación de 5 niveles.

³⁶ (ARIAS, 2012 p. 63)

³⁷ (ARIAS, 2012, p. 81)

³⁸ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014, p. 175)

³⁹ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014, p. 176)

La unidad de análisis en un trabajo de investigación indica quiénes van a ser medidos, es decir los participantes o casos a quienes en última instancia se va aplicar los instrumentos de medición.⁴⁰

En la presente investigación la unidad de análisis es el diseño estructural y análisis sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete - 2020.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información [...]⁴¹

Un instrumento es el elemento que utiliza un investigador como apoyo para anotar información o datos referidas a las variables de investigación.⁴²

La recolección de datos en esta investigación será mediante la técnica del análisis documental y de contenido, los cuales serán obtenidos del diseño sísmico. Para colocar los resultados obtenido de los ensayos y cálculos realizados en el diseño utilizaremos los laboratorios de mecánica de suelos y realizar los ensayos correspondientes para obtener como dato la capacidad portante del suelo, perfil del suelo existente, fichas técnicas de los materiales, formatos de recolección de datos en Excel, Código ACI 318, Normas del RNE tales como (E.020, E.030, E.050, E.060 y E.070), así como también una computadora u ordenador donde realizara el diseño estructural y análisis sísmico de la edificación utilizando el programa Etabs.

Validez: Se comprueba si el instrumento mide lo que se pretende medir o estimar, además de cotejar su correspondencia con los objetivos específicos y las variables

⁴⁰ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014, p. 183)

⁴¹ (ARIAS, 2012, p. 111)

⁴² (HERNÁNDEZ, y otros, 2014, p. 199)

de la investigación, este procedimiento puede se puede llevar a cabo a través del juicio de expertos.⁴³

En esta investigación la validez del instrumento se realizará mediante el juicio de expertos, donde 3 Ingenieros civiles colegiados verificaran y evaluaran mediante el formato de validación de instrumento (ver anexo 5) y así poder determinar el nivel de confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.

Tabla 2: Niveles de validez

Rango	Validez
0,53 a menos	nula
0,54 a 0,59	baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,99	Excelente
1.0	Perfecta

Fuente: Elaboración propia.

Confiabilidad: La confiabilidad de una investigación es el nivel donde un instrumento de medición otorga resultados concisos y coherentes.⁴⁴

Para el presente trabajo de investigación los resultados que se colocarán en los instrumentos de recolección de datos serán totalmente confiables y respaldados por el juicio de expertos, los ensayos de suelos serán realizados en laboratorios certificados que seguirán los lineamientos de las normas técnicas, así como también se empleara el software Etabs para realizar el diseño estructural y análisis sísmico ya que este es un software muy sofisticado para realizar cálculos matemáticos y así poder determinar los objetivos propuesto en la investigación.

⁴³ (ARIAS, 2012, p. 135)

⁴⁴ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 200)

Tabla 3: Niveles de confiabilidad

Rango	Confiabilidad
0,53 a menos	nula
0,54 a 0,59	baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,99	Excelente
1.0	Perfecta

Fuente: Herrera (1998).

3.5. Procedimientos

El procedimiento de la presente investigación será realizado mediante estudios de mecánica de suelos en la cual se va a realizar el ensayo de clasificación de suelos (SUCS), ensayo de contenido de sales solubles totales y corte directo donde se obtendrá la capacidad portante del suelo existente, así como también se empleará el uso del software Etabs donde se realizará el diseño y análisis sísmico de la edificación empleando las diferentes losas de entrepiso.

3.6. Método de análisis de datos

El investigador es quien deberá elegir el tipo metodológico de análisis de datos y procesarlos de manera que se asemejen a su realidad, ya sea de manera cuantitativa o cualitativa, ya que de ello dependerá la veracidad y claridad de los resultados.⁴⁵

Para la recopilación de información se utilizarán hojas de cálculos en Excel, así como también uso del software Etabs, donde se realizará el diseño estructural y análisis sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeras en edificaciones multifamiliares, en el cual se recopilarán una serie de datos donde serán analizados, comparados y poder contrastarlo con la hipótesis planteada, para ello se tendrá en consideración los criterios y recomendaciones estipulados en el RNE.

⁴⁵ (FERNÁNDEZ, 2014, p.129)

3.7. Aspectos éticos

Como alumnos de la carrera Profesional de Ingeniería Civil, este proyecto de investigación se ha desarrollado con la completa honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado información de las tesis de otros autores, así como también libros, revistas u otras fuentes de información, de las cuales han sido referenciadas siguiendo los lineamientos de la norma ISO 960 – 2010.

También se cumplió fielmente con los aspectos de ética que salvaguarden la veraz información indicada en las normas que rigen nuestro país tales como la Norma Técnica Peruana, RNE, entre otras.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020”

Acceso a la zona de trabajo:

El trabajo de investigación principalmente beneficiara a la vivienda ubicada la Mz. K6 Lote 16, Avenida Los deportes en el prestigioso distrito de Asia.

Ubicación Política:

La zona de estudio se ubicó en la región de Lima, Provincia de Cañete, Distrito de Asia en el cual tiene limitaciones con los siguientes distritos.



Figura 7. Mapa de la Provincia de Cañete

Esta zona de estudio para el proyecto consta de 211 m². y fue designado con la finalidad de realizar un diseño estructural y análisis sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas y mediante una comparación poder determinar qué tipo de losa aligerada tiene un óptimo comportamiento sísmico.



Figura 8. Situación actual del proyecto a realizar

Características del Proyecto.

La edificación de estudio es una vivienda multifamiliar que contara con 5 niveles y con 2 departamentos por cada nivel, el sistema estructural es Aporticado y tiene las siguientes dimensiones:

Ancho: 8.44 m.

Largo: 25 m.

Altura de entrepiso: 2.70 m.

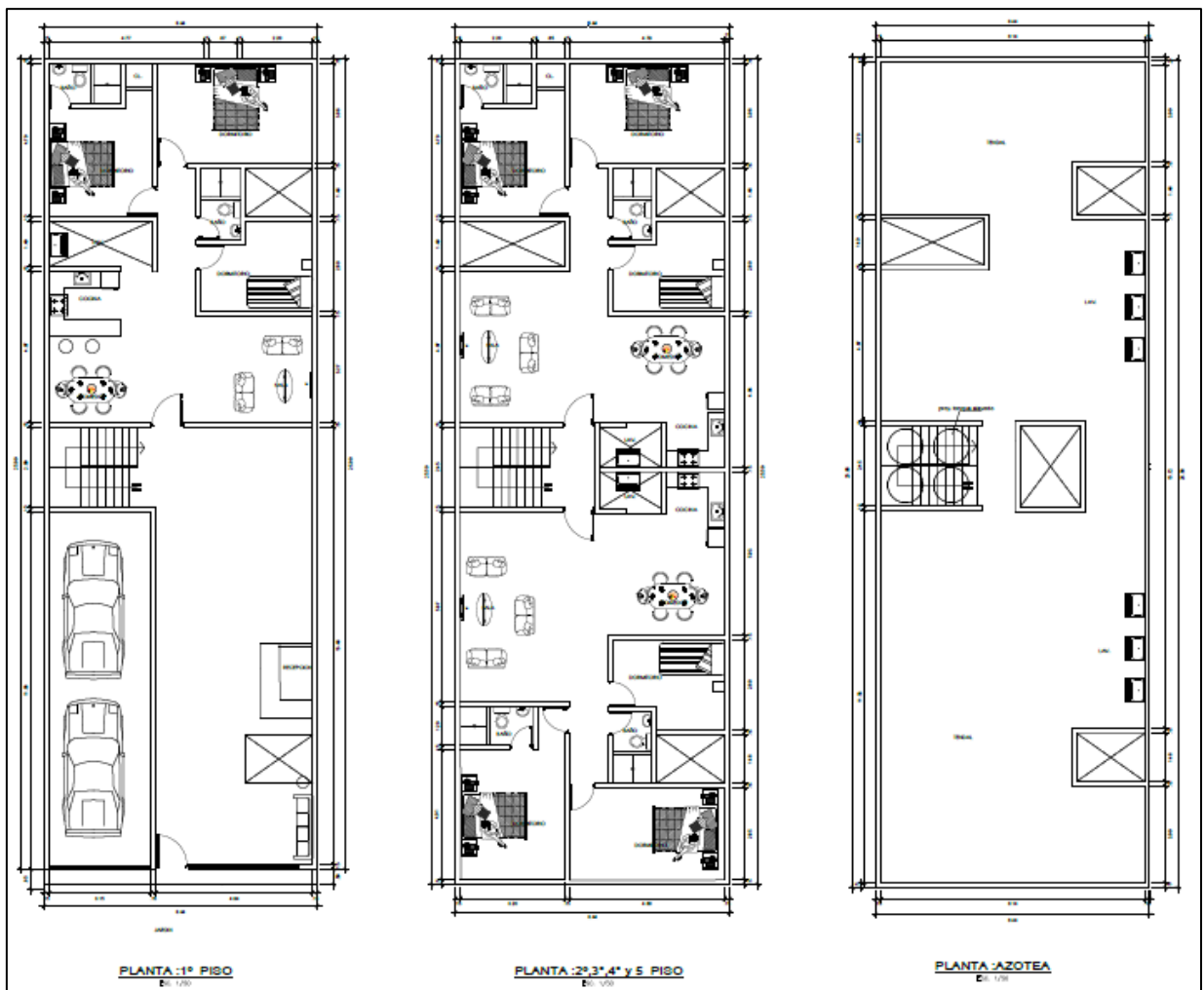


Figura 9. Vista en plana distribución de la vivienda

Las normas que se emplearon para realizar el diseño estructural y análisis sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas para la edificación multifamiliar de 5 niveles fueron:

- Norma E.020 Cargas
- Norma E.030 Diseño sismorresistente
- Norma E.050 Suelos y cimentaciones
- Norma E.060 Concreto armado
- Norma E.070 Albañilería confinada

Estructuración.

El presente proyecto ha sido diseñado teniendo en cuenta las características del suelo y empleando el sistema estructural de tipo pórtico utilizando diferentes losas de entrepiso. En la figura 11 se puede apreciar la vista en planta de arquitectura de la edificación multifamiliar, la cual sirvió para considerar los principales criterios de estructuración empleando dimensiones iguales en los elementos verticales y horizontales para toda la edificación teniendo en cuenta la simplicidad y simetría, resistencia y ductilidad, así como también uniformidad y continuidad para que la rigidez lateral se mantenga constante ante solicitaciones sísmicas.

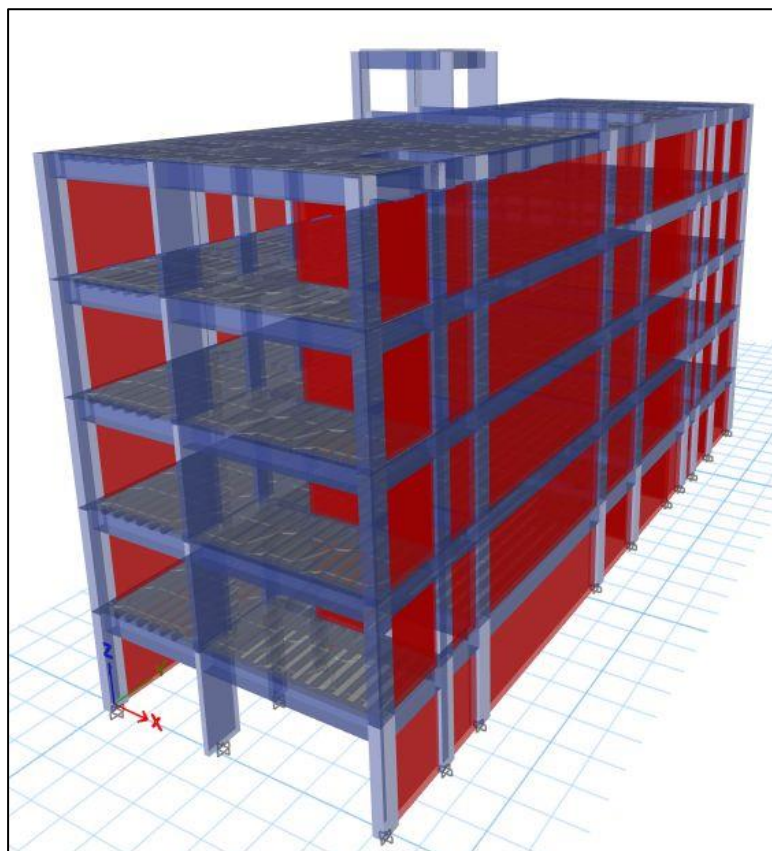


Figura 10. Modelado 3D de la edificación con el software Etabs

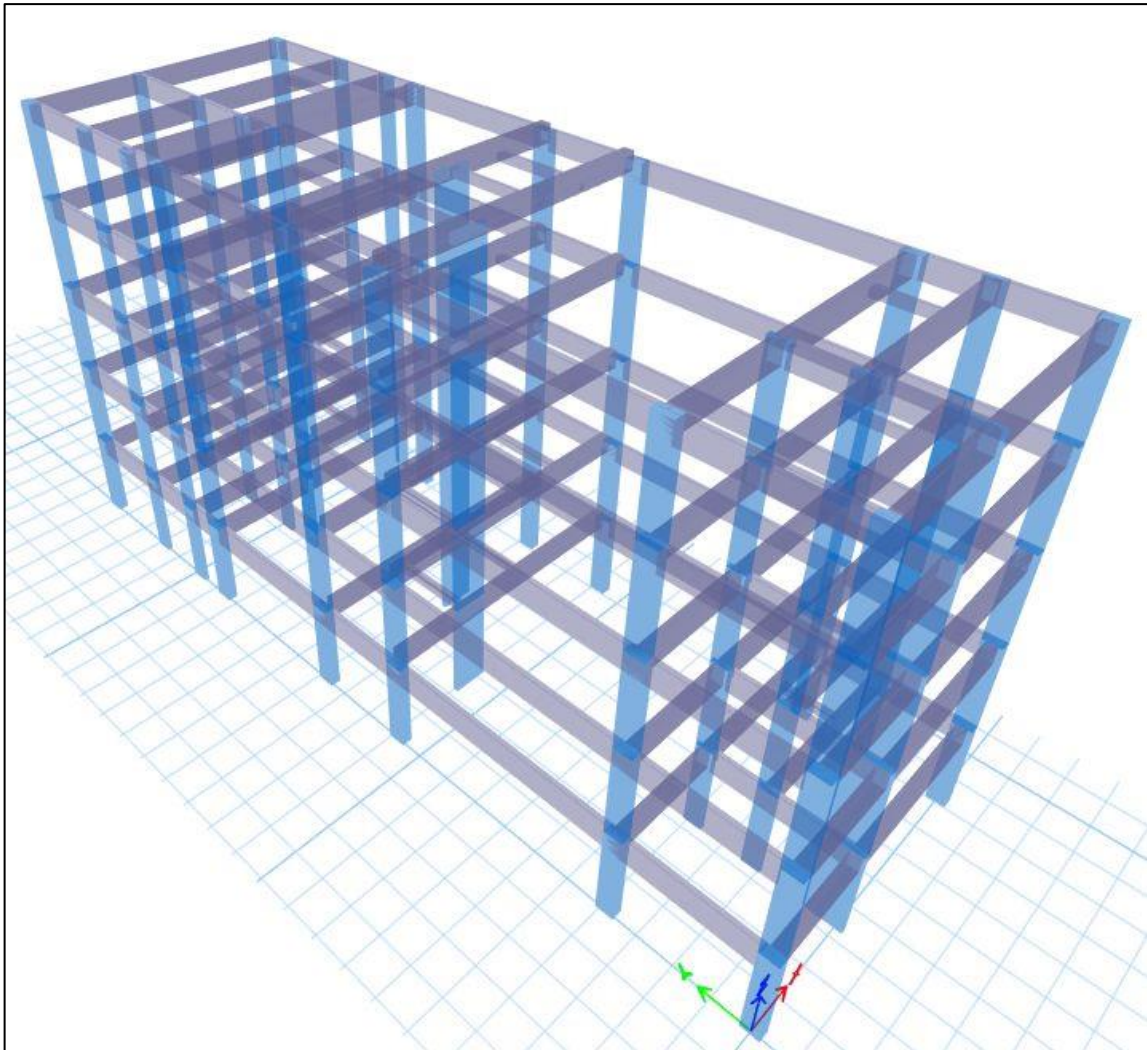


Figura 11. Sistema estructural de edificación

Predimensionamiento.

Losa aligerada:

Basándonos según el plano de arquitectura, se pudo apreciar que la luz máxima libre es de 6.90 m. y siguiendo el criterio de predimensionamiento tenemos:

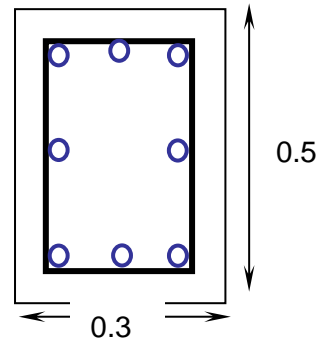
$$h_{losa} = \frac{L}{25} = \frac{6.90}{25} = 0.28 \text{ m.}$$

Para las diferentes losas aligeradas se asumió una altura **0.20 m.** el cual se empleará para el diseño estructural.

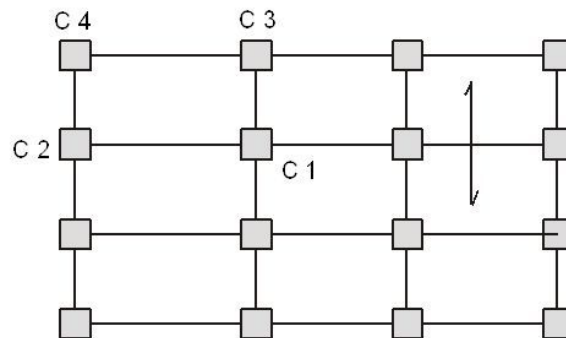
Vigas:

$$h_{\text{viga}} = \frac{L}{12} = \frac{6.40}{12} = 0.53 \approx 0.50 \text{ m.}$$

$$b_{\text{viga}} = \frac{h_{\text{vp}}}{2} = \frac{50}{2} = 0.25 \approx 0.30 \text{ m.}$$



Columnas:



- C 1 : Columna Central
- C 2 : Columna Lateral En Sentido Secundario
- C 3 : Columna Lateral En Sentido Secundario
- C 4: Columna Esquinera

Las columnas se predimensionan con:

$$b * d = \frac{P}{n * f'c}$$

Donde:

- D = Dimensión de sección en la dirección de sismo
- b = Dimensión de sección en la otra dirección
- P = Carga total que soporta la columna = $\xi * P_g$
- n = Valor que depende del tipo de columna
- $f'c$ = resistencia del concreto a la compresión simple

Tabla 4: Valores de P y n para el predimensionamiento de columnas

TIPO C-1 Primeros pisos	Columna Interior	$P =$ $n =$	1.10 P_g 0.30
TIPO C-1'' 4 últimos pisos	Columna Interior	$P =$ $n =$	1.10 P_g 0.25
TIPO C-2 y TIPO C-3	Comunas extremas de pórticos interiores	$P =$ $n =$	1.25 P_g 0.25
TIPO C-4	Columnas de Esquina	$P =$ $n =$	1.50 P_g 0.20

Fuente: Roberto Morales Morales (2016).

Donde:

- P_g = Debido a carga de gravedad
- P = Debido a cargas de sismo

Tabla 5: Dimensiones finales de columnas

Columna	Área tributaria (m ²)	ξ	n	Peso Edificación P_g (kg)	Área $bD=P/(n*f'c)$ (cm ²)	$b=D$ (cm)	$D_{calculado}$ (cm)	Cuadrado (cm)		Rectangular (cm)	
								m	m	b	D
C1	22.32	1.10	0.30	136716.13	2387.11	49	49	40	40	30	50
C2	16.80	1.10	0.30	102875.50	1796.24	43	42	40	40	30	50
C3	19.80	1.25	0.25	121250.50	2886.92	54	54	40	40	30	50
C4	6.86	1.50	0.20	42017.50	1500.63	39	39	40	40	30	50

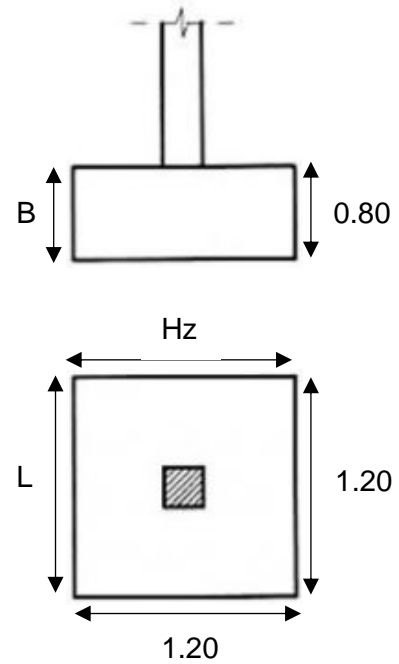
Fuente: Roberto Morales Morales (2016).

Zapatas:

De acuerdo a los estudios realizados de Mecánica de Suelos, para el diseño de la cimentación se determinó que la capacidad portante del suelo es de 1.04 kg/cm². Se estimó en cimentar a una profundidad de 1.50 m. por debajo del terreno natural considerado en el EMS. Posterior a ellos se modeló la cimentación en el software SAFE, para verificar las presiones del suelo ante las cargas actuantes (Gravedad y Sismo) y se determinó las siguientes dimensiones de las zapatas para la edificación multifamiliar.

Donde:

- Base de zapata (**B**): 1.20 m
- Longitud de zapata (**L**): 1.20 m
- Peralte de zapata (**H_z**): 0.80 m



Análisis Estático

Zonificación

Como se puede observar en la **Figura 6** “Distribución Zonas sísmicas”, el Perú se encuentra dividido en cuatro zonas, y según la **tabla 1** la zona de estudio del presente proyecto está ubicada en la zona 4 y tiene el factor de zona de 0.45 ya que pertenece al distrito de Asia, Provincia de Cañete de la Región Lima.

Condiciones Geotécnicas

En el **Artículo 2.3** de la E.030 del RNE, refiere que los distintos tipos de perfiles de suelo, para el presente estudio se empleara un suelo de Tipo S2 que pertenece a un Suelo intermedio como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6: Clasificación de los Perfiles de Suelo

TIPO	DESCRIPCIÓN	\bar{v}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	Roca dura	> 1500 m/s	-	-
S ₁	Roca o Suelos muy Rígidos	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	Suelos Intermedios	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa

Fuente: Norma E.030 RNE.

Parámetros de Sitio

En el **Artículo 2.4** de la Norma E.030 del RNE refiere que los parámetros de sitio dependerán del tipo de perfil de suelo que corresponda a la zona de estudio, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L dados en las **Tablas 7 y 8**.

Tabla 7: 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 E.030 RNE.

Tabla 8: Períodos "TP" Y "TL"

	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma E.030 RNE.

Categoría y Sistemas Estructurales

De acuerdo al **Artículo 3.1** de la Norma E.030 del RNE clasifica las edificaciones en 4 categorías y según la categoría esta estará relacionado con un factor de uso (U), la edificación del presente proyecto pertenece a la categoría C de Edificaciones comunes en el cual se empleó el Factor de acuerdo a lo especificado en la siguiente tabla.

Tabla 9: Categoría de las edificaciones y factor “U”

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
<p style="text-align: center;">A Edificaciones Esenciales</p>	<p>A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.</p>	-
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1.50
<p style="text-align: center;">B Edificaciones Importantes</p>	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, cines, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajero, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1.30
<p style="text-align: center;">C Edificaciones Comunes</p>	<p>Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.</p>	1.00
<p style="text-align: center;">D Edificaciones</p>	<p>Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.</p>	-

Fuente: Norma E.030 RNE.

Conforme al **Artículo 3.3** de la Norma E.030 del RNE se deberá proyectar empleando el sistema estructural tal como se indica en la **Tabla 10**, de acuerdo a la categoría de la edificación y la zona donde se ubique. Para la presente investigación se considero una edificación de categoría C y de sistema estructural Aporticado.

Tabla 10: *Categoría y estructura de las edificaciones*

CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN	ZONA	SISTEMA ESTRUCTURAL
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier Sistema
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier Sistema
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Fuente: Norma E.030 RNE.

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

En el **Artículo 3.4** de la Norma Técnica de Edificaciones E.030 Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, El sistema estructural que se considero es de Tipo Pórtico el cual tiene un Coeficiente básico de reducción de 8 como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 11: *Sistemas estructurales*

SISTEMA ESTRUCTURAL	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN R0(*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada.	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E.030 RNE.

Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas “R”.

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_0 tal y como se especifica en la **tabla 11** y de los factores I_a , I_p obtenidos del **Artículo 3.6** de la Norma E.030 del RNE.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Donde:

R = Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

R_0 = Coeficiente básico de reducción

I_a = Factor de irregularidad en altura

I_p = Factor de irregularidad en planta

Desplazamientos Laterales

De acuerdo al **Artículo 5.1** de la Norma Técnica de Edificaciones E.030 establece que, para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $(0.75 * R)$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $(0.85 * R)$ los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Siguiendo con los parámetros que especifica en el **Artículo 5.2** de la Norma E.030 del RNE, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión). En el análisis sísmico que se desarrolló se verificó que se cumpla con los límites de distorsión especificado en la siguiente tabla:

Separación entre Edificios (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico. Esta distancia no será menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0.006 h \geq 3 \text{ cm}$$

Donde h es la altura de la edificación que es medida desde el nivel del terreno natural hasta en ultimo nivel de la edificación.

Metrado de cargas.

Se realizo el metrado de cargas siguiendo los parámetros que se especifica en la norma E.020, E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones y de acuerdo a las dimensiones de los elementos estructurales existentes en la vivienda multifamiliar.

Materiales:

- Resistencia a la compresión del concreto: $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia de fluencia del acero = 4200 kg/cm^2
- Peso específico del concreto armado: 2400 kg/m^3

Carga muerta

- Peso Losa aligerada (h=20cm): 300 kg/m^2
- Piso terminado: 100 kg/m^2
- Tabiquería: 1800 Kg/m^3

Carga viva

- Carga Viva: 200 kg/m^2
- Escaleras: 500 kg/m^2
- Azotea: 100 kg/m^2

De acuerdo al metrado de cargas realizado se obtuvieron los siguientes pesos por cada nivel.

Tabla 12: *Peso por niveles de la edificación*

Nº Piso	100% CM (Tn)	25% CV (Tn)	Total (Tn)
Piso 5	184.633	3.948	188.580
Piso 4	199.078	7.895	206.973
Piso 3	199.078	7.895	206.973
Piso 2	199.078	7.895	206.973
Piso 1	210.502	7.895	218.397
		Peso Total (Tn)=	1027.895

Fuente: Elaboración propia.

Datos Generales de la Edificación:

- N° de pisos = 5
- Altura = 15.50 m
- Zonificación (Z): Z = 0.45
- Parámetros de sitio (S): S = 1.05
- Periodo límite m. (Tp): Tp = 0.60
- Periodo inicio s. (TI): TL = 2.00
- Categoría edificio (U): U = 1
- Coef. Reducción X (Rx): Rx = 8
- Coef. Reducción Y (Ry): Ry = 8

Determinación del cortante basal :

Periodo fundamental de vibración: X - Y

$$T_x = h_{nx} / C_{tx} = 0.258 \quad T_y = h_{ny} / C_{ty} = 0.258$$

Factor de Amplificación Sísmica C: X - Y

$$C_x = 2.50 \quad C_y = 2.50$$

El valor de C/Rx no deberá considerarse menor que: X - Y

$$C_x/R_x = 0.313 \quad \geq 0.125 \quad C_y/R_y = 0.313 \quad \geq 0.125$$

Coeficiente de Cortante Basal en la dirección X - Y:

$$C_{bx} = \frac{Z U C S}{R_x} = 0.148$$

$$C_{by} = \frac{Z U C S}{R_y} = 0.148$$

Fuerza Cortante en la Base, dirección X - Y:

$$V_x = \frac{Z U C S \cdot P}{R_x} = 151.78 \text{ tn}$$

$$V_y = \frac{Z U C S \cdot P}{R_y} = 151.78 \text{ tn}$$

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura:

Exponente del periodo fundamental de la estructura K: $K_x = 1.00$ $K_y = 1.00$

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i se calculan mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V \quad \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Tabla 13: Distribución de la Fuerza Sísmica en la dirección X

N° Piso	Peso (Tn)	H	H ^k	Pi(Hi) ^k	PiHi ^k /ΣPiHi ^k	Fxi (Tn)	Vyi (Tn)
Piso 5	188.6	13.50	13.50	2545.8	0.3118	47.324	47.324
Piso 4	207.0	10.80	10.80	2235.3	0.2738	41.551	88.875
Piso 3	207.0	8.10	8.10	1676.5	0.2053	31.163	120.038
Piso 2	207.0	5.40	5.40	1117.7	0.1369	20.776	140.814
Piso 1	218.4	2.70	2.70	589.7	0.0722	10.961	151.775
Σpi(Hi)^k=				8164.9	ΣFi=	151.775	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Distribución de la Fuerza Sísmica en la dirección Y

N° Piso	Peso (Tn)	H	H ^k	Pi(Hi) ^k	PiHi ^k /ΣPiHi ^k	Fi (Tn)	Vi (Tn)
Piso 5	188.6	13.50	13.50	2545.8	0.3118	47.324	47.324
Piso 4	207.0	10.80	10.80	2235.3	0.2738	41.551	88.875
Piso 3	207.0	8.10	8.10	1676.5	0.2053	31.163	120.038
Piso 2	207.0	5.40	5.40	1117.7	0.1369	20.776	140.814
Piso 1	218.4	2.70	2.70	589.7	0.0722	10.961	151.775
Σpi(Hi)^k=				8164.9	ΣFi=	151.775	

Fuente: Elaboración propia.

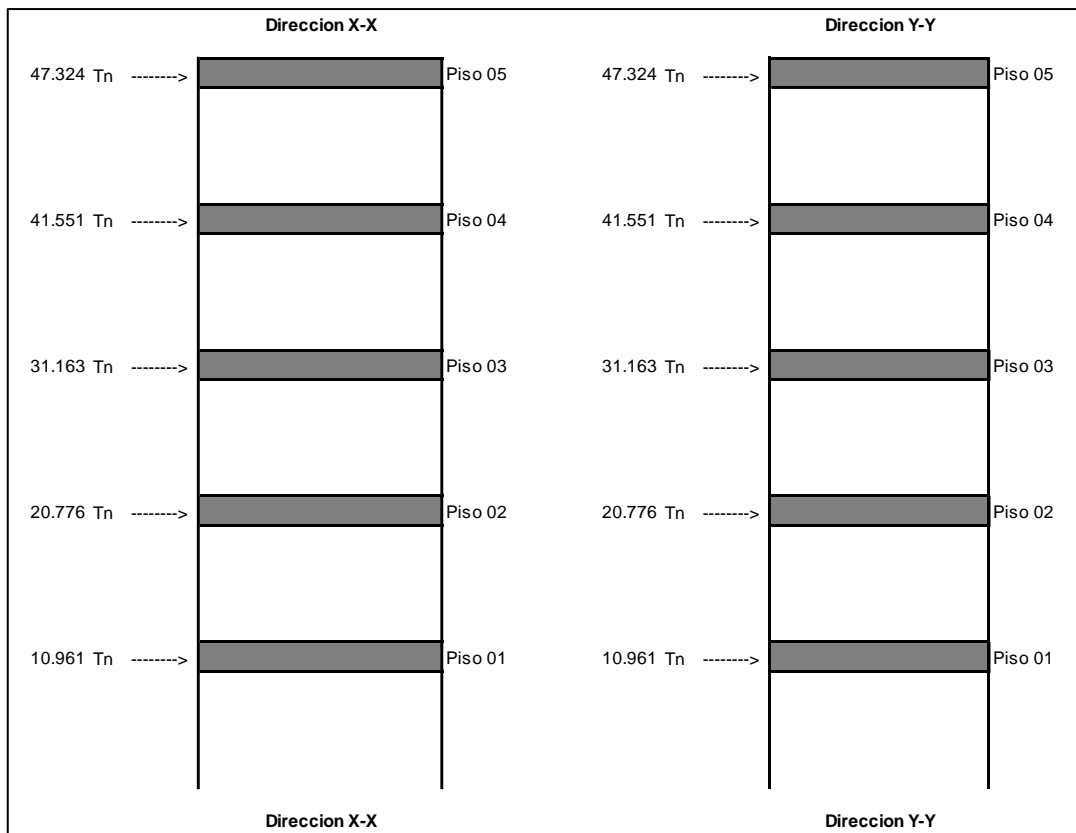


Figura 12. Diagrama de la distribución de la Fuerza Sísmica en ambas direcciones

Análisis Dinámico

Espectro de Pseudo aceleración

Para el Análisis Dinámico de la Estructura se empleó un espectro inelástico de pseudo- aceleraciones según la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones para ello se realizó el procedimiento de combinación espectral para cada una de las direcciones horizontales analizadas el cual se define por:

$$Sa = \frac{Z.U.C.S}{R} * g$$

Tabla 15: Resultados de pseudo - aceleraciones X-X, Y-Y

T	C _H	C _V	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
0.00	2.50	1.00	1.44851	1.44851
0.01	2.50	1.13	1.44851	1.44851
0.02	2.50	1.25	1.44851	1.44851
0.03	2.50	1.38	1.44851	1.44851
0.04	2.50	1.50	1.44851	1.44851
0.05	2.50	1.63	1.44851	1.44851
0.06	2.50	1.75	1.44851	1.44851
0.08	2.50	2.00	1.44851	1.44851
0.10	2.50	2.25	1.44851	1.44851
0.12	2.50	2.50	1.44851	1.44851
0.14	2.50	2.50	1.44851	1.44851
0.20	2.50	2.50	1.44851	1.44851
0.25	2.50	2.50	1.44851	1.44851
0.30	2.50	2.50	1.44851	1.44851
0.40	2.50	2.50	1.44851	1.44851
0.50	2.50	2.50	1.44851	1.44851
0.60	2.50	2.50	1.44851	1.44851
0.70	2.14	2.14	1.24158	1.24158
0.80	1.88	1.88	1.08638	1.08638
0.90	1.67	1.67	0.96567	0.96567
1.00	1.50	1.50	0.86910	0.86910
1.50	1.00	1.00	0.57940	0.57940
1.80	0.83	0.83	0.48284	0.48284
1.90	0.79	0.79	0.45742	0.45742
2.00	0.75	0.75	0.43455	0.43455
2.25	0.59	0.59	0.34335	0.34335
2.50	0.48	0.48	0.27811	0.27811
2.75	0.40	0.40	0.22985	0.22985

3.00	0.33	0.33	0.19313	0.19313
4.00	0.19	0.19	0.10864	0.10864
5.00	0.12	0.12	0.06953	0.06953
6.00	0.08	0.08	0.04828	0.04828
7.00	0.06	0.06	0.03547	0.03547
8.00	0.05	0.05	0.02716	0.02716
9.00	0.04	0.04	0.02146	0.02146
10.00	0.03	0.03	0.01738	0.01738

Fuente: Norma E.030 RNE.

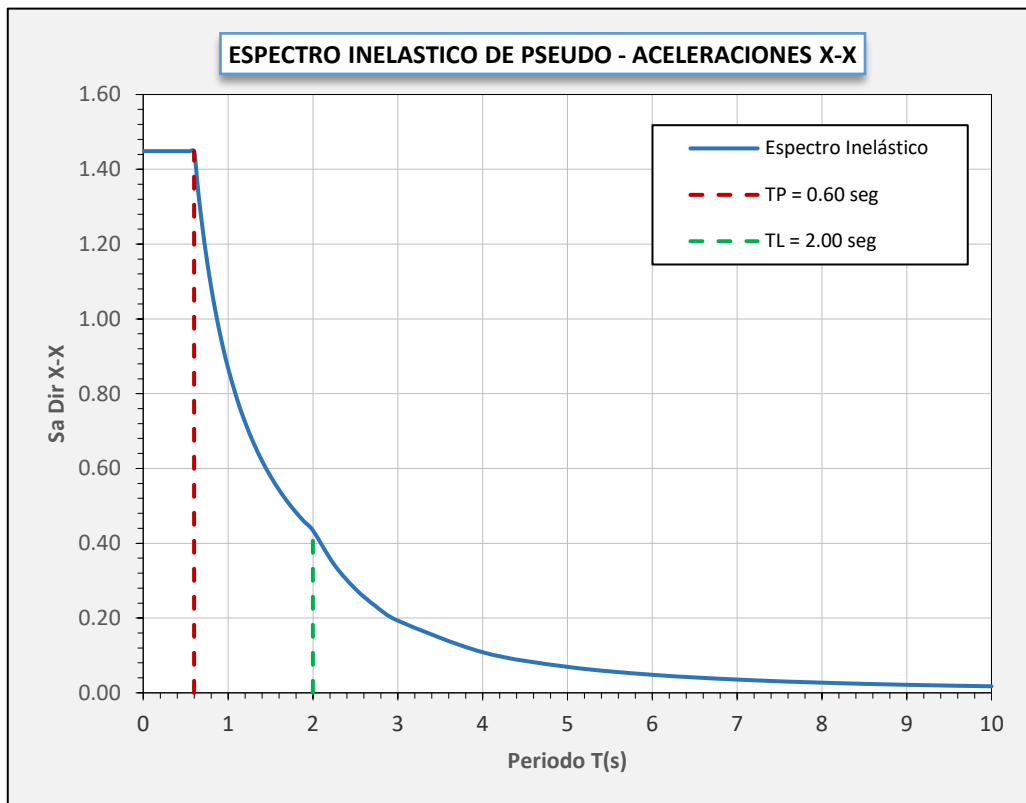


Gráfico 1. Espectro inelástico de pseudo - aceleraciones x-x

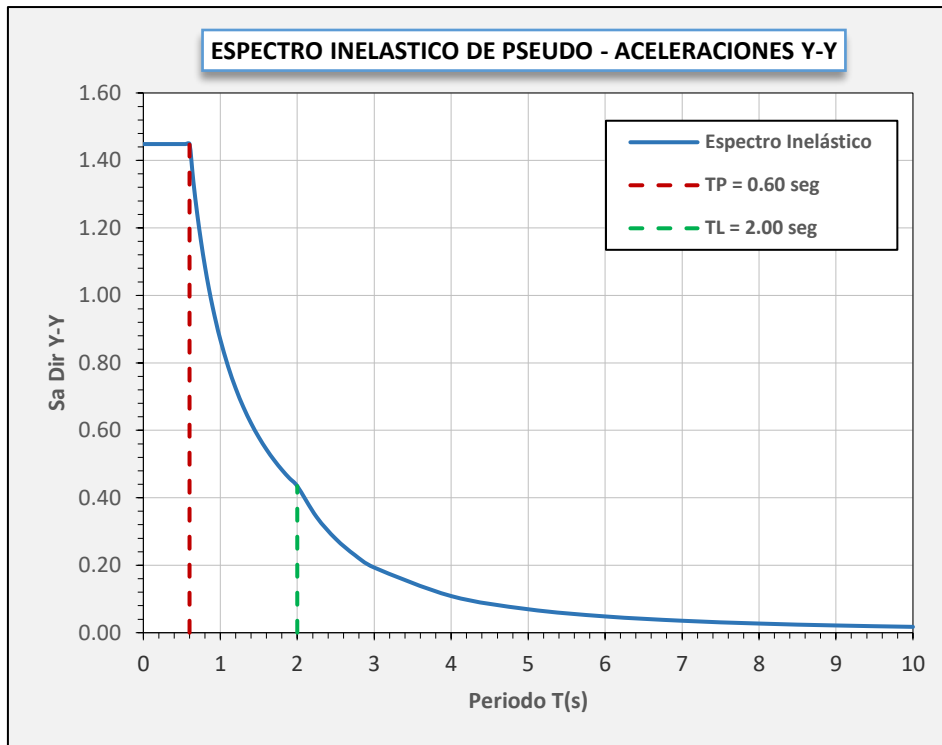


Gráfico 2. Espectro inelástico de pseudo - aceleraciones y-y

Combinaciones de carga para estructura de concreto.

Para el diseño sísmico se consideraron las siguientes cargas:

Tabla 16: Tipos de cargas sísmicas

Caso de Carga	Nomenclatura
Carga Muerta	CM
Carga de agua	CA
Carga Viva	CV
Carga de Sismo	CS

Fuente: Elaboración propia.

Las combinaciones de cargas sísmicas que se emplearon están estipuladas en la norma de concreto armado E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 17: Combinaciones de cargas sísmicas

Combinación	Cargas y factores
CM+CV	1.4CM+1.7CV
CM+CV+S	1.25CM+1.25CV+1.0CS
CM+CV-S	1.25CM+1.25CV-1.0CS
CM+S	0.9CM+1.0CS
CM-S	0.9CM-1.0CS

Fuente: Norma E.060 RNE.

Modos de vibración, periodos y porcentaje de masa participativa

Los modos de vibración se definirán mediante el proceso de análisis donde se consideren las características de rigidez y distribución de masas. En cada dirección se tomarán en cuenta aquellos modos de vibración donde la suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, también se deberá considerar por lo menos los 3 primeros modos predominantes en la dirección de análisis. En las siguientes figuras se muestran los períodos y las masas participantes que actúan en la estructura:

Units: As Noted		Modal Participating Mass Ratios							
Filter:		Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
		Modal (#Pisos...	1	0.454	0.6301	9.686E-07	6.557E-07	0.6301	9.686E-07
		Modal (#Pisos...	2	0.334	0.0005	0	0.0246	0.6306	1.447E-06
		Modal (#Pisos...	3	0.334	0.0004	0	0.0178	0.631	1.804E-06
		Modal (#Pisos...	4	0.333	0.0001	0	0.0033	0.6311	1.887E-06
		Modal (#Pisos...	5	0.332	8.837E-07	0	0.0016	0.6311	1.908E-06
		Modal (#Pisos...	6	0.238	0.1383	0.0003	3.102E-05	0.7695	0.0003
		Modal (#Pisos...	7	0.215	3.194E-06	3.421E-05	0.0072	0.7695	0.0003
		Modal (#Pisos...	8	0.208	2.912E-06	6.778E-07	7.726E-07	0.7695	0.0003
		Modal (#Pisos...	9	0.207	3.207E-05	2.3E-06	5.66E-06	0.7695	0.0003
		Modal (#Pisos...	10	0.206	0.0004	0.0001	1.617E-05	0.7699	0.0004
		Modal (#Pisos...	11	0.205	0.0001	3.832E-05	4.856E-06	0.77	0.0004
		Modal (#Pisos...	12	0.188	1.531E-06	0.8314	1.178E-05	0.77	0.8318
		Modal (#Pisos...	13	0.174	1.347E-06	4.057E-05	0.0285	0.77	0.8318
		Modal (#Pisos...	14	0.173	5.324E-07	0	0.0001	0.77	0.8318
		Modal (#Pisos...	15	0.173	1.335E-06	0	0.0006	0.77	0.8318
		Modal (#Pisos...	16	0.173	3.49E-05	0	0.0032	0.77	0.8318
		Modal (#Pisos...	17	0.172	5.611E-06	0.0001	0.0016	0.77	0.8319
		Modal (#Pisos...	18	0.143	0.1356	0.0008	0.0002	0.9057	0.8327

Figura 13. Participación modal – Edificación con Losa Aligerada convencional con ladrillo

Units: As Noted		Modal Participating Mass Ratios						
Filter:								
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
	Modal (#Pisos...	1	0.451	0.6295	1.088E-06	5.968E-07	0.6295	1.088E-06
	Modal (#Pisos...	2	0.334	0.0005	0	0.0235	0.63	1.39E-06
	Modal (#Pisos...	3	0.334	0.0004	0	0.0178	0.6304	1.617E-06
	Modal (#Pisos...	4	0.333	0.0001	0	0.0034	0.6305	1.698E-06
	Modal (#Pisos...	5	0.332	2.224E-06	0	0.0019	0.6305	1.704E-06
	Modal (#Pisos...	6	0.237	0.1417	0.0002	2.966E-05	0.7722	0.0002
	Modal (#Pisos...	7	0.215	3.546E-06	2.969E-05	0.0071	0.7722	0.0003
	Modal (#Pisos...	8	0.207	3.632E-06	5.013E-07	5.802E-07	0.7722	0.0003
	Modal (#Pisos...	9	0.207	3.746E-05	1.648E-06	5.055E-06	0.7722	0.0003
	Modal (#Pisos...	10	0.206	0.0004	0.0001	1.543E-05	0.7727	0.0003
	Modal (#Pisos...	11	0.205	0.0001	2.797E-05	4.535E-06	0.7728	0.0003
	Modal (#Pisos...	12	0.186	0	0.8347	7.347E-06	0.7728	0.835
	Modal (#Pisos...	13	0.174	5.814E-06	0.0001	0.0257	0.7728	0.8351
	Modal (#Pisos...	14	0.173	6.675E-07	0	0.0001	0.7728	0.8351
	Modal (#Pisos...	15	0.173	9.817E-07	0	0.0006	0.7728	0.8351
	Modal (#Pisos...	16	0.173	3.191E-05	0	0.0032	0.7728	0.8351
	Modal (#Pisos...	17	0.172	3.921E-06	4.706E-05	0.0017	0.7729	0.8352
▶	Modal (#Pisos...	18	0.142	0.1324	0.0007	0.0002	0.9053	0.8358

Figura 14. Participación modal – Edificación con Losa Aligerada convencional con EPS

Units: As Noted		Modal Participating Mass Ratios						
Filter:								
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
	Modal (#Pisos...	1	0.453	0.6305	7.642E-07	1.781E-05	0.6305	7.642E-07
	Modal (#Pisos...	2	0.251	1.688E-06	5.95E-07	0.0491	0.6305	1.359E-06
	Modal (#Pisos...	3	0.25	1.849E-06	0	0.0002	0.6305	1.369E-06
	Modal (#Pisos...	4	0.249	9.791E-06	0	0.0008	0.6306	1.441E-06
	Modal (#Pisos...	5	0.248	1.761E-05	0	0.0006	0.6306	1.503E-06
	Modal (#Pisos...	6	0.237	0.1418	0.0003	0.0003	0.7724	0.0003
	Modal (#Pisos...	7	0.187	0	0.8339	2.033E-06	0.7724	0.8341
	Modal (#Pisos...	8	0.182	2.347E-05	0.0008	0.0077	0.7724	0.835
	Modal (#Pisos...	9	0.17	1.716E-06	0	0	0.7724	0.835
	Modal (#Pisos...	10	0.169	0.0001	3.06E-06	1.338E-06	0.7725	0.835
	Modal (#Pisos...	11	0.169	0.0016	0.0002	0.0002	0.7741	0.8351
	Modal (#Pisos...	12	0.168	0.0002	1.485E-05	1.319E-06	0.7743	0.8351
	Modal (#Pisos...	13	0.142	0.1358	0.0006	0.0001	0.9101	0.8357
	Modal (#Pisos...	14	0.138	0.001	5.415E-06	0.0231	0.9111	0.8357
	Modal (#Pisos...	15	0.137	5.579E-06	1.523E-05	0.0079	0.9111	0.8357
	Modal (#Pisos...	16	0.136	9.02E-07	0	0.0002	0.9111	0.8357
	Modal (#Pisos...	17	0.136	0.0004	1.579E-06	0.0001	0.9115	0.8357
▶	Modal (#Pisos...	18	0.136	0.0023	1.074E-05	0.002	0.9138	0.8357

Figura 15. Participación modal – Edificación con Losa con vigueta pretensada y EPS

Units: As Noted		Modal Participating Mass Ratios						
Filter:								
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
	Modal (#Pisos...	1	0.461	0.634	8.385E-07	9.217E-06	0.634	8.385E-07
	Modal (#Pisos...	2	0.363	0.0012	0	0.0417	0.6352	1.171E-06
	Modal (#Pisos...	3	0.362	0.0004	0	0.0136	0.6356	1.293E-06
	Modal (#Pisos...	4	0.361	3.503E-05	0	0.0004	0.6356	1.303E-06
	Modal (#Pisos...	5	0.361	0.0002	0	0.0015	0.6358	1.354E-06
	Modal (#Pisos...	6	0.238	0.135	0.0003	9.827E-06	0.7709	0.0003
	Modal (#Pisos...	7	0.233	0.0002	1.415E-05	0.0089	0.7711	0.0003
	Modal (#Pisos...	8	0.227	0	0	3.089E-06	0.7711	0.0003
	Modal (#Pisos...	9	0.226	6.127E-06	0	5.735E-06	0.7711	0.0003
	Modal (#Pisos...	10	0.225	0.0009	3.064E-05	3.244E-05	0.7719	0.0003
	Modal (#Pisos...	11	0.225	0.0002	7.18E-06	8.439E-06	0.7721	0.0003
	Modal (#Pisos...	12	0.19	0	0.8351	3.282E-06	0.7721	0.8354
	Modal (#Pisos...	13	0.173	1.455E-06	2.396E-06	0.0341	0.7721	0.8354
	Modal (#Pisos...	14	0.172	0	1.787E-06	4.764E-05	0.7721	0.8354
	Modal (#Pisos...	15	0.172	4.172E-06	1.532E-06	0.0007	0.7722	0.8354
	Modal (#Pisos...	16	0.172	2.228E-05	0.0001	0.0003	0.7722	0.8355
	Modal (#Pisos...	17	0.171	0.0001	0	0.0043	0.7722	0.8355
▶	Modal (#Pisos...	18	0.149	0.0366	0.0005	0.0002	0.8088	0.836

Figura 16. Participación modal – Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS

Fuerzas cortantes en la base para Sismo Dinámico en la Edificación Multifamiliar utilizando diferentes Losas Aligeradas:

Tabla 18: Fuerzas cortantes en la base de Edificación con Losa Aligerada convencional

Dirección X-X	FX tonf	FY tonf
S Din-XX	656.987	
S Din-YY		822.9076

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Fuerzas cortantes en la base de Edificación con Losa Aligerada con EPS

Dirección X-X	FX tonf	FY tonf
S Din-XX	663.8151	
S Din-YY		835.368

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Fuerzas cortantes en la base de Edificación con Losa de vigueta pretensada con EPS

Dirección X-X	FX tonf	FY tonf
S Din-XX	670.7025	
S Din-YY		840.8755

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Fuerzas cortantes en la base de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS

Dirección X-X	FX tonf	FY tonf
S Din-XX	679.2056	
S Din-YY		868.832

Fuente: Elaboración propia.

