



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño y Análisis Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4
Pisos, Nuevo Chimbote – 2020**

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

AUTORES:

Gavidia Obregón Jhamir Cesar (ORCID: 0000-0002-1809-1233)

Gonzales del Castillo Yuki Sasha (ORCID: 0000-0001-8004-5302)

ASESORA:

Mgtr. Sheila Mabel Legendre Salazar (ORCID: 0000-0003-3326-6895)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

CHIMBOTE — PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi familia en especial a mi madre Herlinda Obregon Flores y a Franclin Simon Jacinto que sin ellos no sería lo que hoy en día soy.

A mis hermanos, que quiero mucho y que espero ser un buen ejemplo para ellos.

A todos mis demás familiares y amigos que de una manera u otra me ayudado a lo largo de mi vida y trayecto en la universidad

Gavidia Obregon, Jhamir Cesar

A mi madre Patricia del Castillo Lopez, quien cada día se esfuerza por sacar adelante a nuestra familia y nos demuestra su amor con lo que hace; y a la cual amo y la tengo siempre presente.

A mis abuelos quien a pesar de su edad siempre me impulsaron, apoyaron y aconsejaron para no rendirme en este camino tan difícil para lograr terminar la carrera.

A mis tíos quienes siempre me apoyaron en los materiales que necesité en todo este camino universitario.

Gonzales del Castillo, Yuki Sasha

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por estar ahí siempre para mí. A mi madre Herlinda Obregon Flores y a Franclin Simon Jacinto por apoyarme, aconsejarme y darme la oportunidad de tener una carrera universitaria. A mis amigos con los quien compartí la universidad durante todos estos años y a mis demás amigos.

Gavidia Obregon, Jhamir Cesar

A mis familiares que fueron la principal fuente de inspiración en seguir adelante.

A nuestros docentes, por las enseñanzas brindadas en nuestra formación académica y para este trabajo; también por la confianza depositada en sus estudiantes para su culminación satisfactoria.

Gonzales del Castillo, Yuki Sasha

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRAFICOS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN:.....	10
II. MARCO TEÓRICO:	12
III. METODOLOGÍA:.....	22
3.1. Tipo y Diseño de Investigación:	22
3.2. Variables y Operacionalización:	23
3.3. Población, Muestra y Muestreo:.....	24
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:	24
3.5. Procedimientos:	25
3.6. Método de Análisis de Datos:.....	26
3.7. Aspectos Éticos:.....	26
IV. RESULTADOS:	27
4.1. Predimensionar los elementos estructurales:.....	27
4.2. Realizar el análisis sísmico:	27
4.3. Determinar los desplazamientos y las derivas máximas:.....	43
4.4. Determinar las dimensiones finales y cuantía de acero:	47
V. DISCUSIÓN:.....	71
VI. CONCLUSIONES:.....	73
VII. RECOMENDACIONES:	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	23
TABLA N° 2	27
TABLA N° 3	27
TABLA N° 4	39
TABLA N° 5	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1.....	22
GRÁFICO N° 2.....	29
GRÁFICO N° 3.....	29
GRÁFICO N° 4.....	30
GRÁFICO N° 5.....	30
GRÁFICO N° 6.....	31
GRÁFICO N° 7.....	31
GRÁFICO N° 8.....	32
GRÁFICO N° 9.....	32
GRÁFICO N° 10.....	33
GRÁFICO N° 11.....	33
GRÁFICO N° 12.....	34
GRÁFICO N° 13.....	34
GRÁFICO N° 14.....	35
GRÁFICO N° 15.....	35
GRÁFICO N° 16.....	36
GRÁFICO N° 17.....	36
GRÁFICO N° 18.....	37
GRÁFICO N° 19.....	37
GRÁFICO N° 20.....	38
GRÁFICO N° 21.....	38
GRÁFICO N° 22.....	40
GRÁFICO N° 23.....	41
GRÁFICO N° 24.....	42
GRÁFICO N° 25.....	43
GRÁFICO N° 26.....	44
GRÁFICO N° 27.....	45
GRÁFICO N° 28.....	46
GRÁFICO N° 29.....	48
GRÁFICO N° 30.....	48
GRÁFICO N° 31.....	49
GRÁFICO N° 32.....	49
GRÁFICO N° 33.....	50