Derivas Inelásticas en las direcciones X e Y de la Edificación multifamiliar utilizando diferentes tipos de losas aligeradas.

A continuación, se mostrará las derivas por piso que se calculó a través del software Etabs y tomando en cuenta que se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 22: Límites para la distorsión del entrepiso

Material Predominante	($\Delta i / h_{ei}$)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Norma E.030 RNE.

Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles en la Edificación Multifamiliar utilizando diferentes Losas Aligeradas:

Edificación con Losa Aligerada convencional

Tabla 23: Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada convencional

Nivel	Dirección X-X	Deriva Y Elástica Δi	Deriva Permisible X (0.007)
6	S Din-XX	0.002872	Correcto
5	S Din-XX	0.004061	Correcto
4	S Din-XX	0.005521	Correcto
3	S Din-XX	0.006556	Correcto
2	S Din-XX	0.006930	Correcto
1	S Din-XX	0.006173	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

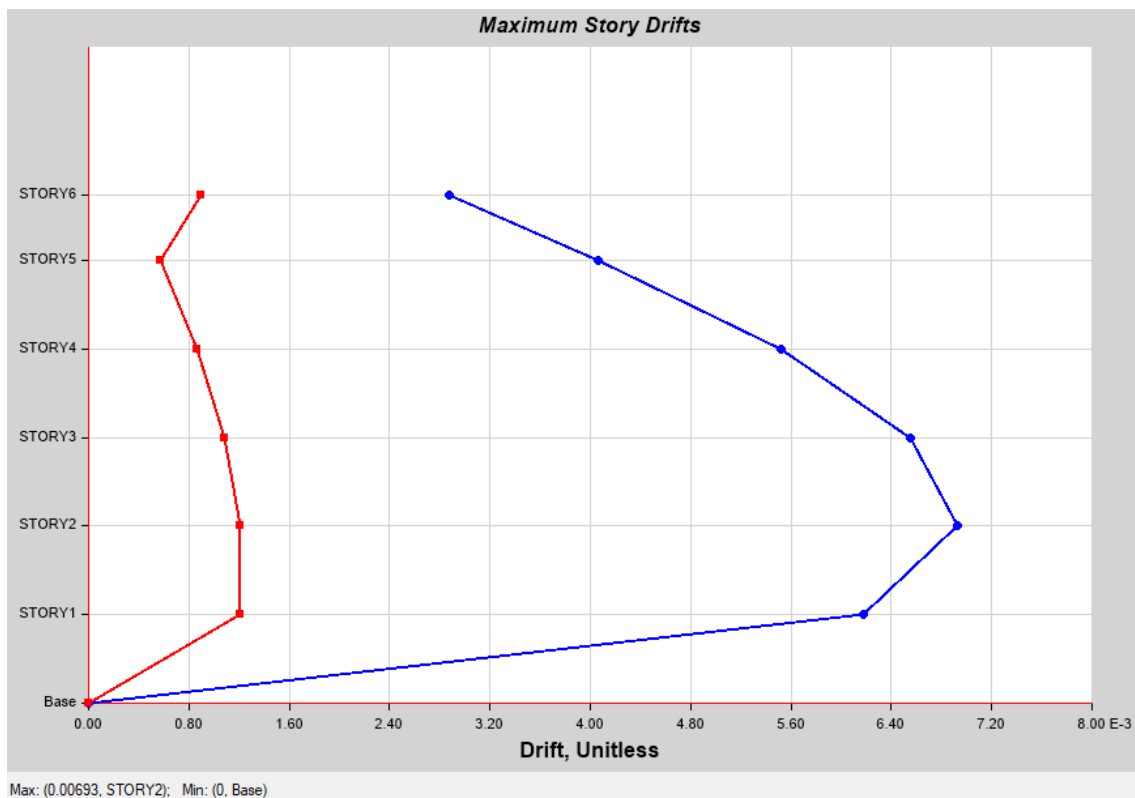


Gráfico 3. Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada convencional

Tabla 24: Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada convencional

Nivel	Dirección Y-Y	Deriva Y Elástica Δi	Deriva Permissible Y (0.007)
6	S Din-YY	0.001930	Correcto
5	S Din-YY	0.002709	Correcto
4	S Din-YY	0.003682	Correcto
3	S Din-YY	0.004371	Correcto
2	S Din-YY	0.004620	Correcto
1	S Din-YY	0.004118	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

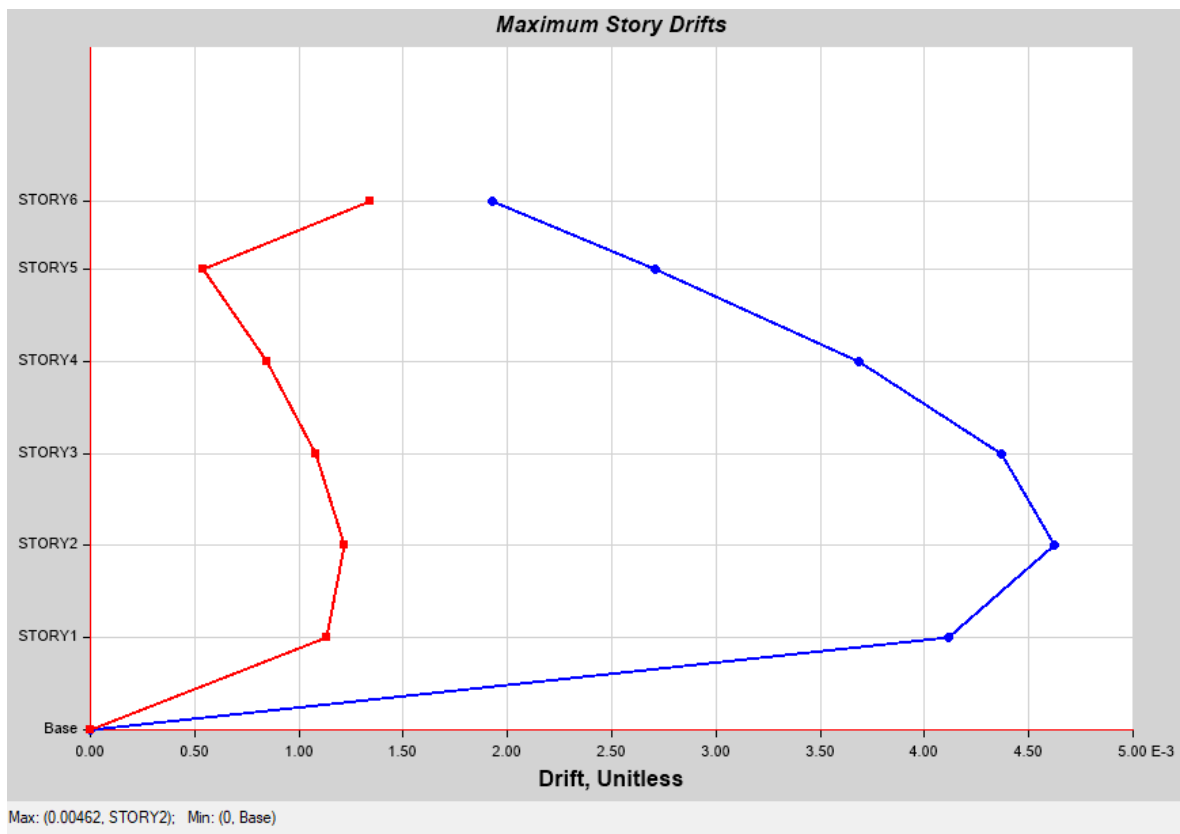


Gráfico 4. Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada convencional

Edificación con Losa Aligerada con EPS

Tabla 25: Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada con EPS

Nivel	Dirección X-X	Deriva Y Elástica Δi	Deriva Permisible X (0.007)
6	S Din-XX	0.002873	Correcto
5	S Din-XX	0.004063	Correcto
4	S Din-XX	0.005524	Correcto
3	S Din-XX	0.006559	Correcto
2	S Din-XX	0.006933	Correcto
1	S Din-XX	0.006175	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

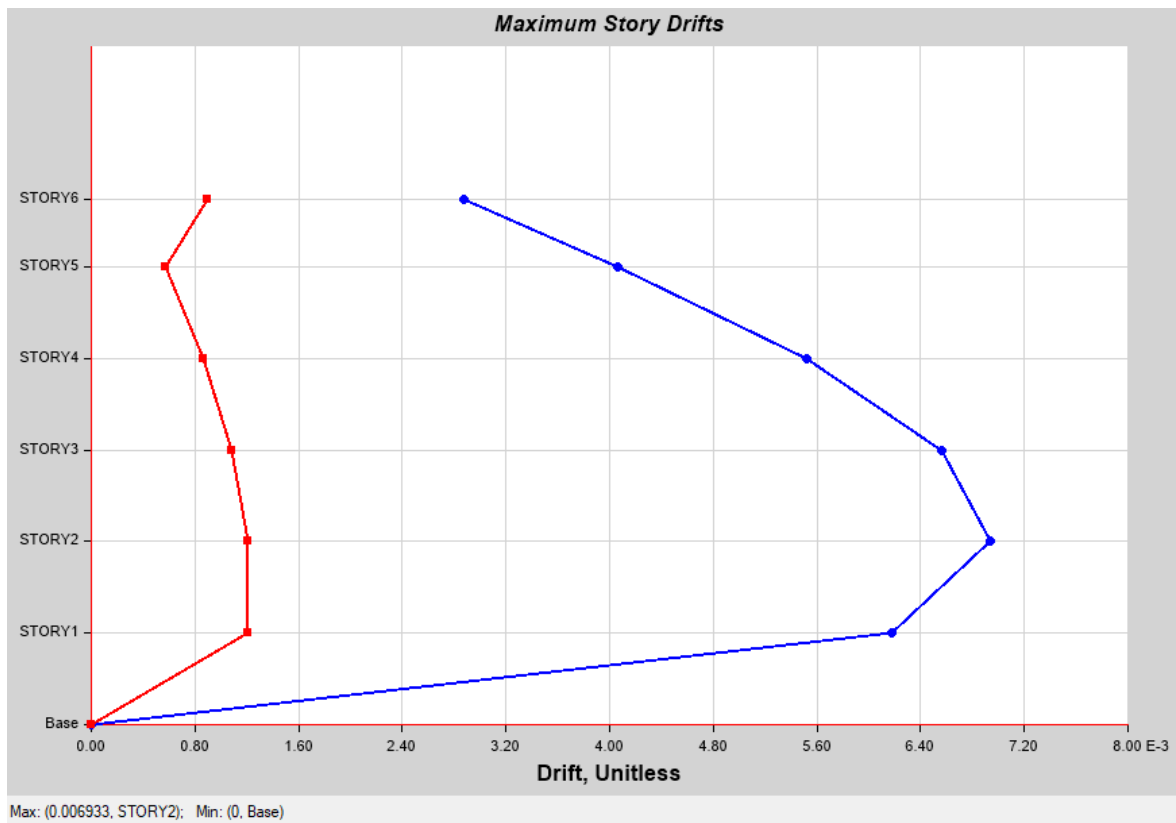


Gráfico 5. Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada con EPS

Tabla 26: Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada con EPS

Nivel	Dirección Y-Y	Deriva Y Elástica Δi	Deriva Permisible Y (0.007)
6	S Din-YY	0.001931	Correcto
5	S Din-YY	0.002711	Correcto
4	S Din-YY	0.003683	Correcto
3	S Din-YY	0.004373	Correcto
2	S Din-YY	0.004622	Correcto
1	S Din-YY	0.004119	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

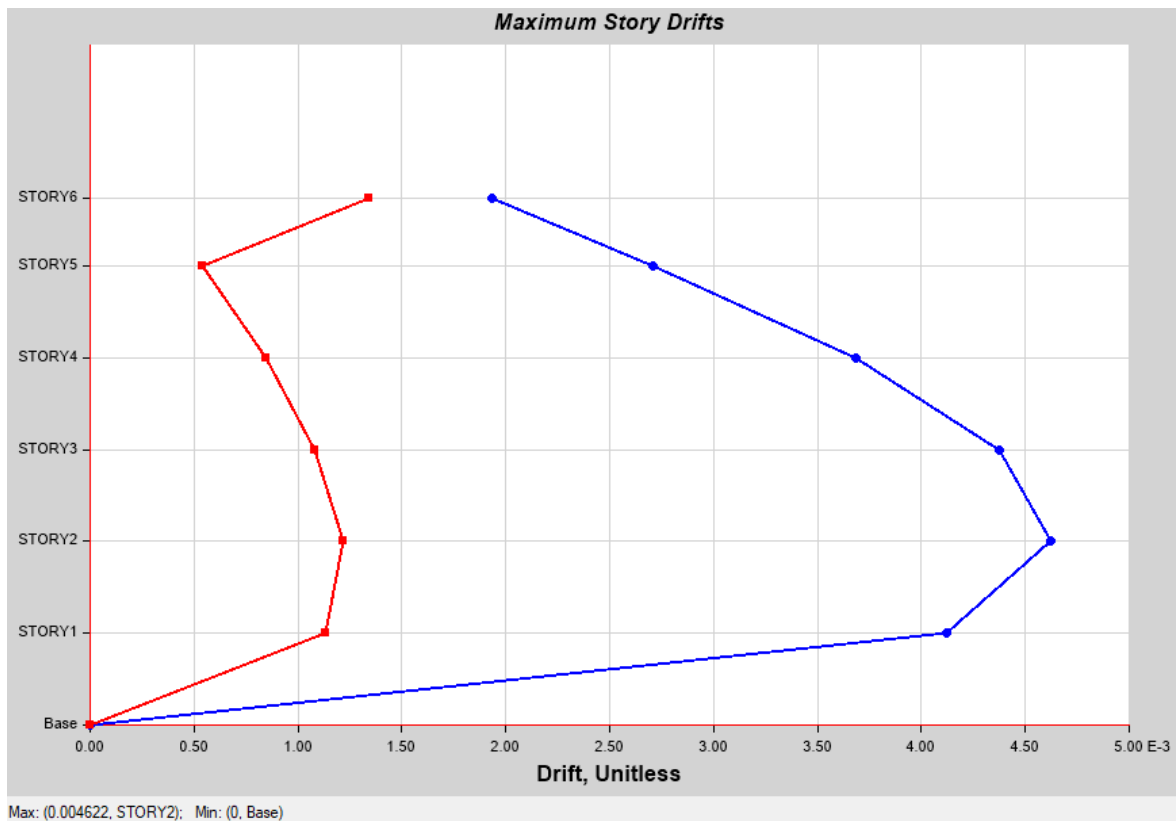


Gráfico 6. Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada con EPS

Edificación con Losa de vigueta pretensada

Tabla 27: Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa de vigueta pretensada y EPS

Nivel	Dirección X-X	Deriva Y Elástica Δi	Deriva Permisible X (0.007)
6	S Din-XX	0.002871	Correcto
5	S Din-XX	0.004070	Correcto
4	S Din-XX	0.005543	Correcto
3	S Din-XX	0.006590	Correcto
2	S Din-XX	0.006974	Correcto
1	S Din-XX	0.006225	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

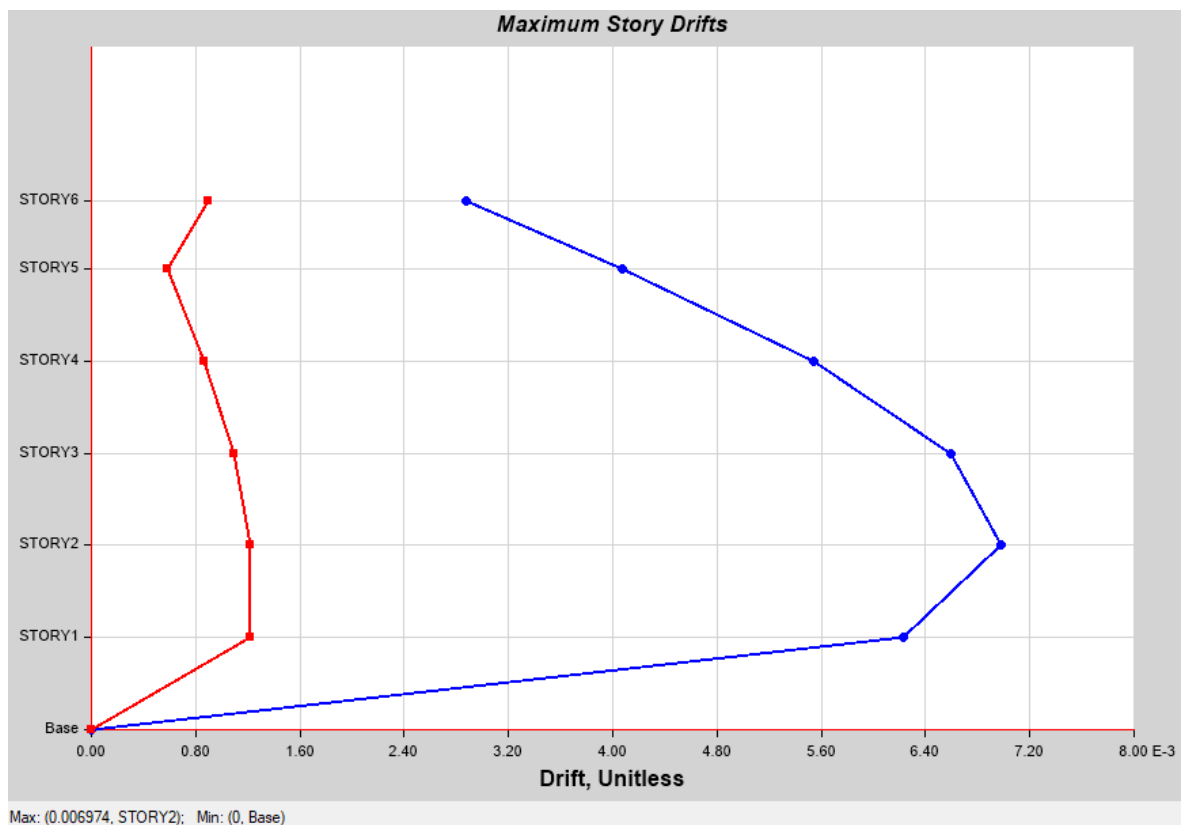


Gráfico 7. Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa Aligerada con EPS

Tabla 28: Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa de vigueta pretensada y EPS

Nivel	Dirección Y-Y	Deriva Y Elástica Δi	Deriva Permisible Y (0.007)
6	S Din-YY	0.001929	Correcto
5	S Din-YY	0.002715	Correcto
4	S Din-YY	0.003696	Correcto
3	S Din-YY	0.004393	Correcto
2	S Din-YY	0.004650	Correcto
1	S Din-YY	0.004152	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

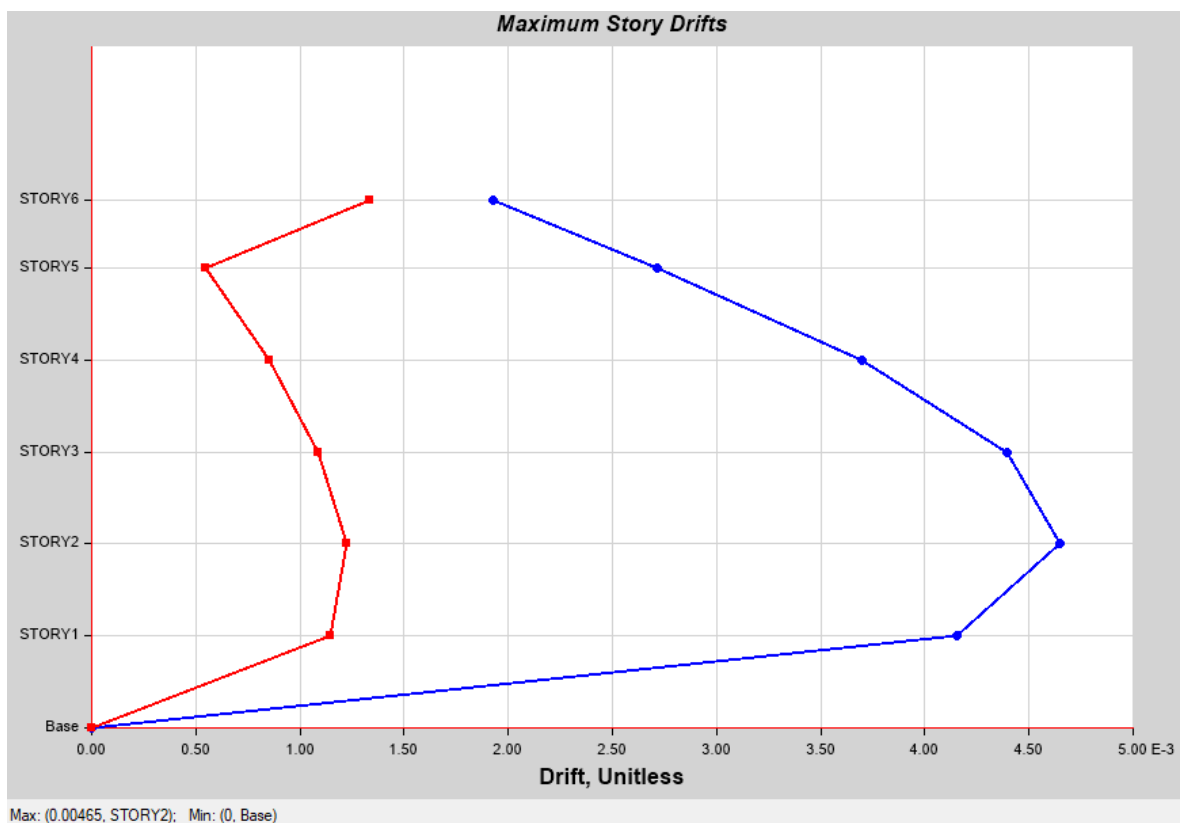


Gráfico 8. Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa Aligerada con EPS

Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS

Tabla 29: Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS

Nivel	Dirección X-X	Deriva Y Elástica Δi	Deriva Permisible X (0.007)
6	S Din-XX	0.00298	Correcto
5	S Din-XX	0.004246	Correcto
4	S Din-XX	0.005767	Correcto
3	S Din-XX	0.006845	Correcto
2	S Din-XX	0.007232	No cumple
1	S Din-XX	0.006435	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

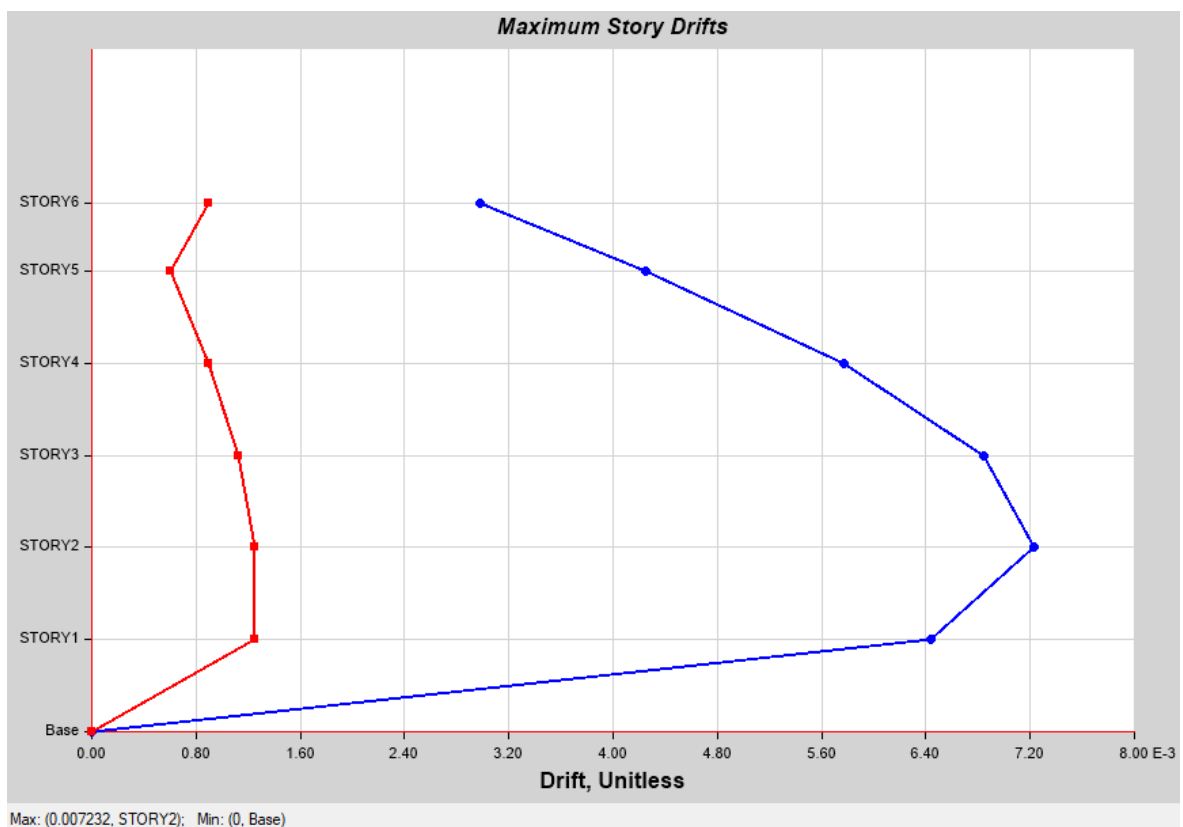


Gráfico 9. Distorsión de entrepiso en el eje X de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS

Tabla 30: Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS

Nivel	Dirección Y-Y	Deriva Y Elástica Δi	Deriva Permisible Y (0.007)
6	S Din-YY	0.002001	Correcto
5	S Din-YY	0.002832	Correcto
4	S Din-YY	0.003846	Correcto
3	S Din-YY	0.004564	Correcto
2	S Din-YY	0.004821	Correcto
1	S Din-YY	0.004292	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

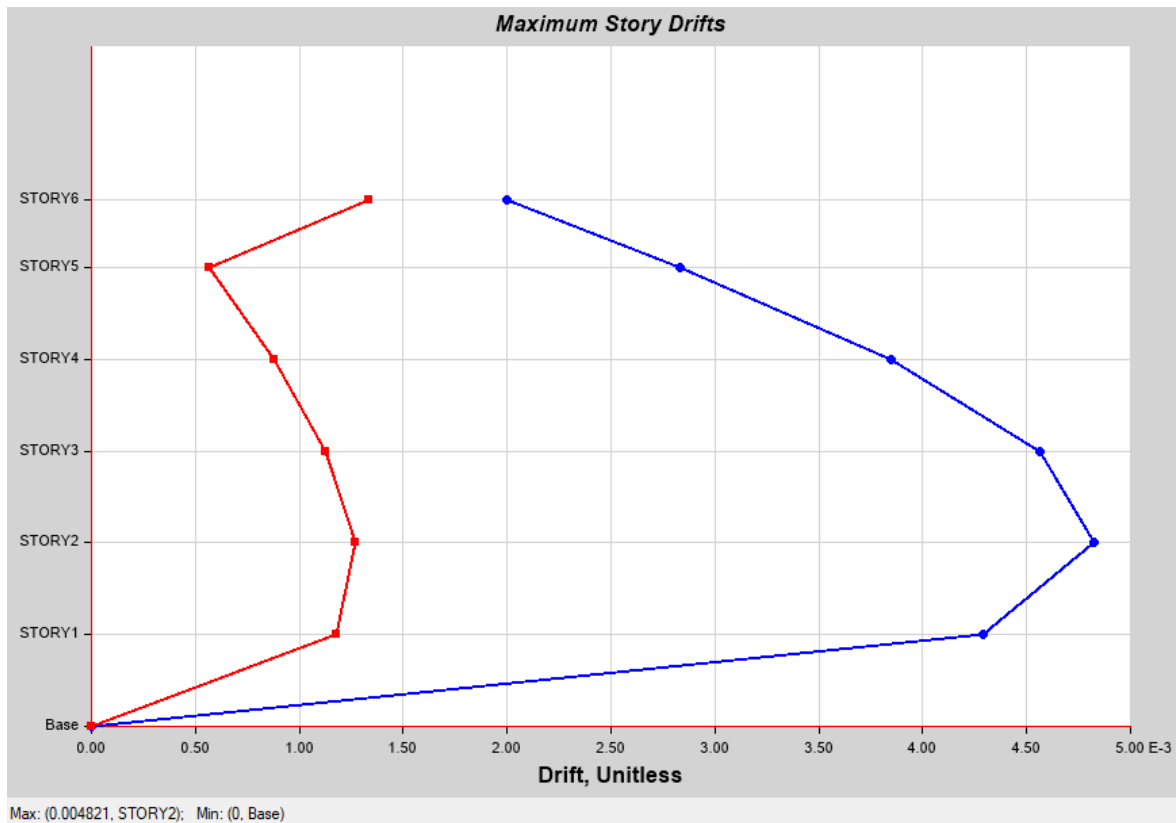


Gráfico 10. Distorsión de entrepiso en el eje Y de Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS

Junta de Separación Sísmica para la Edificación.

Tabla 31: Junta de Separación Sísmica de Edificación multifamiliar.

Hvivienda	15.50 m
Despl. Max	0.0786 m
S (Junta mínima)	0.03 m
S para la Edificación	0.08 m

Fuente: Elaboración propia.

DEFLEXIONES MAXIMAS ADMISIBLES

Materiales:

- Luz Libre de la Losa = 6.900 m
- $f'c = 210.000 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Rotura $f_r = 28.983 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del Concreto $EC = 218819.7889 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del Acero $ES = 21000000 \text{ Kg/cm}^2$
- Relación Modular $ES/EC = 95.969$

Losas:

- $b_w = 100.000 \text{ cm}$
- $h = 20.000 \text{ cm}$
- $d = 17.000 \text{ cm}$
- $d' = 3.000 \text{ cm}$

Edificación con Losa Aligerada convencional

Máxima Deflexión Admisible:

Inmediata $L / 180 = 3.833$ cm

Diferida $L / 240 = 2.875$ cm

Deflexión Total = 5.361 cm (**NO CUMPLE**)

Edificación con Losa Aligerada con EPS

Máxima Deflexión Admisible:

Inmediata $L / 180 = 3.833$ cm

Diferida $L / 240 = 2.875$ cm

Deflexión Total = 4.381 cm (**NO CUMPLE**)

Edificación con Losa de vigueta pretensada

Máxima Deflexión Admisible:

Inmediata $L / 180 = 3.833$ cm

Diferida $L / 240 = 2.875$ cm

Deflexión Total = 2.748 cm (**SI CUMPLE**)

Edificación con Losa en 2 direcciones con EPS

Máxima Deflexión Admisible:

Inmediata $L / 180 = 3.833$ cm

Diferida $L / 240 = 2.875$ cm

Deflexión Total = 4.628 cm (**NO CUMPLE**)

Comparación de pesos de la Edificación multifamiliar utilizando diferentes losas aligeradas:

Tabla 32: *Peso de la edificación de losa aligerada con tecnopor*

Peso de la edificación de losa aligerada con tecnopor:	
N° PISO	TOTAL (Tn)
PISO 5	178.584
PISO 4	196.976
PISO 3	196.976
PISO 2	196.976
PISO 1	208.400
LOSA ALIGERADA CON TECNOPOR	977.912

Fuente: Elaboración propia.

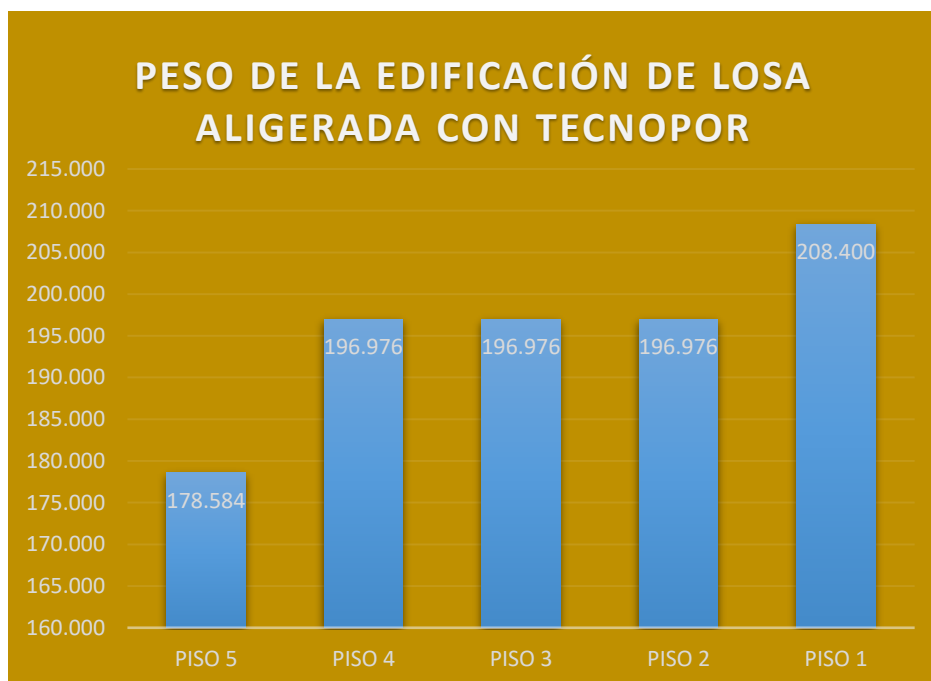


Gráfico 11. *Peso de la edificación de losa aligerada con tecnopor*

Tabla 33: *Peso de la edificación de losa aligerada con ladrillo*

Peso de la edificación de losa aligerada con ladrillo:	
N° PISO	TOTAL (Tn)
PISO 5	188.580
PISO 4	206.973
PISO 3	206.973
PISO 2	206.973
PISO 1	218.397
LOSA ALIGERADA CON LADRILLO	1027.896

Fuente: Elaboración propia.

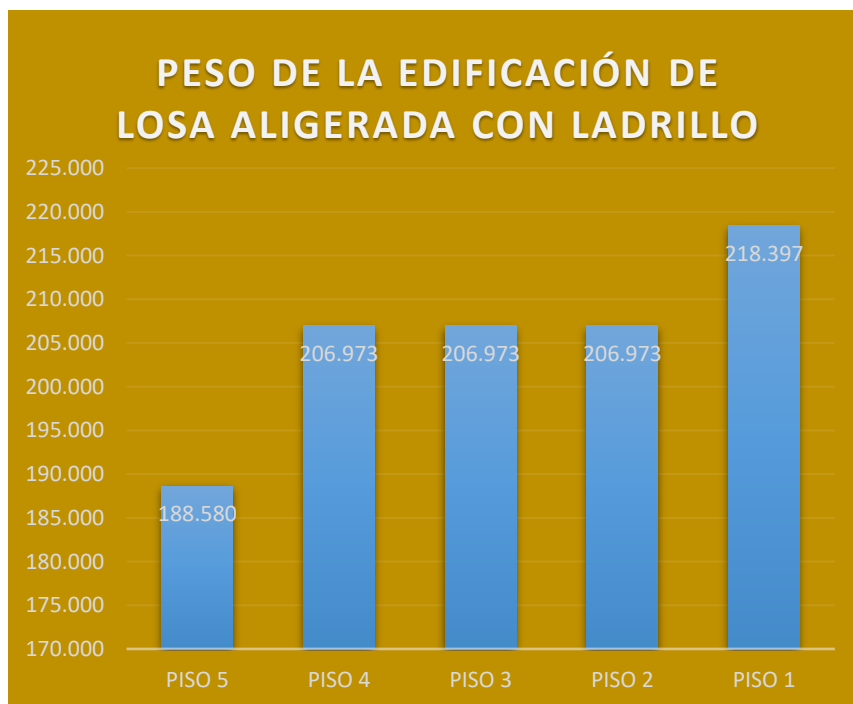


Gráfico 12. *Peso de la edificación de losa aligerada con ladrillo*

Tabla 34: *Peso de la edificación de losa aligerada con tecnopor y viguetas pretensadas*

Peso de la edificación de losa aligerada con tecnopor y viguetas pretensadas:	
N° PISO	TOTAL (Tn)
PISO 5	174.369
PISO 4	192.762
PISO 3	192.762
PISO 2	192.762
PISO 1	204.186
LOSA ALIGERADA CON TECNOPOR Y VIGUETAS Y PRETENSADAS	956.841

Fuente: Elaboración propia.

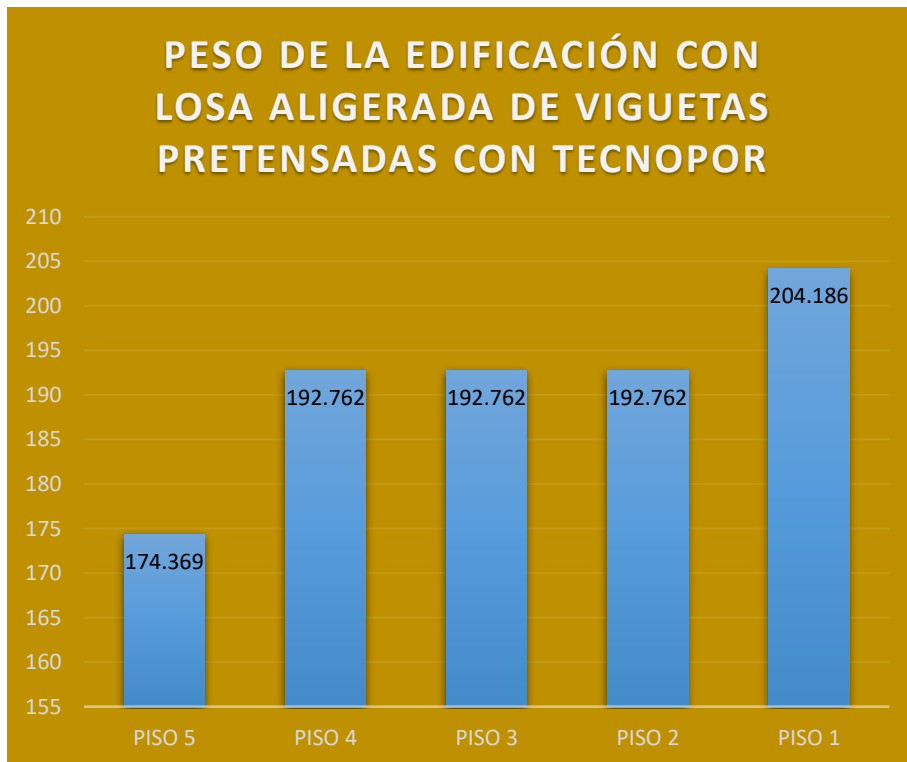


Gráfico 13. *Peso de la edificación con losa de viguetas pretensadas aligerada con tecnopor*

Tabla 35: *Peso de la Edificación con aligerada en dos direcciones con tecnopor*

Peso de la edificación de losa aligerada en dos direcciones con tecnopor:	
N° PISO	TOTAL (Tn)
PISO 5	182.184
PISO 4	200.577
PISO 3	200.577
PISO 2	200.577
PISO 1	212.001
LOSA ALIGERADA EN DOS DIRECCIONES CON TECNOPOR	995.916

Fuente: Elaboración propia.

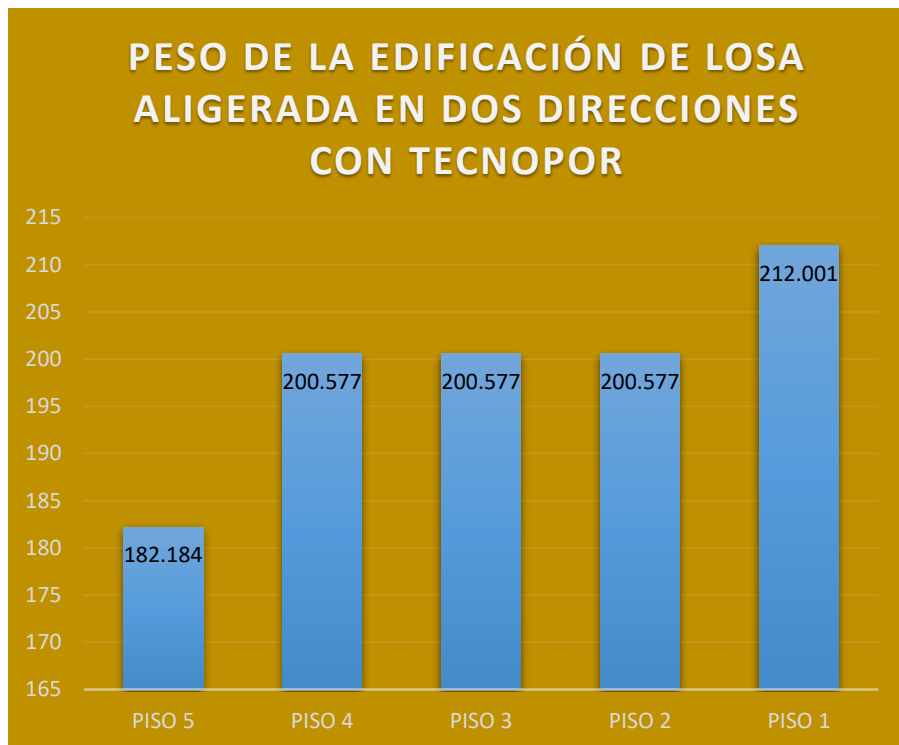


Gráfico 14. *Peso de la edificación con losa de viguetas pretensadas*

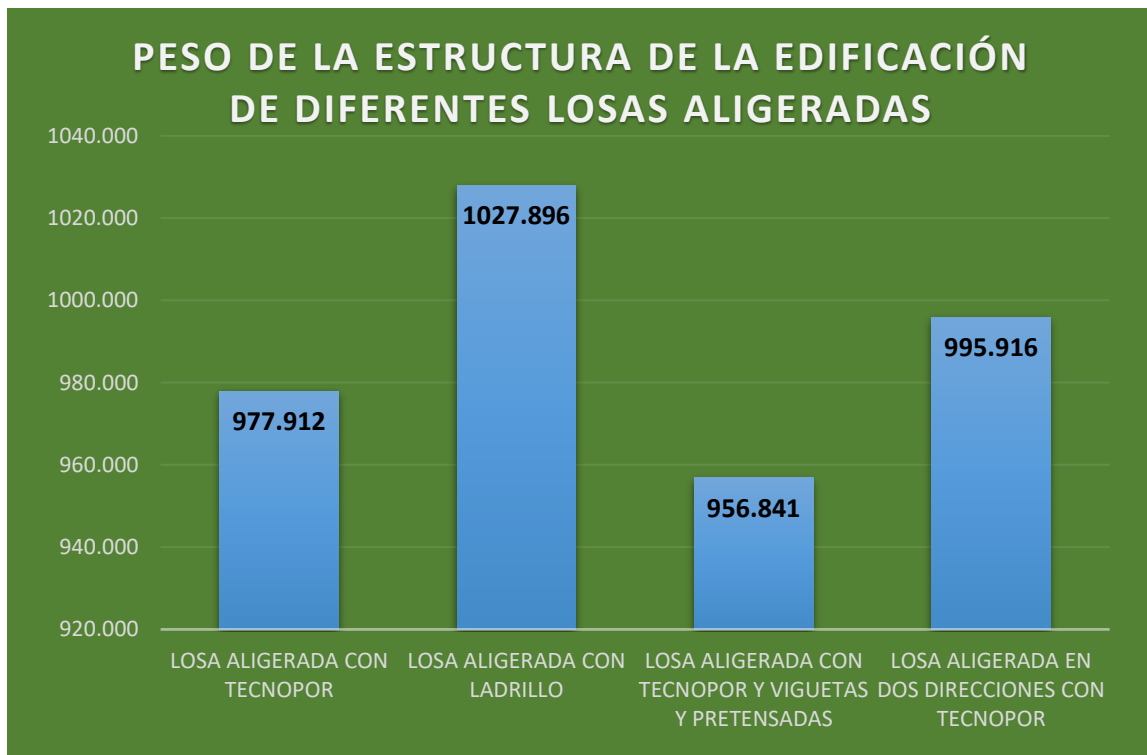


Gráfico 15. Comparación de pesos totales de la edificación utilizando diferentes losas aligeradas

V. DISCUSIÓN

Según Cueto (2019), obtuvo resultados satisfactorios empleando losas aligeradas con poliestireno expandido como elemento principal para aligerar la losa. Por ello, después de hacer el análisis sísmico respectivo, y comparándolo con una losa aligerada convencional, podemos concluir que el sistema de entrepisos de viguetas pretensada posee un buen comportamiento sísmico respondiendo mucho mejor que el sistema convencional frente a actividades sísmicas y por ello se concuerda con el autor ya que para el presente Análisis sísmico la edificación con losa de viguetas pretensada presenta un buen comportamiento sísmico cumpliendo eficientemente y siguiendo con los parámetros que la Norma E-030 de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Según Cano (2018), los principales resultados fueron la diferencia de pesos realizados en diseño estructural empleando losas aligeradas convencionales en la cual tuvo una carga de 300 kg/m², y un peso total de la estructura de 671.091 ton, mientras que en el diseño estructural empleando losas aligeradas VIGACERO tuvo una carga de 170.02 kg/m² y un peso total de la estructura de 555.75 ton, siendo esta un contraste significativo en el peso del edificio y al igual que en la presente investigación se pudo evidenciar la diferencia considerable de pesos ya que empleando el Poliestireno Expandido como elemento aligerante para la losa se puede obtener resultados óptimos ya que se requieren estructuras más livianas y con un buen comportamiento sísmico.

Según Apaza (2019), una losa aligerada con viguetas pretensadas presenta menores deflexiones en el paño central de la losa y se concuerda con el autor ya que en la presente investigación se pudo evidenciar que la edificación multifamiliar utilizando una losa aligerada con viguetas pretensada presentó deflexiones menores a las Máxima Deflexiones Admisibles.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó el diseño estructural de la edificación de cinco niveles y de acuerdo al predimensionamiento se procedió a diseñar en el software Etabs considerando una altura de losa aligerada de 0.20 m, así como también para las columnas se utilizó las dimensiones de 0.30m x 0.50 m, para las vigas se colocó una sección de 0.30 m x 0.50 m y para las zapatas aisladas se consideró la sección de 1.20 x 1.20 y con estas dimensiones de los elementos estructurales la edificación cumplió con las consideraciones de diseño que estipula la Norma E.020, E.030 y E.060.
2. Se concluyó mediante el análisis Dinámico que en la Edificación multifamiliar cortante basal dinámica es mayor al 90% de la cortante estática tal como se especifica en la norma, así como también se cumple con desplazamientos laterales relativos admisibles para todas las losas aligeradas excepto para Edificación con losa en dos direcciones ya que tiene una deriva de **0.007232** y supera el límite de distorsiones de entrepiso de **0.007** como lo especifica la Norma E.030. Se determinó que la losa aligerada con viguetas pretensadas es una alternativa eficiente ya que es la única losa aligerada que para luces de **6.90** metros aprox. las deflexiones son óptimas ya que no exceden a la Máxima Deflexión Admisible como se especifica la Norma E.060.
3. De acuerdo al Metrado de cargas se determinó que la Edificación con losa aligerada de viguetas pretensadas tiene un peso **956.8 ton** siendo la edificación con menor peso a comparación de la losa aligerada convencional que tiene un peso considerable de **1027.9 ton** teniendo una diferencia de **71.10** una cantidad de peso que se debe tener en cuenta para evitar deflexiones en los paños de la losa, concluyendo así que losa con viguetas pretensadas es la más eficiente y con un buen comportamiento sísmico.