GRÁFICO N° 34.....	50
GRÁFICO N° 35.....	51
GRÁFICO N° 36.....	52
GRÁFICO N° 37.....	53
GRÁFICO N° 38.....	54
GRÁFICO N° 39.....	55
GRÁFICO N° 40.....	55
GRÁFICO N° 41.....	56
GRÁFICO N° 42.....	57
GRÁFICO N° 43.....	58
GRÁFICO N° 44.....	58
GRÁFICO N° 45.....	58
GRÁFICO N° 46.....	59
GRÁFICO N° 47.....	60
GRÁFICO N° 48.....	60
GRÁFICO N° 49.....	61
GRÁFICO N° 50.....	61
GRÁFICO N° 51.....	62
GRÁFICO N° 52.....	62
GRÁFICO N° 53.....	63
GRÁFICO N° 54.....	64
GRÁFICO N° 55.....	64
GRÁFICO N° 56.....	65
GRÁFICO N° 57.....	66
GRÁFICO N° 58.....	66
GRÁFICO N° 59.....	66
GRÁFICO N° 60.....	67
GRÁFICO N° 61.....	67
GRÁFICO N° 62.....	68
GRÁFICO N° 63.....	68
GRÁFICO N° 64.....	69
GRÁFICO N° 65.....	70

RESUMEN

El tipo de investigación es aplicada, no experimental de corte transversal, se tuvo una población muestral, debido a que la población y la muestra son la misma. En cuanto las variables se tuvieron dos: análisis estructural y diseño estructural.

Se realizó el predimensionamiento de una vivienda multifamiliar de 4 pisos, además se consideró una cisterna. Primero se realizó la distribución en planta, luego se predimensionaron los elementos estructurales, posteriormente se realizó el análisis estructural de la edificación usando el software ETABS. Se realizó el análisis estático, estático no lineal y análisis dinámico. En todos los análisis realizados se siguieron los parámetros indicados en la norma E.030.

Como resultado del análisis obtuvimos fuerzas cortantes máximas de 103.928 Tn en el eje X y en el eje Y 112.2789 Tn. Así mismo el momento máximo en X es de 918.52 Tn.m y en la dirección de Y 856.37 Tn.m. Además de obtuvimos periodos fundamentales de 0.223seg y 0.207seg en los dos primeros modos de vibración. Con respecto a las derivas se obtuvieron valores de 0.0019 en el eje X y en el eje Y 0.0021, cumpliendo con lo establecido por la E.030

Finalmente, obtuvimos que las dimensiones de las columnas son de 40cm x 40cm, las vigas principales de 35cmx35cm, las vigas secundarias de 20cmx25cm. El espesor de la losa aligera de 20cm y la losa maciza de 15cm. También se añadieron placas cuyo espesor fue de 30cm don miembros de borde de 30cmx35cm.

Palabras claves: Diseño, análisis, estructura

ABSTRACT

The type of research is applied, not experimental, cross-sectional, there was a sample population, because the population and the sample are the same. As for the variables, there were two: structural analysis and structural design.

The pre-dimensioning of a 4-story multi-family house was carried out, and a cistern was also considered. First, the distribution on the ground plan was carried out, then the structural elements were pre-dimensioned, later the structural analysis of the building was carried out using the ETABS software. Static analysis, nonlinear static and dynamic analysis were performed. In all the analyzes carried out, the parameters indicated in the E.030 standard were followed.

As a result of the analysis, we obtained maximum shear forces of 103.928 Tn on the X axis and 112.2789 Tn on the Y axis. Likewise, the maximum moment in X is 918.52 Tn.m and in the direction of Y 856.37 Tn.m. In addition, we obtained fundamental periods of 0.223sec and 0.207sec in the first two vibration modes. With respect to the drifts, values of 0.0019 were obtained on the X axis and 0.0021 on the Y axis, complying with the provisions of E.030

Finally, we obtained that the dimensions of the columns are 40cm x 40cm, the main beams 35cmx35cm, the secondary beams 20cmx25cm. The thickness of the earthenware lightens 20cm and the solid earthenware 15cm. Plates were also added, whose wait was 30cm with edge members of 30cmx35cm.

Keywords: Design, structura, analysis

I.INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional y la demanda por una vivienda, está aumentando rápidamente a nivel mundial. Es por ello que se dan construcciones de edificios de gran altura muy a diario. La urbanización es un tanto beneficioso, pero el gran problema es que muchos de esos edificios de gran altura no están diseñados y contruidos correctamente (Lokesh, Sai, Kumar y Kumar. 2020, pg. 1).

Hoy en día, se ven construcciones que son un peligro para la sociedad, ya sea porque las personas no tienen conocimiento del tema o querer ahorrar dinero; es por ello, que el propietario no prevé lo que puede ocurrir si llega a suceder un sismo de una gran magnitud, trayendo consigo graves consecuencias. como pérdidas humanas, pérdidas económicas, etc. (Orosco, 2018, pg. 17).

Desde hace años, el Perú se ha visto afectado por el elevado índice de construcciones informales. Esto ha ocasionado que aumente el número de edificaciones en las ciudades de manera desordenada, creando zonas de peligro a la población por construir en zonas de gran vulnerabilidad, y por el empleo de materiales no adecuados (CYPE Perú, 2018, párr. 2).