VII. RECOMENDACIONES

1. Difundir el uso del sistema losa con viguetas pretensadas en el distrito de Asia en donde se observa un crecimiento constante en el sector construcción que resultaría provechoso y ventajoso ya que implica estar acorde con las nuevas formas de construcción generando mejores resultados y evitando daños estructurales ante un evento sísmico.

2. Al elegir el sistema losa con viguetas pretensadas se recomienda tener presente el conocimiento sobre su diseño ya que estructuralmente y en comparación de las demás losas aligeradas esta cumplió con los parámetros que se rigen en la norma peruana y se recomienda utilizar este sistema de entrepiso para luces de 6.90 m aprox.

3. Se pudo evidenciar que existen variaciones en el comportamiento estructural a favor del sistema losa con viguetas pretensadas, se recomienda hacer un mayor énfasis en el uso del Poliestireno expandido ya que disminuye el peso de la losa y de la estructura en general y de acuerdo a ellos se podrían disminuir las dimensiones de secciones vigas, columnas y finalmente de la cimentación.

REFERENCIAS

ACEROS AREQUIPA. 2000. ACEROS AREQUIPA. [En línea] 2000. [Citado el: 22 de 05 de 2020.] <http://www.acerosarequipa.com/index.php?id=456>. ISSN.

ACEROS Arequipa. 2018. *PRODUCTOS DE BARRAS DE CONSTRUCCION - FIERRO CORRUGADO*. LIMA : BOLETIN CONSTRUYENDO, 2018.

ACI. 1999. *Código de Diseño de Hormigón Estructural*. Michigan : s.n., 1999.

AGUADO CRESPO, F. 1987. *INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN*. LA HABANA : PUEBLO Y EDUCACIÓN, 1987. ISBN.

ANÁLISIS del comportamiento sísmico de los edificios de obra de fábrica, típicos del distrito Ensanche de Barcelona. **Moreno y Bairán. 2011.** 524, Barcelona : Informes de la Construcción, 2011, Vol. 63. 0020-0883.

Análisis del enfoque de diseño sismorresistente. **Carrillo, Hernández y Rubiano. 2014.** 1, Mexico D.F. : Ingeniería Investigación y Tecnología, 2014, Vol. 15. 1405-7743 FI-UNAM.

APAZA. 2019. *ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO*. Universidad Peruana Los Andes, HUANCAYO : 2019.

ARIAS, Fidias. 2012. *El Proyecto de Investigación*. Caracas : EPISTEME, 2012. 980-07-8529-9.

BERRY, PETER L. y REID, DAVID. 1982. *MECANICA DE SUELOS*. s.l. : McGRAW-HILL, 1982.

BLANCO, Antonio . 1994. *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima : Princliness, 1994.

BORJA, Manuel. 2012. *Metodología de la investigación científica para ingenieros.* Chiclayo : s.n., 2012.

BRAGA, CAMPOS Y. 2005. *MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES.* 2005.

BRAJA, M. 2001. *PRINCIPIO DE INGENIERÍA DE CIMENTACIONES. CUARTA.* MEXICO : THOMSON EDITORIALES, 2001.

CANO. 2018. *“COMPARACIÓN DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES VERSUS VIGACERO, AA. HH. CRUZ DE MOTUPE, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018”.* Universidad Cesar Vallejo, Lima : 2018.

CASCO y MAJANO. 2019. *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE ENTREPISO EN EDIFICIOS BASADO EN ASPECTOS DE SEGURIDAD Y COSTO.* Universidad De El Salvador, SAN SALVADOR : 2019.

COMPARATIVE ANALYSIS OF (G+11) R.C.C. FRAME STRUCTURE WITH FLAT SLAB & CONVENTIONAL SLAB HAVING DIFFERENT CROSS-SECTIONAL SHAPE OF COLUMNS. **Husain, Siddiqui y Khan. 2019.** Lucknow : IRJET, 2019. 2395-0072.

COMPARISON OF SEISMIC RESPONSE BETWEEN FLAT SLAB BUILDING AND REGULAR FRAME BUILDING. **Devtale, y otros. 2016.** India : IJAETMAS, 2016, Vol. 6. 2349-3224.

CONSTRUCCIÓN y mantenimiento de viviendas de albañilería. **BLONDET, Marcial. 2005.** Lima : s.n., 2005.

CRESPO, Villalaz. 1989. *MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES.* Mexico D.F. : LIMUSA, 1989. 968-18-6489-1.

CUETO. 2019. *DISEÑO DE EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR EMPLEANDO SISTEMA DE ENTREPISOS DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ACERO EN EL DISTRITO DE SURQUILLO, LIMA.* Universidad Nacional Federico Villareal, Lima : 2019.

DISEÑO de sistema para viviendas con lámina colaborante metálica. **Luis, Katia, Marrero, Suamly y Díaz, Isel del Carmen. 2016.** 1, Matanzas : Revista de Arquitectura e Ingeniería, 2016, Vol. 10. 1990-8830.

ENGINEERING, SKYCIV. 2015. MOMENTO FLECTOR. [En línea] 2015.
<https://skyciv.com/about/>.

ESPECIFICACIÓN ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero. **(Alacero), Asociación Latinoamericana del Acero. 2010.** Santiago de Chile : s.n., 2010. 978-956-8181-12-3.

ESTRUCTURAS metálicas para edificación. **MONFORT LLEONARD, JOSÉ. 2006.** VALENCIA : UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, 2006. 9788483630211.

EVALUACIÓN probabilista de la capacidad, fragilidad y daño sísmico de edificios. **Vargas, y otros. 2013.** 2, Barcelona : Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 2013, Vol. 29, págs. 63-78.

Evaluación probabilística de la capacidad, fragilidad y daño sísmico de los edificios de hormigón armado. **Vargas, y otros. 2013.** 2, s.l. : Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 2013, Vol. 29, págs. 63-78.

GENERALIZACIÓN mediante desarrollos en el Analisis Lineal no Dinámico. **Fourier. 2002.** BOGOTA : s.n., 2002, pág. 35.

HERNÁNDEZ, ROBERTO, Fernández, Carlos y Baptista, Lucio. 2014.
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. México D.F. : McGRAW-HILL, 2014. 978-1-4562-2396-0.

LEE, KAREL. 1972. CALCULUS. BUENOS AIRES : UNIVERSITARIA DE BUENOS AIRES, 1972, pág. 61.

LOSA MACIZA. **EMB CONSTRUCCION. 2012.** s.l. : GRUPO EDITORIAL EMB, 2012.

MANUAL de instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero.
Custodio, Luis. 2014. Lima : CARTOLAN EDITORES SRL, 2014.

MANUAL para la construcción de losas alivianadas de viguetas pretensada. **TENSOLITE. 2014.** Córdoba : s.n., 2014.

MANUAL técnico vigacero. **Perú, Arcotecho. 2017.** Lima : s.n., 2017.

MANUAL técnico, sistema constructivo placa colaborante acero-deck. **Díaz, Miguel y Salinas, Jorge . 2006.** Lima : Dpto. Investigación y Desarrollo ACEROS PROCESADOS, 2006.

MARTINEZ Vargas, Alberto Jose. 2010. *OBSERVACIONES A LA ACTUALIZACION DE LAS NORMAS TECNICAS EN EDIFICACIONES E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES.* LIMA : ICG CONSTRUCCIONES, 2010.

MARTÍNEZ, E. N. 2003. *MANUAL DE MECANICA DE SUELOS I.* [ed.] U.N.M.S. LIMA : s.n., 2003. ISBN.

MAYORAL, Angel. 2012 . *MANUAL PRACTICO DE PREDIMENSIONADOS DE ESTRUCTURAS E INSTALACIÓN.* Pamplona : Uzalma ediciones, 2012 . 978-84-92870-86-8.

MELI, Roberto. 1985. *Diseño Estructural.* Mexico D.F. : GRUPO NORIEGA EDITORES, 1985.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2018. *NORMA E.030.* LIMA : s.n., 2018.

— **2018.** *NORMA E.050.* LIMA : s.n., 2018.

— **2018.** *NORMA E.060.* LIMA : s.n., 2018.

— **2010.** *Norma Técnica, Metrados para obras de edificaciones y habilitaciones urbanas.* Lima : Empresa Editora Macro, 2010. 978-612-4034-52-7.

MINISTERIO del Ambiente. 2016. *BOLETÍN técnico bimensual N°2.* Lima : Lettera Gráfica SAC., 2016.

MUÑOZ P., ALEJANDRO, ZEGARRA C., LUIS y MENDOZA L., MARCOS. 1998. *FUERZAS DE DISEÑO Y CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS EN LA NORMA PERUANA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE.* LIMA : s.n., 1998.

NILSON, Arthur y Winter, George. 1997. *Diseño de estructuras de Concreto.* Santa Fe de Bogotá : McGRAWHILL, 1997. pág. 25. 770.

NILSON, y otros. 1999. *DISEÑO DE ESTRUCTURAS.* Santafé de Bogotá : McGRAW-HILL, 1999. Vol. 10. 958-600-953-X.

ORTIZ BERROCAL, LUIS. 1970. *RESISTENCIA DE MATERIALES.* s.l. : McGra-Hill, 1970. ISBN 9788448156336.

PAYE, PEÑA & FRANCO. 2014. *COSTOS DEL SISTEMTA ENTREPISOS Y CIELOS.* 2014.

PROPUESTA PARA LA UTILIZACIÓN DE LOSAS DE ENTREPISOS PREFABRICADOS Y SU EVALUACIÓN COSTO-TIEMPO. **Paye, Peña y Franco. 2014.** 2, LIMA : Sinerg. innov., 2014, Vol. 2. 2306-6431.

RENDON. 2019. *COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL ALIGERAMIENTO DE ENTREPISO Y SU INCIDENCIA EN LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.* Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña : 2019.

RIENOSO ANGULO, EDUARDO, RODRIGUEZ, MARIO E. y BETANCOURT RIBOTTA, RAFAEL. 2000. *MANUAL DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS PREABRICADAS Y PRESFORZADAS.* [aut. libro] EDUARDO REINOSO ANGULO, MARIO RODRIGUEZ y RAFAEL BETANCOURT RIBOTTA. AREQUIPA : ANIPPAC, 2000.

SERGE, LANG. 2015. *INTRODUCCIÓN AL ANALISIS MATEMATICO.* 2015, pág. 55.

SISTEMA MISTO STEEL DECK Y SUS APLICACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL.
Amador, Abrantes y Alve. 2019. Brasil : Faculdade Presidente Antônio Carlos, 2019.
2525-3409.

STEEL deck o losa colaborante. **CONSTRUCCION EN ACERO. 2016.** 90, SANTIAGO :
BOLETIN DE LA RED LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCION EN ACERO, 2016.
ISSN.

TAVERAS y GARCÍA. 2016. *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOSAS ESTRUCTURALES
CONVENCIONALES DE HORMIGÓN ARMADO (NO PRE-FORZADO) PARA
ENTREPISOS.* Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo : 2016.

TERZAGHI, K. 1943. *CAPACIDAD PORTANTE.* NEW YORK : WILEY, 1943.
*USE OF FLAT SLABS IN MULTI-STOREY COMMERCIAL BUILDING SITUATED IN HIGH
SEISMIC ZONE.* **Navyashree y Sahana. 2014.** Bangalore : IJRET, 2014. 2321-7308.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Losas aligeradas	Una losa aligerada, son losas compuestas por viguetas de acero y concreto y acompañado por elementos livianos de relleno [...], estos elementos cumplen la función de aligerar el peso de la losa y también para obtener una superficie uniforme de cielorraso. (Ministerio de Vivienda, 2010, p. 56)	Se emplearán 4 tipos de losas aligeradas en los cuales se empleará como elemento aligerante de las losas el poliestireno expandido para realizar el diseño estructural y análisis sísmico.	Losa aligerada convencional	Viguetas, ladrillo de arcilla	Razón
			Losa aligerada convencional con EPS	Viguetas, EPS	
			Losa aligerada pretensada	Viguetas pretensadas, EPS	
			Losa aligerada en 2 direcciones	Viguetas, EPS	
Comportamiento Sísmico	El comportamiento sísmico, inadecuado de las edificaciones tiene como causa principal daños en las estructuras, así como también la víctimas mortales y pérdidas económicas, para ello una edificación debe realizarse considerando principalmente un excelente diseño y análisis sísmico [...] (Moreno, 2011, 22)	Para el análisis del comportamiento sísmico se determinará el diseño estructural y posterior a ellos se realizará el análisis sísmico utilizando los diferentes tipos de losas aligeradas edificaciones multifamiliares.	Diseño estructural	Predimensionamiento	Razón
				Modelamiento	
			Análisis sísmico	Análisis Estático	
				Análisis Dinámico	
		Peso total de la edificación(ton)	Metrado de cargas		

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	V. Independiente (Losas aligeradas)			<p>Método: Científico Tipo: Transversal Nivel: Correlacional Causal Diseño: No Experimental Población: Diseño de edificaciones de hasta 7 niveles Muestra: Diseño de una edificación de 5 niveles Técnica: Análisis documental y análisis de contenido Instrumento: Formatos de ensayos previos y cálculos obtenidos</p>
¿Cuál es el resultado del análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020?	Analizar el resultado del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020	El resultado del análisis del comportamiento sísmico es similar en los diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
			Losa aligerada convencional	Viguetas, Ladrillo de arcilla	Fichas técnicas del fabricante R.N.E. E.060/E.070	
			Losa aligerada convencional con EPS	Viguetas, EPS		
			Losa aligerada pretensada	Viguetas Pretensada, EPS		
			Losa aligerada en 2 direcciones	Viguetas, EPS		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	V. Dependiente (Comportamiento Sísmico)			
¿Cuál es el diseño estructural utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020?	Realizar el diseño estructural utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020	El diseño estructural influye en el comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
			Diseño estructural	Predimensionamiento	R.N.E. E.020/E.030/E.050/E.060/E.070/ Excel, ETABS v.18	
Modelamiento						
¿De qué manera influye el análisis sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020?	Determinar la influencia del análisis sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020	El análisis sísmico es similar en los diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020	Análisis sísmico	Análisis Estático	R.N.E. E.030 E.060 Excel, ETABS v.18	
				Análisis Dinámico		
¿De qué manera influye el peso total de la edificación en el comportamiento sísmico utilizando diferentes losas de entrepiso, Lima – 2020?	Determinar la influencia del peso total en el comportamiento sísmico utilizando diferentes losas de entrepiso en edificaciones, Lima – 2020	El peso total de la edificación influye en el comportamiento sísmico utilizando diferentes losas de entrepiso en edificaciones, Lima - 2020	Peso total de la edificación(ton)	Metrado de cargas	R.N.E. E.020 Excel	

ANEXO 2

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Validación 1**, por el especialista Ing. Jose Luis Benites Zuñiga.

REVISIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS PI Recibidos x

juan Bernabe Huapaya <jbh.97.17@gmail.com>
para jibenites8411, boc: Poollto47 ▾
13:42 (hace 9 horas) ☆ ↶ ⋮

Buenas tardes Ing. Benites; somos los estudiantes Paul Torres champac y Juan Bernabé Huapaya, estudiantes del IX Ciclo del Curso de Proyecto de Investigación de la Universidad Cesar Vallejo, que usted lleva a cargo, así mismo mediante este medio solicito encarecidamente que usted pueda validar los instrumentos de recolección de datos de mi Proyecto de Investigación titulado "Análisis de comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete - 2020".

Así mismo le adjunto nuestros datos respectivos:

- Paul Torres Champac
DNI: 48897182
CODIGO DE ESTUDIANTE: 1000838228
- Juan Bernabé Huapaya
DNI: 75438144
CODIGO DE ESTUDIANTE: 9100040748

Mediante este medio adjunto 4 archivo pdf la cual consta de ficha de recolección de datos.

4 archivos adjuntos

INSTRUMENTOS S ... INSTRUMENTOS S ... INSTRUMENTOS S ... INSTRUMENTOS S ...



JOSE LUIS
para mi ▾
15:36 (hace 7 horas) ☆ ↶ ⋮

Estimado (a). - Paul Torres Champac
- Juan Bernabé Huapaya



Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu PI titulado " Análisis de comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete - 2020 ", doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga
Ingeniero Civil
CIP 126769

- Validación 2, por el especialista Ing. Walter Balcázar Montenegro

		INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS			PI-2020	
		PROYECTO:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, DISTRITO DE ASIA, CAÑETE - 2020		Revisión:	0
		FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN			Fecha:	
		FORMATO:	CALCULOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO		Noja:	1 de 1
UBICACIÓN:					Fecha:	
Elemento:			Zona de trab.:			
Planos Ref.:						
Equipos:			Responsable:	TORRES CHAMPAC, PAUL	Progresiva:	
			BERNABÉ HUAPAYA, JUAN V.		N° Laboratorio:	
I. Descripción del Trabajo (CALCULOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO):						
SISTEMA ESTRUCTURAL		Losa Aligerada Convencional	Losa Aligerada Convencional con EPS	Losa Aligerada con viguetas de Acero	Losa Aligerada con viguetas pretensada	
SISTEMA ESTRUCTURAL	Materiales					
	Peso propio del sistem por m2 (kgf)					
		Peso de la estructura considerando el tipo de sistema de losa aligerada (ton)				
Análisis dinámico modal espectral	Modo de vibración					
	Participación de masas	direccion X - X				
		direccion Y - Y				
	Fuerza cortante en la base (Ton)					
Periodo de la estructura (S ^1)						
Desplazamientos relativos admisibles de entrepiso	1 Nivel	direccion X - X				
		direccion Y - Y				
	2 Nivel	direccion X - X				
		direccion Y - Y				
	3 Nivel	direccion X - X				
		direccion Y - Y				
	4 Nivel	direccion X - X				
		direccion Y - Y				
	5 Nivel	direccion X - X				
		direccion Y - Y				
Dimension de elementos estructurales	Área de la seccion(cm²)	Columna				
		Viga				
		Placa				
		Cimentacion				
	Área de acero en la seccion(cm²)	Zapatas				
		Columna				
		Viga				
		Placa				
		Cimentacion				
IV. Observaciones:						
V. Aprobación Final						
DATOS DEL ESPECIALISTA				Firma y Sello		
APELLIDOS Y NOMBRES: Balcázar Montenegro, Walter						
ESPECIALIDAD: Ingeniero Civil						
C.I.P. N°: 161027						

- Validación 3, por el especialista Ing. Jorge Alberto Castillo Benites

		INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				PI - 2020			
		PROYECTO:		ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, DISTRITO DE ASIA, CAÑETE - 2020		Revisión:	0		
		FICHA TECNICA DE INVESTIGACIÓN						Fecha:	
		FORMATO:	CALCULOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO			Hoja:	1 de 1		
UBICACIÓN							Fecha:		
Elemento:		Zona de trab.:							
Planos Ref.:									
Equipos:		Responsable:		TORRES CHAMPAC, PAUL	Progresiva:				
				BERNABÉ HUAPAYA, JUAN V.	N° Laboratorio:				
I. Descripción del Trabajo (CALCULOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO):									
SISTEMA ESTRUCTURAL			Losa Aligerada Convencional	Losa Aligerada Convencional con EPS	Losa Aligerada con viguetas de Acero	Losa Aligerada con viguetas pretensada			
Materiales									
Peso propio del sistem por m2 (kgf)									
Peso de la estructura considerando el tipo de sistema de losa aligerada (ton)									
Modo de vibración									
Participación de masas			direccion X - X						
			direccion Y - Y						
Fuerza cortante en la base (Ton)									
Periodo de la estructura (S [^] -1)									
1 Nivel			direccion X - X						
			direccion Y - Y						
2 Nivel			direccion X - X						
			direccion Y - Y						
3 Nivel			direccion X - X						
			direccion Y - Y						
4 Nivel			direccion X - X						
			direccion Y - Y						
5 Nivel			direccion X - X						
			direccion Y - Y						
Dimension de elementos estructurales			Área de la seccion(cm2)						
			Columna						
			Viga						
			Placa						
			Cimentadon						
			Área de acero en la seccion(cm2)						
			Zapatas						
			Columna						
Viga									
Placa									
Cimentadon									
IV. Observaciones:									
V. Aprobación Final									
DATOS DEL ESPECIALISTA					Firma y Sello				
APELLIDOS Y NOMBRES: CASTILLO BENITES, JORGE ALBERTO ESPECIALIDAD: ING ENERO CIVIL C.I.P. N°: 59755									

ANEXO 3

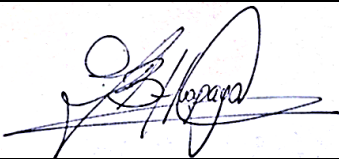
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES


Nosotros, Juan Vladimir Bernabé Huapaya y Paul Alexander Torres Champac, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Tesis titulado “**Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020**”, son:

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

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a los dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 25 de noviembre del 2020

Apellido y Nombre: Bernabé Huapaya, Juan Vladimir	
DNI: 75436144	Firma 
ORCID: 0000-0001-9487-7898	

Apellido y Nombre: Torres Champac, Paul Alexander	
DNI: 48697192	Firma 
ORCID: 0000-0003-0771-3380	

ANEXO 4

PANTALLASO DE TURNITIN

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows a thesis from Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. The title is "Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete - 2020". The author is Bernabé Huapaya, Juan Vladimir, and the advisor is Mg. Benites Zurilga, José Luis. The research line is "Diseño Sísmico y Estructural" in Lima, Perú.

On the right, the "Resumen de coincidencias" (Summary of Similarities) panel shows a 22% similarity score. Below this, a table lists the sources of similarity:

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
6	repositorio.upla.edu.pe	1 %

The interface also shows a page number of 1 of 73, a word count of 12969, and a Windows taskbar at the bottom with the date 18/12/2020 and time 6:07 p.m.

ANEXO 5

HOJAS DE CALCULOS Y MODELAMIENTO EN EL SOFTWARE ETABS

Predimensionamiento de losa aligerada

PREDIMENSIONAMIENTO LOSA

1.1. RESUMEN:

LONGITUD MAYOR	UBICACION	L(m)
Sentido Principal	EJE 3-4	6.9
Sentido Secundario	EJE A-B	3.8

F'c = 210
F'y = 4200

2.1. PREDIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA ALIGERADA

Para determinar la altura de la losa se hará uso de la siguiente fórmula.

Siendo L (longitud mayor en sentido secundario) L = 4 m

$$h_{losa} = \frac{L}{25} \text{ a } \frac{L}{18}$$

$h_{losa} =$	4	a	3.8
	25		18

$h_{losa} = 0 \text{ m}$

$h_{losa} = 18 \text{ cm} \quad 0.2$

S/c	150	200	250	300	350	400	450	500
H	Ln/30	Ln/28	Ln/26	Ln/24	Ln/22	Ln/21	Ln/20	Ln/19

Ln	H	H minimo	e losa
4.00 m	0.17 m	0.12 m	0.05 m
5.00 m	0.20 m	0.15 m	0.05 m
6.00 m	0.25 m	0.20 m	0.05 m
7.00 m	0.30 m	0.25 m	0.05 m

$H = \frac{Ln}{25}$

2.2. PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS PRINCIPALES

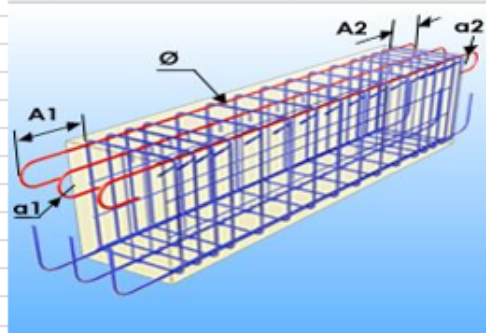
Para el predimensionamiento de la viga principal se considera la mayor longitud entre ejes del sentido principal.

L = 6.9 m

A. Peralte De La Viga Principal

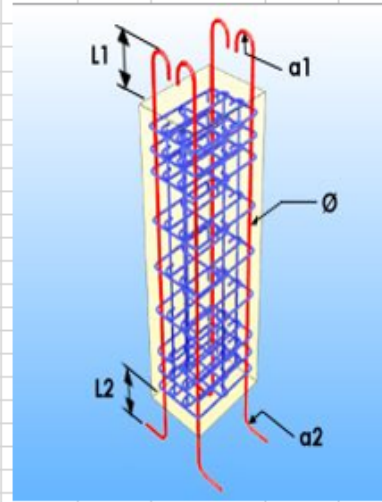
Predimensionamiento de vigas

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS									
El momento flector último de una sección cualquiera puede expresarse como sigue:									
$M_u = (W_u \cdot B) \cdot L_n^2 / \alpha$			(1)						
Donde:									
W_u = Carga por unidad de área L_n = Longitud libre B = Dimension transversal tributaria α = Coeficiente de momento									
Para una sección rectangular con acero solo en la parte de tracción, de acuerdo al ACI 318-14 se tiene:									
$M_u = \phi \cdot f_c \cdot b \cdot d^2 \cdot w \cdot (1 - 0.59w)$			(2)						
$w = \rho \cdot f_y / f_c$			(3)						
De las expresiones (1) y (2), tenemos									
$(W_u \cdot B) \cdot L_n^2 / \alpha = \phi \cdot f_c \cdot b \cdot d^2 \cdot w \cdot (1 - 0.59w)$			(4)						
De donde:									
$d = h / 1.1$ (Peralte efectivo de la viga)									
$h / 1.1 = L_n \cdot [(W_u \cdot B) / (\alpha \cdot \phi \cdot f_c \cdot b \cdot w \cdot (1 - 0.59w))]$									
Considerando que la sección se ubica en la zona de momento positivo máximo, asumimos:									
Viga Continua			$\alpha = 16$		(Coeficiente de Momento)				
$\rho = 0.007$ (0.7%) cuantía de acero			$\phi = 0.9$		(Factor reducción para flexión)				
$w = \rho \cdot f_y / f_c = 0.14$			de (5): $h = L_n / \{ \sqrt{ \alpha \cdot \phi \cdot f_c \cdot w \cdot (1 - 0.59w) / 20 } / 1.1 \} / W_u^{1/2}$						
ITEM	Luz Libre L_n (m)	α	Altura $h_{a,b} = L_n / (\alpha \cdot \beta)$ (cm)	Altura $h = L_n / (\Delta t \cdot \text{sqr}(W_u))$ (cm)	Base $L_n / 20$ ó $2h/3$ ó $h/2$ (cm)	Zona Sismica	Altura h (cm)	Base a usar b (cm)	Altura a usar h (cm)
VIGA 01	3.50	16	21.88	37.27	24.85	Alta	35	30	50
VIGA 02	6.60	16	41.25	70.28	46.86	Alta	82	30	50



Predimensionamiento de columnas

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS											
La tabla muestra los valores de P y n para el predimensionamiento de columnas, P _g es el peso total de cargas de gravedad											
TIPO C-1	Columna	P =	1.10 P _g								
Primeros pisos	Interior	n =	0.30								
TIPO C-1*	Columna	P =	1.10 P _g								
4 últimos pisos	Interior	n =	0.25								
TIPO C-2 Y	Comunas extremas de	P =	1.25 P _g								
TIPO C-3	porticos interiores	n =	0.25								
TIPO C-4	Columnas de Esquina	P =	1.50 P _g								
		n =	0.20								
Según ensayos en Japon, tenemos que:											
$n = P / (f'c \cdot b \cdot D)$ (1)											
n > 1/3 Falla frágil por aplastamiento											
n < 1/3 Falla dúctil											
Las columnas se predimensionan con:											
$bD = P / (n \cdot f'c)$ (2)											
Donde:											
D = Dimension de sección en la dirección de sismo				P = Carga total que soporta la columna				= $\xi \cdot P_g$			
b = Dimension de sección en la otra dirección				n = Valor que depende del tipo de columna							
A partir de la ecuación (2), obtendremos área de las columnas, para distintos usos:											
Columna	Atributaria (m ²)	ξ	n	Peso Edificación P _g (kg)	Área bD = P/(n·f'c) (cm ²)	b=D (cm)	D calculado (cm)	Cuadrado (cm)		Rectangular (cm)	
								m	m	b	D
PRIMEROS PISOS											
C1	22.32	1.10	0.30	136716.13	2387.11	49	49	40	40	30	50
C2	16.80	1.10	0.30	102875.50	1796.24	43	42	40	40	30	50
C3	19.80	1.25	0.25	121250.50	2886.92	54	54	40	40	30	50
C4	6.86	1.50	0.20	42017.50	1500.63	39	39	40	40	30	50
C5	1.65	1.25	0.25	10106.25	240.63	16	16	40	40	30	50
C6	7.74	1.25	0.25	47376.88	1128.02	34	34	40	40	30	50



Predimensionamiento de zapatas

ESTUDIO DE CAPACIDAD DE CARGA PARA VIVIENDA MULTIFAMILIAR										
DATOS GENERALES										
ESTRATOS PREVIOS A LA CIMENTACIÓN										
ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)		ESPESO (m)	γ (gr/cm ³)	q (kg/cm ²)	c (kg/cm ²)	ϕ (°)			
	DE	A	B							
A	0.00	2.00	2.00	1.822	0.364	0.01	21.60		1	Tn/m ² = 0.1 Kg/cm ²
DEB. CIM	2.00	2.50	1.00	1.822	0.182	0.01	21.60		1	Tn/m ³ = 1 gr/cm ³
Tipo de Cimentación: Cimentación Superficial => Df/B 1.67										
Formo de Cimentación: Cuadrada										
Tipo de ruptura: Generalizada										
Angulo de fricción interna: ϕ 21.60										
Cohesión(c.): c 0.01 Kg/cm ²										
Nivel Freático (NF): NF N.A. m										
Nivel Freático (γ NF): γ NF 0.00 gr/cm ³										
Columna: Rectangular 30 x 50										
Base de la cimentación (B): B 1.20 m										
Longitud de la cimentación (L): L 1.20 m										
Peralte de la Cimentación (H _c): H_c 0.80 m										
Profundidad de cimentación (Df): Df 2.00 m										
Factor de Seguridad FS 3										
Carga del Relleno ($Q_{relleno}$): $Q_{relleno}$ 0.36 Kg/cm ²										
Carga del Sotado (Q_{sotado}): Q_{sotado} 0.02 Kg/cm ² $\gamma_{concreto}$ 2,200.00 Kg/m ³										
Carga Admisible de la S/C ($Q_{s/c}$): $q_{s/c}$ 200.00 Kg/m ²										
CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI										
$(0.5) * \frac{(B - a)}{2} < H_c < (0.7) * \frac{(L - b)}{2}$										
$L/B > 2 \Rightarrow 1.5 * \phi - 17$										
216										
Ruptura Generalizada										
c 0.01 KG/cm ²										
ϕ 21.60										
qadm-neta = 1.04 kg/cm ²										

Análisis Estático de la edificación

VIVIENDA MULTIFAMILIAR						
METRADO DE CARGAS PARA EL ANALISIS DE EDIFICACIONES						
01 Número de Pisos de la Edificación:		N° = <input type="text" value="05 Pisos"/>	Altura = <input type="text" value="15.50"/> m			
02 Datos Generales de la Edificación:						
Zonificación (Z):	Z = <input type="text" value="0.45"/>	Parámetros de sitio (S):	S = <input type="text" value="1.05"/>			
Periodo límite m. (Tp):	Tp = <input type="text" value="0.60"/>	Periodo inicio s. (Tl):	Tl = <input type="text" value="2.00"/>			
Categoría edificio (U):	U = <input type="text" value="1.00"/>					
Coef. Reduccion X (Rx):	Rx = <input type="text" value="8.00"/>	Coef. Reduccion Y (Ry):	Ry = <input type="text" value="8.00"/>			
Coef. Periodo F X (Ctx):	Ctx = <input type="text" value="60"/>	Coef. Periodo F Y (Cty):	Cty = <input type="text" value="60"/>			
03 Metrado de Cargas por Niveles:						
Piso N° 05						
Metrado de cargas permanentes - CM						
Elemento estructural	N° Veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Peso/m ² V	Total (kg)
Losa Aligerada						
losa 01	1.00	3.70	2.90		300.00	3219.00
losa 02	1.00	4.70	2.35		300.00	3313.50
losa 03	1.00	2.50	1.05		300.00	787.50
losa 04	1.00	7.85	6.60		300.00	15543.00
losa 05	1.00	2.45	1.15		300.00	845.25
losa 06	1.00	3.60	2.45		300.00	2646.00
losa 07	1.00	7.85	4.50		300.00	10537.50
losa 08	1.00	4.65	1.15		300.00	1604.25
losa 09	1.00	2.35	1.50		300.00	1327.50
losa 10	1.00	2.45	1.50		300.00	1102.50
losa 11	1.00	2.35	2.80		300.00	2478.00
losa 12	1.00	4.65	2.80		300.00	3906.00
Columnas						
C1	12.00	0.50	0.30	2.90	2400.00	12528.00
C2	11.00	0.50	0.10	2.90	2400.00	3828.00
C3	3.00	1.00	0.15	2.90	2400.00	3132.00

CM (tn)=	210.502	CV (tn)=	31.580	CVt (tn)=	
-----------------	----------------	-----------------	---------------	------------------	--

04 Peso de la Estructura:

Tipo o categoría de Edificación, según el Artículo 3.1 de la Norma Técnica E030:

100% CM + 25% CV + 25% CVt

Nº Piso	100% CM (Tn)	25% CV (Tn)	25% CVt (Tn)	Total (Tn)
Piso 5	184.633		3.948	188.580
Piso 4	199.078	7.895		206.973
Piso 3	199.078	7.895		206.973
Piso 2	199.078	7.895		206.973
Piso 1	210.502	7.895		218.397

Peso Total (Tn)=	1027.895
-------------------------	-----------------

05 Determinación del cortante basal

Periodo fundamental de vibración X:

$$T_x = h_{nx} / C_{tx} = 0.258$$

Factor de Amplificación Sísmica C:

$$C_x = 2.50$$

El valor de C/R_x no deberá considerarse menor que:

$$C_x/R_x = 0.833 \geq 0.125$$

Coefficiente de Cortante Basal en la dirección X:

$$C_{bx} = \frac{ZUC_x S}{R_x} = 0.394$$

Fuerza Cortante en la Base, dirección X:

$$V_x = \frac{ZUC_x S P}{R_x} = 404.73$$

Periodo fundamental de vibración Y:

$$T_y = h_{ny} / C_{ty} = 0.258$$

Factor de Amplificación Sísmica C:

$$C_y = 2.50$$

El valor de C/R_y no deberá considerarse menor que:

$$C_y/R_y = 0.833 \geq 0.125$$

Coefficiente de Cortante Basal en la dirección Y:

$$C_{by} = \frac{ZUC_y S}{R_y} = 0.394$$

Fuerza Cortante en la Base, dirección Y:

$$V_y = \frac{ZUC_y S P}{R_y} = 404.73$$

06 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Exponente del periodo fundamental de la estructura K_x:

$$K_x = 1.000$$

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

Exponente del periodo fundamental de la estructura K_y:

$$K_y = 1.000$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum^n P_i(h_i)}$$

Exponente del periodo fundamental de la estructura Kx:

Kx = 1.000

Exponente del periodo fundamental de la estructura Ky:

Ky = 1.000

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^r}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^r}$$

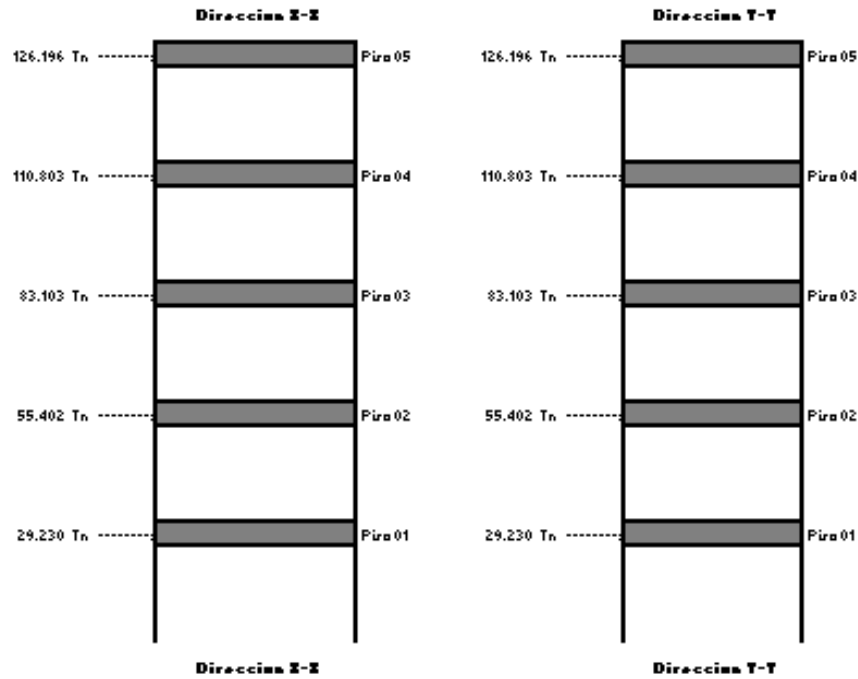
07 Distribución de la Fuerza Sísmica en la dirección X

N° Piso	Peso (Tn)	H	H ^h	Pi(Hi) ^h	iHi ^h /∑PiH	Fi (Tn)	Vi (Tn)
Piso 5	188.6	13.50	13.50	2545.8	0.3118	126.196	126.196
Piso 4	207.0	10.80	10.80	2235.3	0.2738	110.803	237.000
Piso 3	207.0	8.10	8.10	1676.5	0.2053	83.103	320.102
Piso 2	207.0	5.40	5.40	1117.7	0.1369	55.402	375.504
Piso 1	218.4	2.70	2.70	589.7	0.0722	29.230	404.734
∑Pi(Hi)^h =				8164.9	∑Fi =	404.734	

08 Distribución de la Fuerza Sísmica en la dirección Y

N° Piso	Peso (Tn)	H	H ^h	Pi(Hi) ^h	iHi ^h /∑PiH	Fi (Tn)	Vi (Tn)
Piso 5	188.6	13.50	13.50	2545.8	0.3118	126.196	126.196
Piso 4	207.0	10.80	10.80	2235.3	0.2738	110.803	237.000
Piso 3	207.0	8.10	8.10	1676.5	0.2053	83.103	320.102
Piso 2	207.0	5.40	5.40	1117.7	0.1369	55.402	375.504
Piso 1	218.4	2.70	2.70	589.7	0.0722	29.230	404.734
∑Pi(Hi)^h =				8164.9	∑Fi =	404.734	

09 Diagrama de la distribución de la Fuerza Sísmica en ambas direcciones



Verificación de deflexiones en las losas aligeradas

DEFLEXIÓN MÁXIMA EN LOSAS EN 1 DIRECCION CON LADRILLO	
1. Propiedades de los Materiales y Momentos	
Luc Libre de la Losa =	6.900 m
$f_c =$	210.000 Kg/cm ²
Módulo de Rotura $f_t =$	28.983 Kg/cm ²
Módulo de Elasticidad del Concreto $E_c =$	218819.7889 Kg/cm ²
Módulo de Elasticidad del Acero $E_s =$	21000000 Kg/cm ²
Relación Modular $E_s/E_c =$	95.969
Continuidad en los extremos =	Losa Continua en ambos extremos <i>Seleccionar</i>
Número de varillas =	vigueta típica <i>Seleccionar</i>
2. Sección en el Centro de la Losa	
Momento Negativo Mayor para Cargas Muertas y Peso Propio (M_D) =	28355.130 Kg-cm
Momento Positivo Mayor para Cargas Vivas y de Cubierta (M_L) =	11875.660 Kg-cm
Porcentaje de Cargas Vivas a considerar a largo plazo =	50 %
$(M_D + M_L) =$	40230.790 Kg-cm
$(M_D + 50 \% M_L) =$	34292.960 Kg-cm
	$b_w =$ 100.000 cm $h =$ 20.000 cm $d =$ 17.000 cm $d' =$ 3.000 cm $A_s =$ 1.250 cm ² $A_s' =$ 1.250 cm ² $y_t =$ 10.000 cm $A =$ 2000.000 cm ² $I_g =$ Momento de Inercia Bruto $I_g =$ 133333.333 cm ⁴ $M_{cr} =$ Momento de Agrietamiento. $M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t}$ $M_{cr} =$ 386436.713 Kg-cm

Losa aligerada convencional

4. Momentos de Inercia Promedio para la Losa					
			$I_{efectivo}$		
		Para M_D =	113333.333	cm ⁴	
		Para ($M_D + M_L$) =	123333.333	cm ⁴	
		Para ($MD + 50 \% ML$) =	123333.333	cm ⁴	
5. Cálculo de Deflexiones a Corto Plazo al Centro de la Losa					
		Ingresar Datos de Programa	Secciones Agrietadas		
	Deflexión para M_D =	5.332	6.273	cm	
	Deflexión para ($M_D + M_L$) =	7.537	8.148	cm	
	Deflexión para ($MD + 50 \% ML$) =	6.434	6.956	cm	
	Deflexión Inmediata debido a la Carga Viva =		1.874	cm	
	Deflexión Inmediata debido a la Carga Muerta =		6.273	cm	
	Deflexión Inmediata debido al 50% de la Carga Viva =		0.683	cm	
6. Cálculo de Deflexiones a Largo Plazo al Centro de la Losa					
		Factor Correctivo $\lambda = \frac{T}{1 + 50\rho}$			
	$\rho' =$	0.059			
		Duración de la Carga	T		
	Para M_D =	e. 5 años o más	2.000		
	Para ($MD + 50 \% ML$) =	d. 36 meses	1.750		
		λ Para M_D =	0.507		
		λ Para ($MD + 50 \% ML$) =	0.444		
	Deflexión a largo plazo debido a la Carga Muerta =		3.183	cm	
	Deflexión a largo plazo debido al 50% de la Carga Viva =		0.303	cm	
7. Cálculo de la Deflexión Total al Centro de la Losa					
	Deflexión Total =	1.87 + 3.18 + 0.3		cm	
	Deflexión Total =	5.361		cm	
		Máxima Deflexión			
	Inmediata L / 180	3.833	cm		REVISAR
	Diferida L / 240	2.875	cm		REVISAR

Losa aligerada convencional con EPS

4. Momentos de Inercia Promedio para la Losa					
			$I_{efectivo}$		
		Para M_D =	113333.333	cm ⁴	
		Para $(M_D + M_L)$ =	123333.333	cm ⁴	
		Para $(MD + 50 \% ML)$ =	123333.333	cm ⁴	
5. Cálculo de Deflexiones a Corto Plazo al Centro de la Losa					
		Ingresar Datos de Programa	Secciones Agrietadas		
	Deflexión para M_D =	4.712	5.543	cm	
	Deflexión para $(M_D + M_L)$ =	6.390	6.908	cm	
	Deflexión para $(MD + 50 \% ML)$ =	5.551	6.001	cm	
	Deflexión Inmediata debido a la Carga Viva =		1.365	cm	
	Deflexión Inmediata debido a la Carga Muerta =		5.543	cm	
	Deflexión Inmediata debido al 50% de la Carga Viva =		0.458	cm	
6. Cálculo de Deflexiones a Largo Plazo al Centro de la Losa					
		Factor Correctivo $\lambda = \frac{T}{1 + 50\rho}$			
	$\rho' =$	0.059			
		Duración de la Carga	T		
	Para M_D =	e. 5 años o más	2.000		
	Para $(MD + 50 \% ML)$ =	d. 36 meses	1.750		
		λ Para M_D =	0.507		
		λ Para $(MD + 50 \% ML)$ =	0.444		
	Deflexión a largo plazo debido a la Carga Muerta =		2.813	cm	
	Deflexión a largo plazo debido al 50% de la Carga Viva =		0.203	cm	
7. Cálculo de la Deflexión Total al Centro de la Losa					
	Deflexión Total =	1.37 + 2.81 + 0.2		cm	
	Deflexión Total =	4.381		cm	
		Máxima Deflexión			
	Inmediata $L / 180$	3.833		cm	REVISAR
	Diferida $L / 240$	2.875		cm	REVISAR

Losa aligerada con viguetas pretensadas y EPS

4. Momentos de Inercia Promedio para la Losa					
			$I_{efectivo}$		
	Para M_D =	113333.333	cm^4		
	Para $(M_D + M_L)$ =	123333.333	cm^4		
	Para $(MD + 50 \% ML)$ =	123333.333	cm^4		
5. Cálculo de Deflexiones a Corto Plazo al Centro de la Losa					
		Ingresar Datos de Programa	Secciones Agrietadas		
	Deflexión para M_D =	2.627	3.090	cm	
	Deflexión para $(M_D + M_L)$ =	3.793	4.101	cm	
	Deflexión para $(MD + 50 \% ML)$ =	3.210	3.470	cm	
	Deflexión Inmediata debido a la Carga Viva =		1.011	cm	
	Deflexión Inmediata debido a la Carga Muerta =		3.090	cm	
	Deflexión Inmediata debido al 50% de la Carga Viva =		0.380	cm	
6. Cálculo de Deflexiones a Largo Plazo al Centro de la Losa					
			T		
	Factor Correctivo $\lambda =$		$\frac{T}{1 + 50\rho}$		
	$\rho' =$	0.059			
		Duración de la Carga	T		
	Para M_D =	e. 5 años o más	2.000		
	Para $(MD + 50 \% ML)$ =	d. 36 meses	1.750		
		λ Para M_D =	0.507		
		λ Para $(MD + 50 \% ML)$ =	0.444		
	Deflexión a largo plazo debido a la Carga Muerta =		1.568	cm	
	Deflexión a largo plazo debido al 50% de la Carga Viva =		0.169	cm	
7. Cálculo de la Deflexión Total al Centro de la Losa					
		Deflexión Total =	1.01 + 1.57 + 0.17	cm	
		Deflexión Total =	2.748	cm	
			Máxima Deflexión		
		Inmediata $L / 180$	3.833	cm	CORRECTO
		Diferida $L / 240$	2.875	cm	CORRECTO

Losa aligerada en dos direcciones con EPS

4. Momentos de Inercia Promedio para la Losa			
		$I_{efectivo}$	
	Para M_D =	113333.333	cm ⁴
	Para $(M_D + M_L)$ =	123333.333	cm ⁴
	Para $(MD + 50 \% ML)$ =	123333.333	cm ⁴
5. Cálculo de Deflexiones a Corto Plazo al Centro de la Losa			
		Ingresar Datos de Programa	Secciones Agrietadas
	Deflexión para M_D =	5.484	6.452 cm
	Deflexión para $(M_D + M_L)$ =	7.081	7.655 cm
	Deflexión para $(MD + 50 \% ML)$ =	6.283	6.792 cm
	Deflexión Inmediata debido a la Carga Viva =		1.203 cm
	Deflexión Inmediata debido a la Carga Muerta =		6.452 cm
	Deflexión Inmediata debido al 50% de la Carga Viva =		0.340 cm
6. Cálculo de Deflexiones a Largo Plazo al Centro de la Losa			
		Factor Correctivo $\lambda = \frac{T}{1 + 50\rho}$	
	$\rho' =$	0.059	
		Duración de la Carga	T
	Para M_D =	e. 5 años o más	2.000
	Para $(MD + 50 \% ML)$ =	d. 36 meses	1.750
	λ Para M_D =		0.507
	λ Para $(MD + 50 \% ML)$ =		0.444
	Deflexión a largo plazo debido a la Carga Muerta =		3.274 cm
	Deflexión a largo plazo debido al 50% de la Carga Viva =		0.151 cm
7. Cálculo de la Deflexión Total al Centro de la Losa			
	Deflexión Total =	1.2 + 3.27 + 0.15	cm
	Deflexión Total =	4.628	cm
		Máxima Deflexión	
	Inmediata L / 180	3.833	cm
	Diferida L / 240	2.875	cm
			REVISAR
			REVISAR

Espectro de pseudo aceleración de la edificación

ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIÓN - NORMA E.030 - 2018			
ZONIFICACION SISMICA		CATEGORIA DE LA EDIFICACION	
Buscar Ubicación :			
Departamento :	LIMA.	Descripcion :	EDIFICACIONES.COMUNES
Provincia :	CAÑETE	Tipo de Edificacion :	VIVIENDA
Distrito :	ASIA	Categoria :	C
Region Geografica :	COSTA	Factor de uso :	U = 1.00
Zonif. Sismica :	ZONA 4	Observaciones :	---
Factor de Zona :	Z = 0.45	CATEGORIA Y REGULARIDAD DE LA EDIFICACION	
NOTA		Restricciones en la estructura :	No se permiten irregularidades extremas en Planta y Altura
Los valores de Z se interpreta como la aceleracion maxima horizontal en suelo rigido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años			
CONDICIONES LOCALES		MAPA DE ZONIFICACIÓN SISMICA	
Perfil de Suelo :	S2	FORMULAS	
Descripcion del perfil de Suelo :	Suelos Intermedios: Arena Gruesa a Media. Suelo Cohesivo Compacto.	Cof. de reduc. F. sismica	
V Prom. Ond. de C. \bar{V} :	180 m/s - 500 m/s	$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$	
Prom. Pond SPT N_{60} :	15 - 50	Factor de ampli. Sismica H	
Prom. Pond RCCND :	50 kPa - 100 kPa	$T < T_p, C = 2.5$ $T_p < T < T_L, C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_L, C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$	
Factor de Suelo :	S = 1.05	Donde: $C \leq 2.5$	
Periodo TP :	TP = 0.60 seg.	Factor de ampli. Sismica V	
Periodo TL :	TL = 2.00 seg.	$T < 0.2 \cdot T_p, C = 1 + 7.5 \cdot \left(\frac{T}{T_p}\right)$	
		Aceleracion espectral	
		$S_n = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$	
SISTEMA ESTRUCTURAL X - X		SISTEMA ESTRUCTURAL Y - Y	
Material :	CONCRETO.ARMADO	Material :	CONCRETO.ARMADO
Sist. Estructural :	Pórticos de Concreto Armado	Sist. Estructural :	Pórticos de Concreto Armado
Cof. De Reduccion :	Ro = 8.00	Cof. De Reduccion :	Ro = 8.00
	Sist. Estructural Adecuado		Sist. Estructural Adecuado
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			
No Presenta Irregularidades :	AMBAS DIRECCIONES	Ia Dir X-X	Ia Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia - Piso Débil :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	-	-
Irregularidad Extrema de Rigidez :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	-	-
Irregularidad Extrema de Resistencia :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	-	-
Irregularidad de Masa o Peso :	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES	-	-
Irregularidad Geométrica Vertical :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	-	-
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes :	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES	-	-
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes :	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES	-	-
FACTOR DE IRREGULARIDAD Ia :		1.00	1.00
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			
No Presenta Irregularidades :	AMBAS DIRECCIONES	Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Irregularidad Torsional :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	-	-
Esquinas Entrantes :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	-	-
Discontinuidad del Diafragma :	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES	-	-
Sistemas no Paralelos :	<input type="checkbox"/> DIR X-X <input type="checkbox"/> DIR Y-Y	-	-
FACTOR DE IRREGULARIDAD Ip :		1.00	1.00

ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIÓN - NORMA E.030 - 2018

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
<i>Norma Tecnica de Edificacion E 030 - 2018</i>				
Z	0.45	R0	8.00	8.00
U	1.00	Ia	1.00	1.00
S	1.05	Ip	1.00	1.00
TP	0.60	Rxy	8.00	8.00
TL	2.00	Config.	REGULAR	REGULAR
0.2TP	0.12	g	1 m/s ²	

Incluir la Gravedad en ETABS o SAP2000

hn = **15.50 m** Altura de la Edificación

Periodo fundamental del ETABS o SAP2000 :

hn/CTx : E.030 (Art. 28.4)

C_{Tx} = **35** T_{ix} = **0.44 seg** C_{ix} = **2.5**
 C_{ix} / R_x = **0.3125** >= **0.11**

hn/CTy : E.030 (Art. 28.4)

C_{Ty} = **35** T_{iy} = **0.44 seg** C_{iy} = **2.5**
 C_{iy} / R_y = **0.3125** >= **0.11**

**Coefficiente de Cortante
Estático Aproximada en la Base**

E.030 (Art. 28.3)

K_x = **1.00** C_x = $\frac{Z U C S}{R_x} =$ **0.148** Base Shear Coefficient, "C_x"

K_y = **1.00** C_y = $\frac{Z U C S}{R_y} =$ **0.148** Base Shear Coefficient, "C_y"

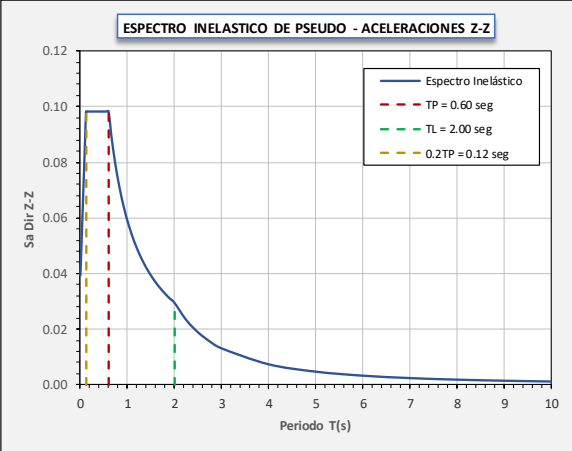
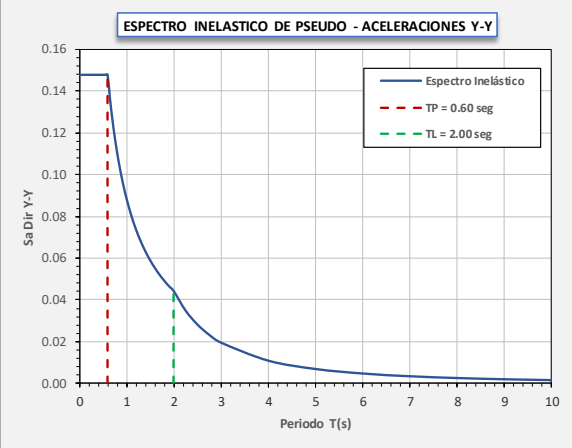
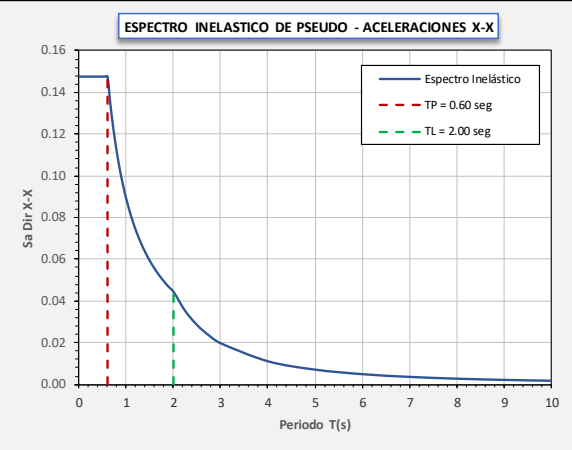
T	C _H	C _v	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y	Sa Dir Z-Z
0.00	2.50	1.00	0.14766	0.14766	0.03938
0.01	2.50	1.13	0.14766	0.14766	0.04430
0.02	2.50	1.25	0.14766	0.14766	0.04922
0.03	2.50	1.38	0.14766	0.14766	0.05414
0.04	2.50	1.50	0.14766	0.14766	0.05906
0.05	2.50	1.63	0.14766	0.14766	0.06398
0.06	2.50	1.75	0.14766	0.14766	0.06891
0.08	2.50	2.00	0.14766	0.14766	0.07875
0.10	2.50	2.25	0.14766	0.14766	0.08859
0.12	2.50	2.50	0.14766	0.14766	0.09844
0.14	2.50	2.50	0.14766	0.14766	0.09844
0.20	2.50	2.50	0.14766	0.14766	0.09844
0.25	2.50	2.50	0.14766	0.14766	0.09844
0.30	2.50	2.50	0.14766	0.14766	0.09844
0.40	2.50	2.50	0.14766	0.14766	0.09844
0.50	2.50	2.50	0.14766	0.14766	0.09844
0.60	2.50	2.50	0.14766	0.14766	0.09844
0.70	2.14	2.14	0.12656	0.12656	0.08438
0.80	1.88	1.88	0.11074	0.11074	0.07383
0.90	1.67	1.67	0.09844	0.09844	0.06563
1.00	1.50	1.50	0.08859	0.08859	0.05906
1.50	1.00	1.00	0.05906	0.05906	0.03938
1.80	0.83	0.83	0.04922	0.04922	0.03281
1.90	0.79	0.79	0.04663	0.04663	0.03109
2.00	0.75	0.75	0.04430	0.04430	0.02953
2.25	0.59	0.59	0.03500	0.03500	0.02333
2.50	0.48	0.48	0.02835	0.02835	0.01890
2.75	0.40	0.40	0.02343	0.02343	0.01562
3.00	0.33	0.33	0.01969	0.01969	0.01313
4.00	0.19	0.19	0.01107	0.01107	0.00738
5.00	0.12	0.12	0.00709	0.00709	0.00473
6.00	0.08	0.08	0.00492	0.00492	0.00328
7.00	0.06	0.06	0.00362	0.00362	0.00241
8.00	0.05	0.05	0.00277	0.00277	0.00185
9.00	0.04	0.04	0.00219	0.00219	0.00146
10.00	0.03	0.03	0.00177	0.00177	0.00118

ACELERACION ESPECTRAL (E.030 Art. 29.2)

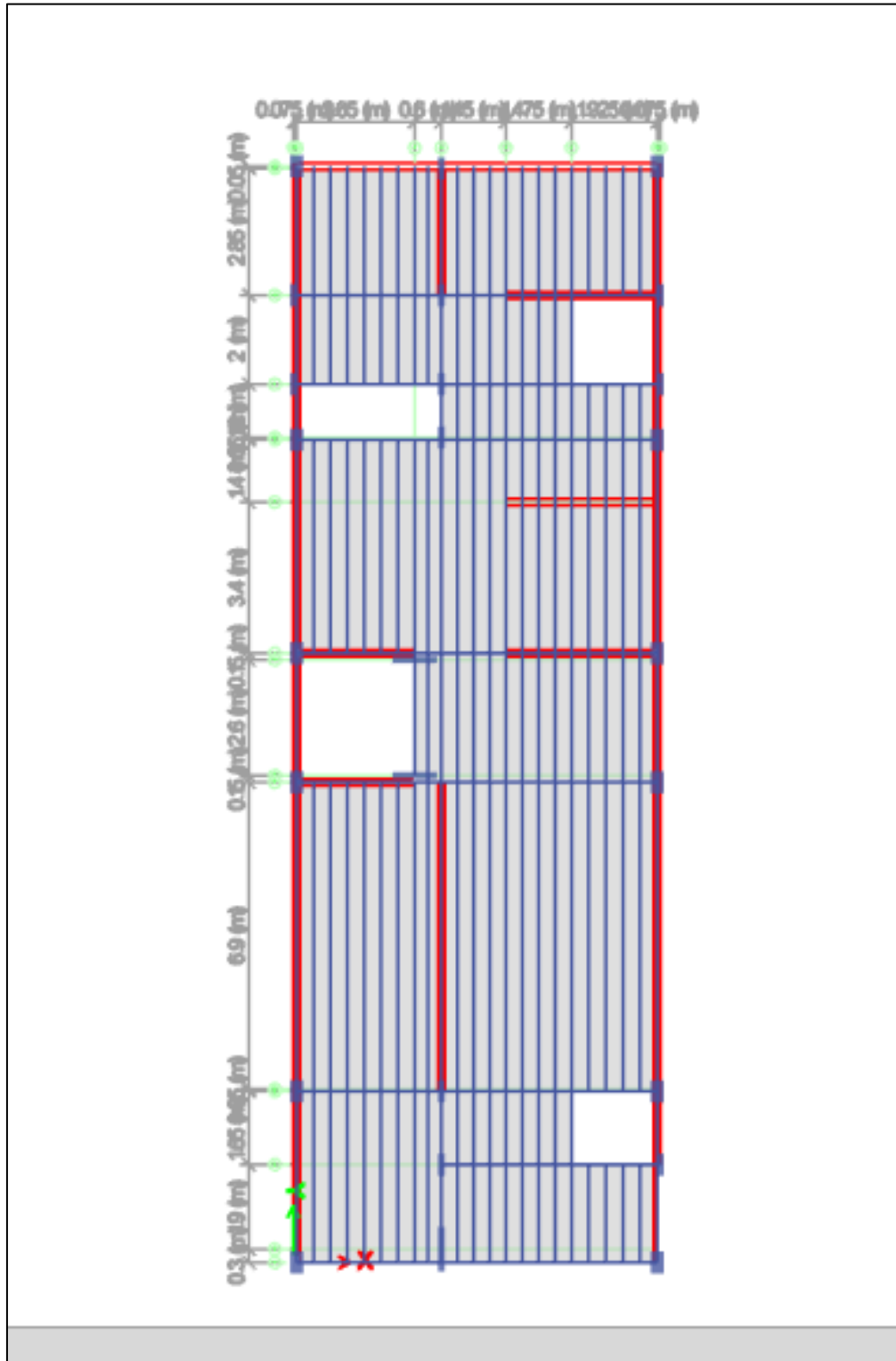
Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$$

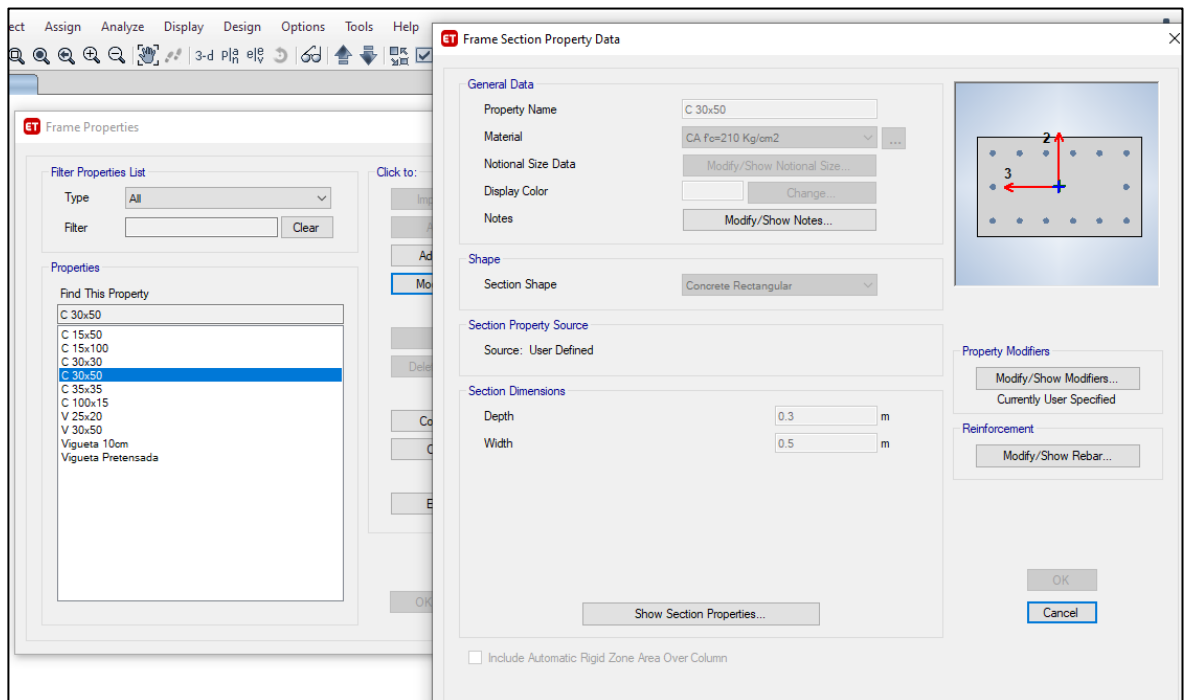
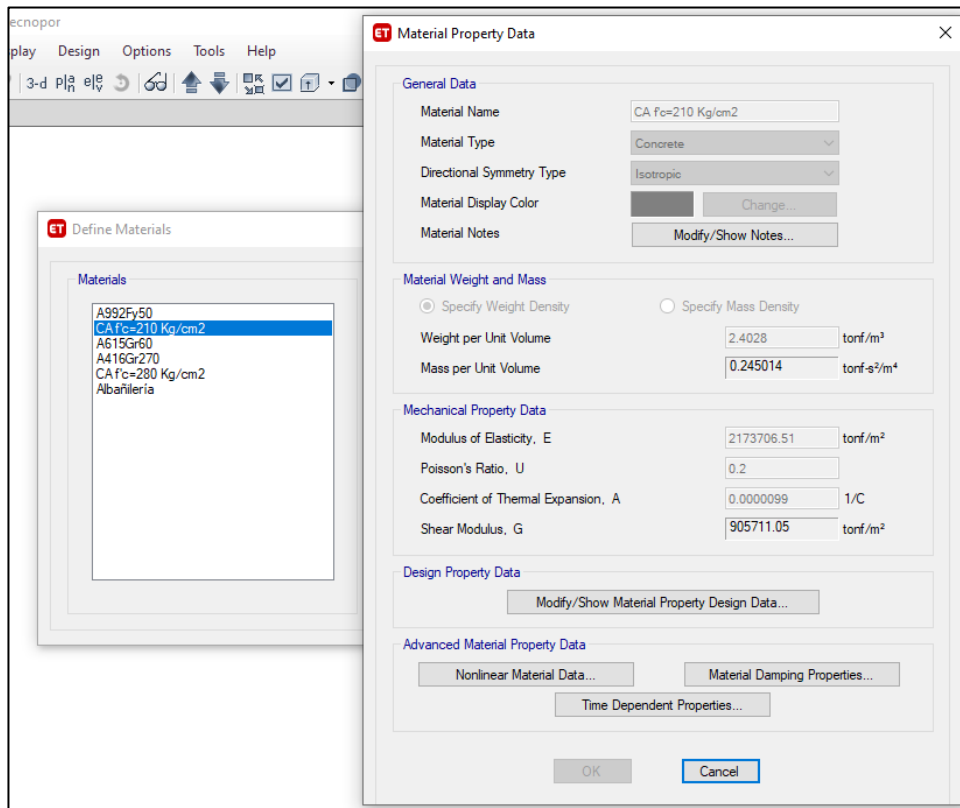
Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, excepto para la zona de periodos muy cortos $T < 0,2$. T_p , $C = 1 + 7,5 \cdot (\frac{T}{T_p})$



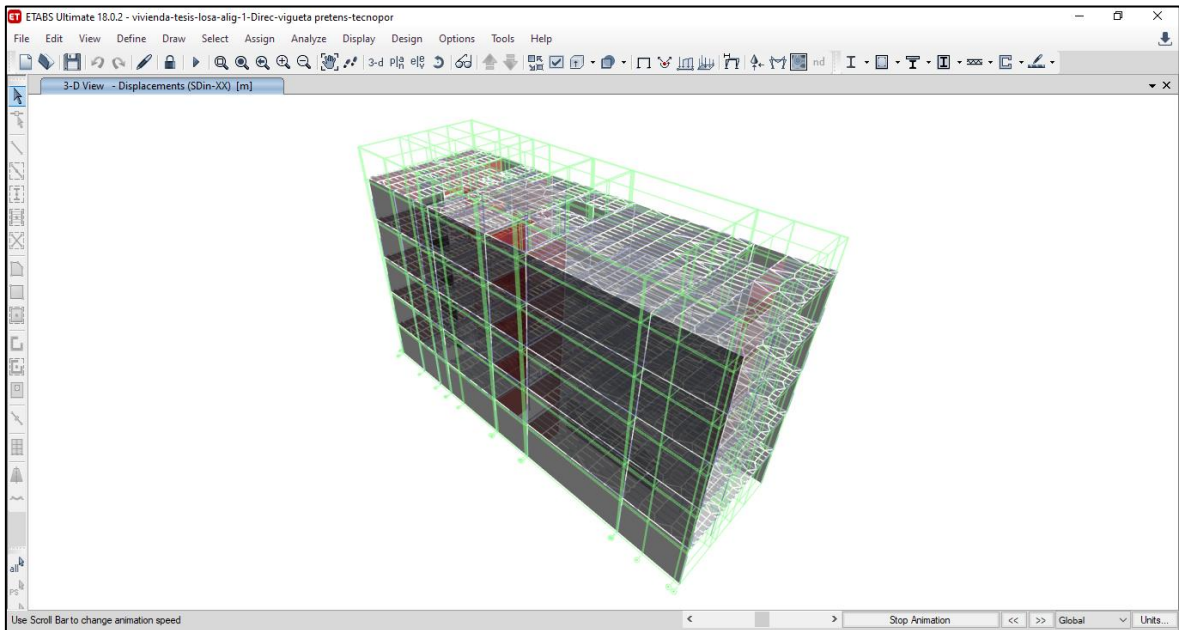
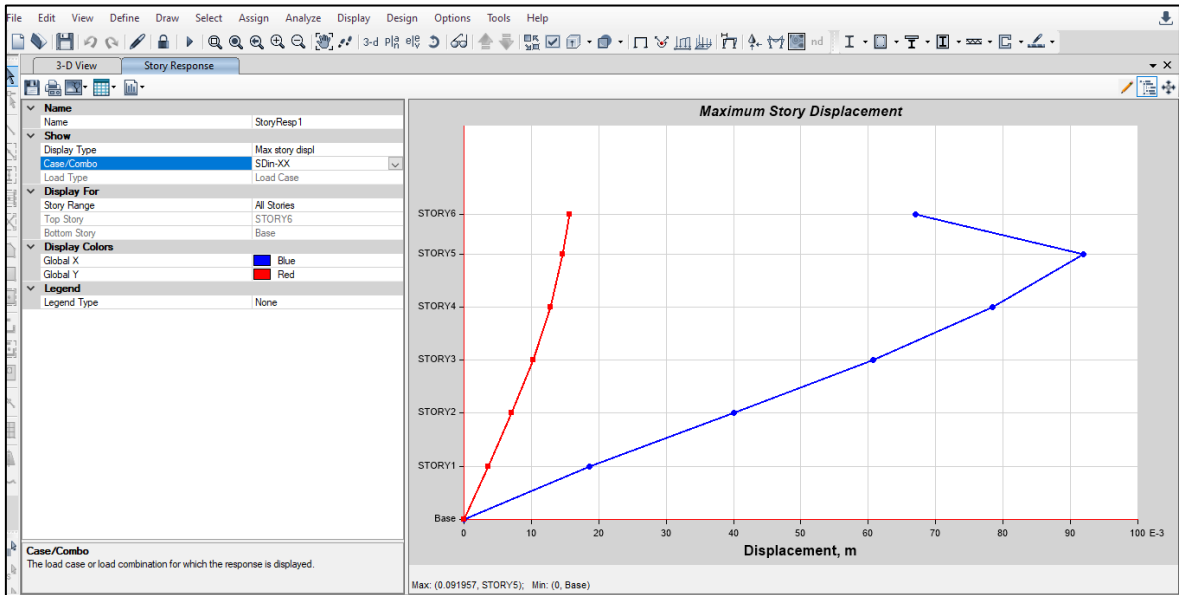
Modelado en el software Etabs v. 2018



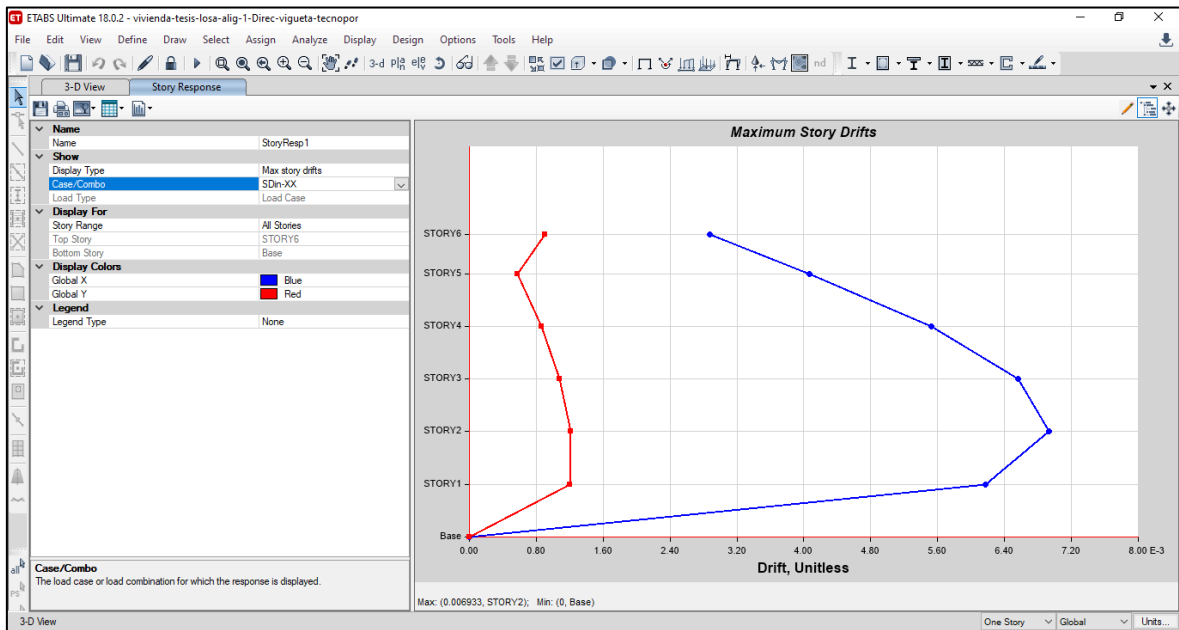
Definición de materiales y secciones:



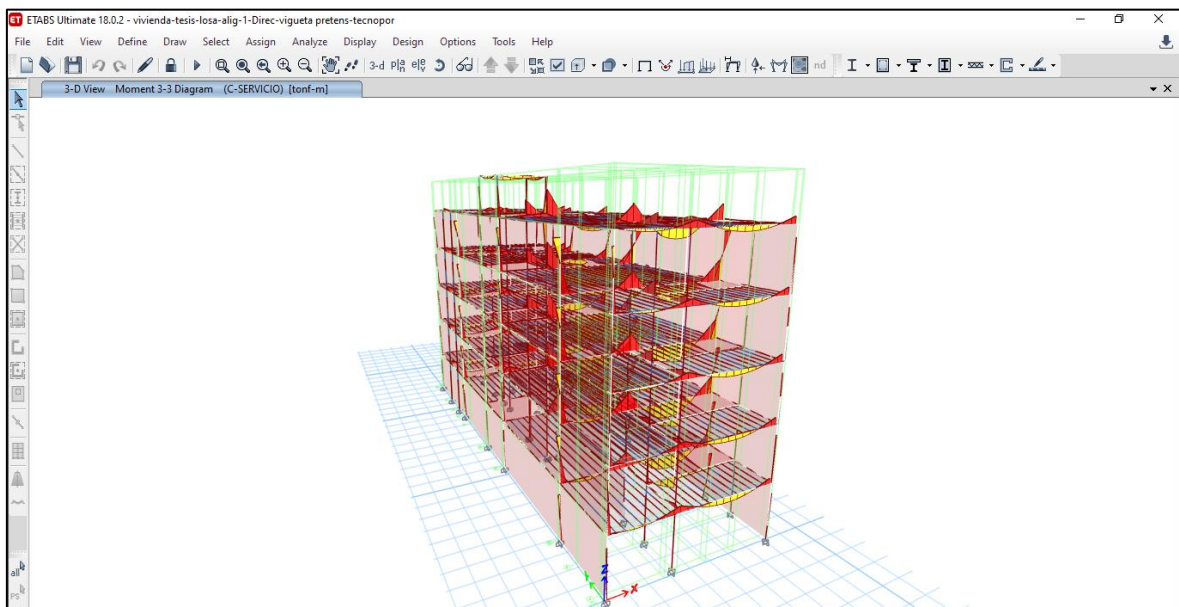
Desplazamiento de la edificación:



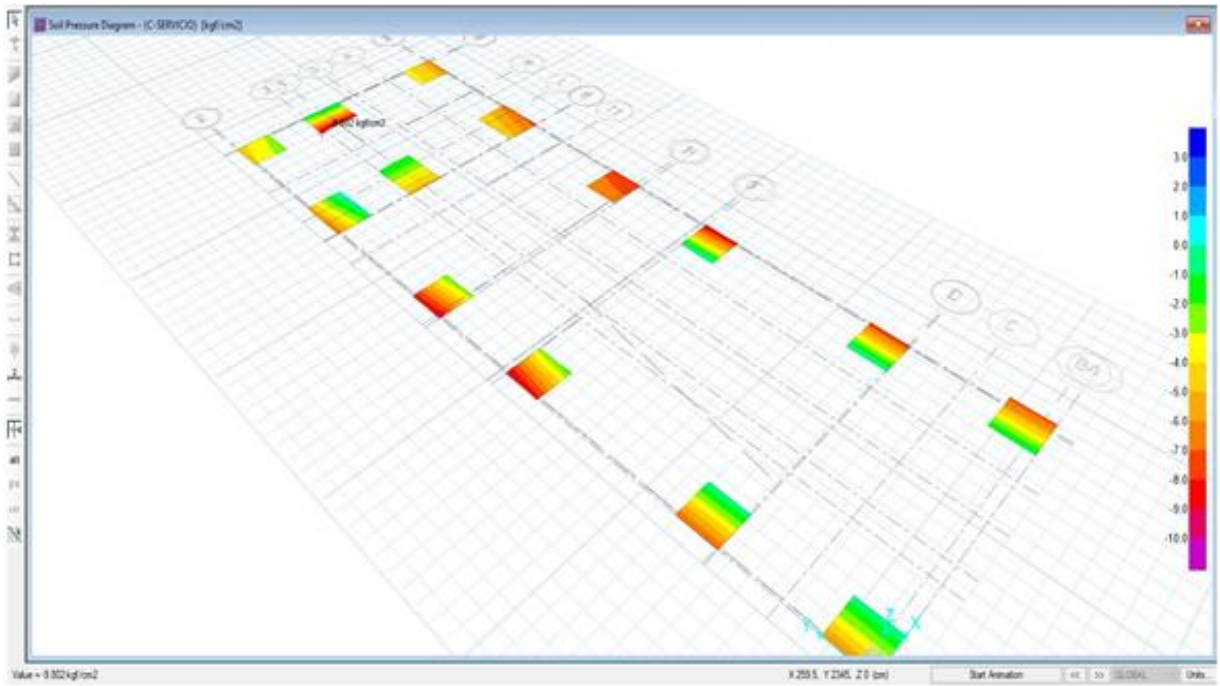
Derivas de entrepiso



Momentos en la estructura



Verificación de las presiones del suelo ante las cargas actuantes (Gravedad y Sismo) en el software SAFE v.2016



ANEXO 6

PANEL FOTOGRAFICO

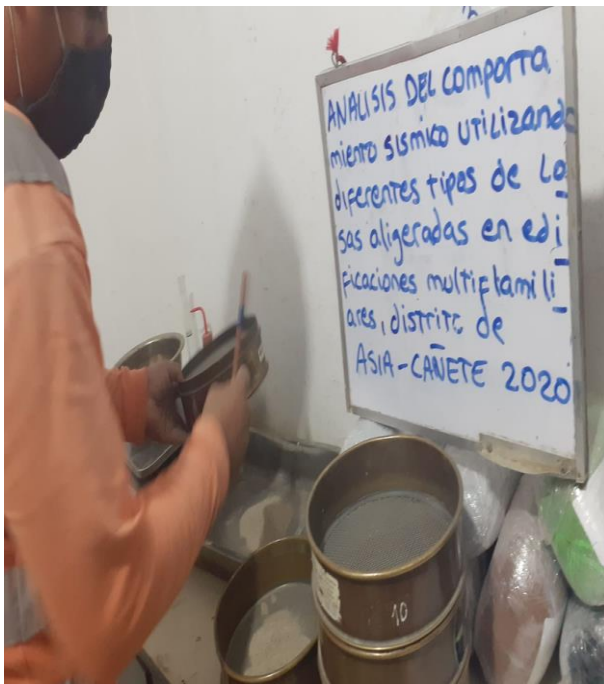
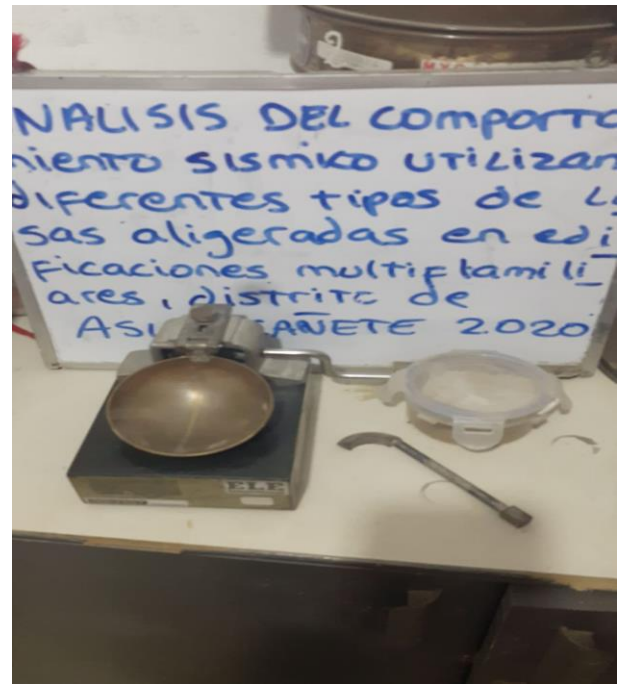
Vista de calicata C-01



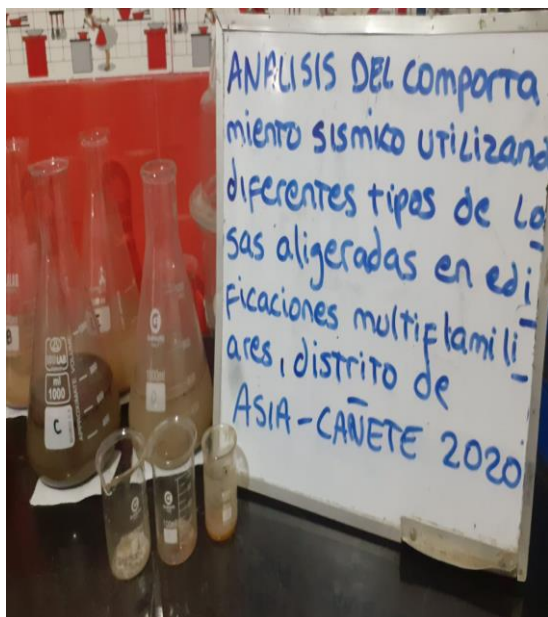
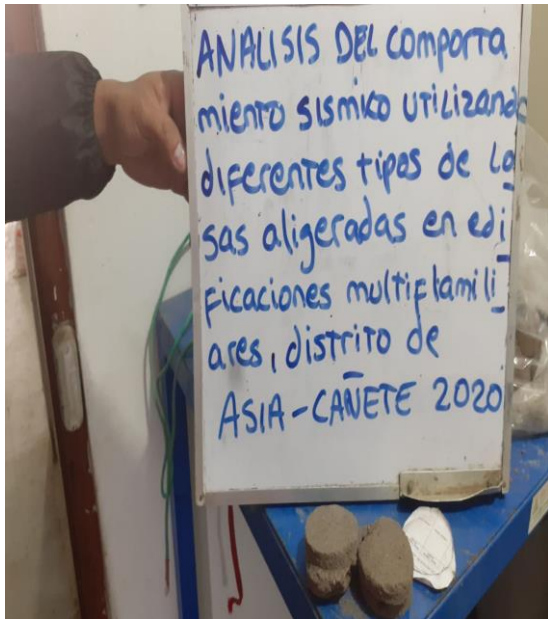
Vista de calicata C-02



Ensayo de granulometría



Ensayo de corte directo



ANEXO 7

CERTIFICADOS DE LABORATORIO (EMS)



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

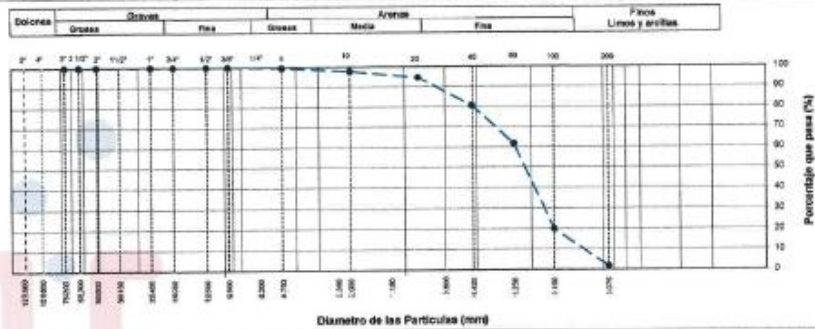
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6912 / MTC E - 204

REFERENCIA SOLICITANTE	- Ensayo en laboratorio - Juan Vladimir Bernabe Huapaya
FEES	- Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de lemas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete - 2020
UBICACIÓN	- Av. Los Deportes Mz. K-8 Lt. 16 Anexo Santa Cruz de Asia Fecha de ensayo: 06/10/2020
CALICATA	- C-1
MUESTRA	- M-2
PROFUNDIDAD	- 0.45 - 1.50 m


TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.500	100.0		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2218) Contenido Humedad (%) 0.8 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) N.P. Límite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P. Grava (%) 0.5 Arena (%) 97.7 Finos (%) 1.8 CLASIFICACION DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP Clasificación AASHTO (D3282) A-3 (0) Nombre del Grupo Arena pobremente graduada INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.500	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	99.5		
Nº 10	2.000	97.7		
Nº 20	0.840	94.7		
Nº 40	0.425	80.7		
Nº 60	0.250	61.7		
Nº 80	0.177	61.7		
Nº 100	0.150	20.1		
Nº 200	0.075	1.8		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA.
- * Previsión de la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CNP Nº 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

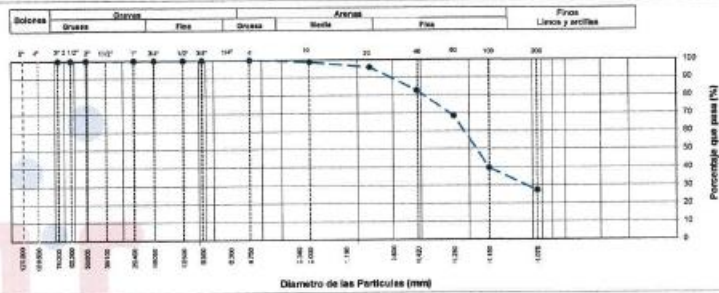
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / NTC 6 - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Bernabe Huapeya, Juan Vladimir Torres Champa, Paul Alexander
TEST	: Análisis del comportamiento alivado utilizando diferentes tipos de asos aligerados en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asa, Cañete - 2020
UBICACIÓN	: Av. Los Deportes Mz. K-6 L1, 16 Anexo Santa Cruz de Asa Fecha de ensayo: 06/10/2020
CALCATA	: C-1
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 0.00-0.45 m

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	FORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 1.1 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) N.P. Límite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P. Arena (%) 72.7 Finos (%) 27.3 G.O. 0.0 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM Clasificación AASHTO (D3292) A-2-4 (0) Nombre del Grupo Arena limosa INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	75.000	100.0		
2 1/2"	63.500	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	100.0		
Nº 10	2.000	98.9		
Nº 20	0.840	95.0		
Nº 40	0.425	82.8		
Nº 60	0.250	68.5		
Nº 80	0.177	68.5		
Nº 100	0.150	39.7		
Nº 200	0.075	27.3		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OFI N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES, SULFATOS Y CLORUROS EN SUELOS	Código	FOR-LSR-QU-50
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
NTP 339.152/ NTP 339.177/ NTP 339.178/ NTP 339.176/ AASHTO T290/ AASHTO T291

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Bernabe Huapaya, Juan Vladimir Torres Champac, Paul Alexander
TESIS	: Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete - 2020
UBICACIÓN	: Av. Los Deportes Mz. K-6 Lt. 16 Anexo Santa Cruz de Asia
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 0.40-1.50 m
	Fecha de ensayo: 06/10/2020


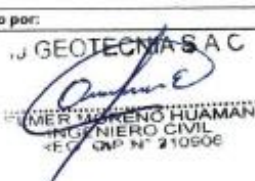

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	15670	1.567	NTP 339.152
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	6248	0.625	NTP 339.178/ AASHTO T290
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	8508	0.851	NTP 339.177/ AASHTO T291

INDICACIONES:

- * Durante la preparación, el material fue secado a temperatura ambiente (60°C).

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 JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Bernabe Huapaya, Juan Vladimir Torres Champac, Paul Alexander
TESIS	: Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Carleto - 2020
UBICACIÓN	: Av. Los Deportes Mz. K-6 Lt. 16 Anexo Santa Cruz de Asia.
FECHA DE ENSAYO	: 6 de Octubre de 2020
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 040 - 1.5 m

ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE			0.5 mm/min			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	24.0	mm	Altura inicial:	24.0	mm	Altura inicial:	24.0	mm	Altura inicial:	24.0	mm
Lado de caja:	80.7	mm	Lado de caja:	80.7	mm	Lado de caja:	80.7	mm	Lado de caja:	80.7	mm
Área inicial:	28.9	cm ²	Área inicial:	28.9	cm ²	Área inicial:	28.9	cm ²	Área inicial:	28.9	cm ²
Densidad seca:	1.822	g/cm ³	Densidad seca:	1.822	g/cm ³	Densidad seca:	1.822	g/cm ³	Densidad seca:	1.822	g/cm ³
Humedad inicial:	1.1	%	Humedad inicial:	1.1	%	Humedad inicial:	1.2	%	Humedad inicial:	1.2	%
Est. Normal:	0.51	kg/cm ²	Est. Normal:	1.01	kg/cm ²	Est. Normal:	2.03	kg/cm ²	Est. Normal:	2.03	kg/cm ²
Est. Corte:	0.23	kg/cm ²	Est. Corte:	0.38	kg/cm ²	Est. Corte:	0.82	kg/cm ²	Est. Corte:	0.82	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ksi)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ksi)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ksi)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.07	0.16	0.41	0.15	0.19	0.41	0.32	0.20
0.82	0.08	0.22	0.82	0.20	0.25	0.82	0.40	0.25
1.24	0.10	0.25	1.24	0.21	0.26	1.24	0.45	0.28
1.65	0.11	0.27	1.65	0.22	0.27	1.65	0.47	0.29
2.47	0.12	0.30	2.47	0.23	0.28	2.47	0.50	0.31
3.30	0.13	0.33	3.30	0.25	0.30	3.30	0.54	0.33
4.12	0.14	0.34	4.12	0.27	0.32	4.12	0.58	0.35
4.94	0.16	0.38	4.94	0.27	0.33	4.94	0.60	0.38
5.77	0.17	0.40	5.77	0.28	0.33	5.77	0.61	0.38
6.59	0.18	0.42	6.59	0.29	0.35	6.59	0.64	0.38
7.42	0.19	0.43	7.42	0.31	0.39	7.42	0.67	0.39
8.24	0.19	0.44	8.24	0.32	0.37	8.24	0.68	0.39
9.06	0.19	0.44	9.06	0.33	0.38	9.06	0.69	0.40
9.89	0.20	0.45	9.89	0.34	0.38	9.89	0.70	0.40
10.71	0.20	0.45	10.71	0.34	0.38	10.71	0.71	0.40
11.54	0.21	0.46	11.54	0.35	0.39	11.54	0.74	0.41
12.36	0.21	0.47	12.36	0.35	0.39	12.36	0.76	0.42
13.18	0.21	0.47	13.18	0.35	0.39	13.18	0.76	0.42
14.01	0.22	0.47	14.01	0.36	0.39	14.01	0.77	0.42
14.83	0.22	0.48	14.83	0.37	0.39	14.83	0.80	0.43
15.66	0.23	0.48	15.66	0.37	0.40	15.66	0.81	0.43
16.48	0.23	0.48	16.48	0.38	0.40	16.48	0.82	0.43

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el solicitante.
Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante del tamiz N°4 a la densidad seca de 1.821 g/cm³
Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

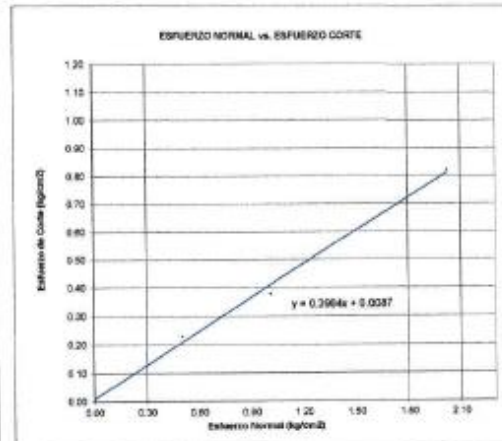
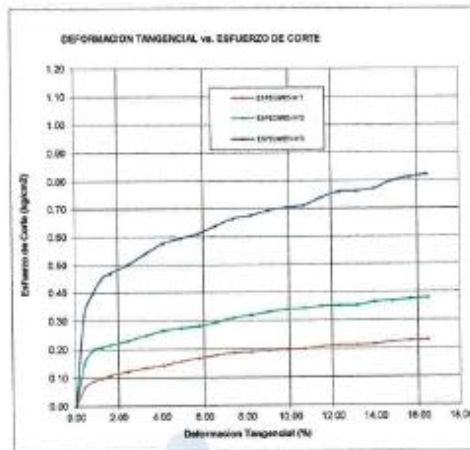
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Bernabe Huapaya, Juan Vladimir Torres Champac, Paul Alexander
TESIS	: Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete - 2020
UBICACIÓN	: Av. Los Deportes Mz. K-6 Lt. 16 Anexo Santa Cruz de Asia.
FECHA DE ENSAYO	: 6 de Octubre de 2020
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 040 - 1.5 m

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
Cohesión (c) : 0.01 kg/cm²
Angulo de fricción (φ) : 27.5°

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el solicitante.
Los tres especímenes de ensayo fueron remodelados con suelo pasante del tamiz N°4 a la densidad seca de 1.821 g/cm³
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OMP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

ANEXO 8

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD NTP ISO / IEC 17025:2017										
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 4371 - 2020											
PROFORMA : 1696A	Fecha de emisión: 2020 -05 - 27	Página : 1 de 5									
SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C. Dirección : Cal.La Madrid Nro.264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres											
EQUIPO : HORNO		TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISOMET 17025.									
Marca : GEMMY											
Modelo : YCO-010											
N° de Serie : 510847											
Tipo de Ventilación : Turbulencia											
Procedencia : ALEMANIA											
Identificación : NO INDICA		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 : TERMÓMETRO DIGITAL											
Marca : No indica											
Alcance : 1°C a 250°C											
Resolución : 1 °C											
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL											
Marca : No indica											
Alcance : 1°C a 250°C											
Resolución : 1 °C											
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25		Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).									
Ubicación : LABORATORIO											
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 de acuerdo al uso.									
MÉTODO DE CALIBRACIÓN											
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.		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.									
CONDICIONES AMBIENTALES											
<table border="1"><thead><tr><th>Magnitud</th><th>Inicial</th><th>Final</th></tr></thead><tbody><tr><td>Temperatura</td><td>29,3 °C</td><td>29,6 °C</td></tr><tr><td>Humedad Relativa</td><td>45,3 %</td><td>43,2 %</td></tr></tbody></table>	Magnitud	Inicial	Final	Temperatura	29,3 °C	29,6 °C	Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %		
Magnitud	Inicial	Final									
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C									
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %									
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 CPF: 0316										
	 Jr. Condesa de Lemos N°117 San Miguel, Lima	 (01) 262 9536  (51) 988 901 065									
		 informes@testcontrol.com.pe  www.testcontrol.com.pe									

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4372 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : DENVER INSTRUMENT
Modelo : AA-250
N° de Serie : B032815
Capacidad Máxima : 220 g
Resolución : 0,0001 g
División de Verificación : 0,001 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 0,1 g
Procedencia : U.S.A.
N° de Parte : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 4373 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25 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 : EQUIPO DE CORTE DIRECTO
Marca : PERU TEST
Modelo : PT-CD-500
Serie : 1011
Alcance : 500 kg
Resolución : 0,01 kg
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2020-05-25

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento Interno de Calibración de Prensas, Celidas 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	22,4	22,5
HUMEDAD RELATIVA	70,0%	70,0%

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. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CPF : 0316



ANEXO 9

RECIBO DE PAGO POR CONCEPTO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

3/11/2020		:: Boleta de Venta Electrónica - Impresión ::				
JJ GEOTECNIA S.A.C. CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV/ ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES • LIMA • LIMA			BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20605049568 EB01-3			
Fecha de Vencimiento :						
Fecha de Emisión :	03/11/2020					
Señor(es) :	BERNABÉ HUAPAYA, JUAN/TORRES CHAMPAC, PAUL					
Tipo de Moneda :	SOLES					
Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	ESTUDIO DE SUELOS EN LAB.POR CONCEPTO DE TESIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO SISMICO UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, DISTRITO DE ASIA,2020	550.00	0.00	649.00	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/649.00
SON: SEISCIENTOS CUARENTA Y NUEVE Y 00/ 100 SOLES						
(*) Sin impuestos.			Op. Gravada :	S/ 550.00		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.			Op. Exonerada :	S/ 0.00		
			Op. Inafecta :	S/ 0.00		
			ISC :	S/ 0.00		
			IGV :	S/ 99.00		
			ICBPER :	S/ 0.00		
			Otros Cargos :	S/ 0.00		
			Otros Tributos :	S/ 0.00		
			Importe Total :	S/ 649.00		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						
https://w1.sunat.gob.pe/bi-6-remisionboleta/em/dr.do?action=imprimirComprobante&preventCache=1604420452059						1/1

ANEXO 10

PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