En el Perú, según las estimaciones recientes acerca del tamaño de la población, se observó que el número de sus habitantes pasó de 7 777 000 en el año 1950, a aproximadamente 32 626 000 en el año 2020. Esto quiere decir, que el número de habitantes aumentó cuatro veces más en un período de 70 años. Si se cumplieran de nuevo estas estimaciones en las proyecciones, en el año 2050, la cantidad de habitantes de la población llegará a 39 363 000 habitantes, incrementando dentro de los 30 años siguientes, el número de sus habitantes en 20,7% (INEI, 2020, pg. 10). Lo explicado, ha generado un incremento en las construcciones de viviendas y edificaciones. Además, según el INEI, el 54% de las viviendas del Perú, esta construidas con ladrillos o bloques de cemento, siendo la mayor parte informales.

La ciudad de Nuevo Chimbote está ubicada en la costa, a unos cuantos kilómetros de las placas del Pacífico y de Nazca, zonas con presencia elevada de sismos. Bajo los argumentos antes señalados, nace la necesidad de diseñar y analizar estructuralmente una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la ciudad de

Nuevo Chimbote mediante el uso de un software (ETABS). Es por ello, que el presente trabajo tendría un aspecto positivo ya que se dará una alternativa de diseño estructural de una edificación, que minimice el daño a las personas que puedan encontrarse dentro de esta, permitiendo la pronta evacuación.

De lo anteriormente expuesto se formuló la **interrogante siguiente**: ¿Cuál es el resultado de diseñar y analizar estructuralmente una vivienda multifamiliar de 4 pisos, en la ciudad de Nuevo Chimbote?

El presente proyecto de investigación se justifica en la **práctica** porque ayudará a que la población tenga conocimiento de un buen diseño estructural y que sepan que el país es altamente sísmico. Si se le hace saber a la población la importancia de un buen diseño estructural de las edificaciones, se podría reducir los daños causados por sismos u algún otro fenómeno, evitando pérdidas humanas, materiales y/o económicas. Ya que un diseño y análisis estructural permitirá reducir dichos daños. También para dar conciencia sobre los daños que ocasionan las construcciones informales.

También se contribuirá en el desarrollo **económico** de la población, esto debido a que brindaría trabajos a aquellos pobladores que están dedicados a la construcción ya que podrán participar de la construcción de las edificaciones que se realicen en esa población, siguiendo el modelo de este proyecto, y así mejorar la calidad de vida de dichos pobladores.

La zona de estudio elegida para este proyecto está en pleno crecimiento población. Actualmente la zona no cuenta con servicios de saneamiento físico legal, no cuentan con redes de desagüe y se abastecen de agua por medio de piletas. La mayoría de viviendas existentes están hecha a base de esteras y/o planchas de triplay, es importante que existan estudios que permitan dar a conocer a los pobladores si es posible realizar edificaciones con el propósito de viviendas multifamiliares. Por ello este proyecto también contribuirá en lo **social**, ya que la población tendrá conocimiento respecto a la posibilidad de realizar una edificación de menor o similar magnitud y qué criterios técnicos deben emplearse para llevar a cabo una edificación de este tipo.

Por otro lado, tiene como **objetivo general** diseñar y analizar una vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote. Los **objetivos específicos** son, predimensionar los elementos estructurales de la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote. Otro objetivo específico, realizar el análisis sísmico de la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote, también determinar los desplazamientos y las derivas máximas de la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote. Por último, determinar las dimensiones finales y la cuantía de acero para la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote.

Finalmente, como hipótesis planteamos lo siguiente: el diseño y análisis de la vivienda multifamiliar de 4 pisos cumpliría con la NTE (Norma Técnica de Edificación) E.030 Diseño sismorresistente y E.060 Concreto Armado.

II. MARCO TEÓRICO:

En cuanto a los antecedentes, se tiene a nivel internacional a Ahmad, et. al (2019) en su artículo titulado “Design and analysis of residential building”, realizado en la India, tuvieron como objetivos modelar el edificio mediante el software ETABS 2016, aplicar cargas de gravedad y diferentes combinaciones de carga según la disposición codificada de la India, analizar y diseñar edificios residenciales para el peor de los casos de combinación de cargas. Donde una vez realizado su análisis, concluyeron que la fuerza cortante y el momento flector aumentan tanto para las vigas como para los pilares a medida que aumenta la altura del piso.

Por otro lado, Romero (2018) en su Proyecto de Grado de Posgrado titulado “Diseño y Análisis Estructural Edificio Oregón” el cual fue realizado en la Universidad de los Andes (Colombia), tuvo como objetivo evaluar el comportamiento lineal y no lineal de un edificio de diez pisos, teniendo como base a los lineamientos de la ASCE 41-13, luego de realizarse el diseño estructural, en términos de ductilidad, resistencia y durabilidad, basándose en el Reglamento NSR-10, el cual establece las especificaciones generales de análisis y diseño. Concluyendo que la cortante basal en el punto de desempeño es mayor al obtenido en el diseño estructural, y que dicha estructura se encuentra por debajo del límite de seguridad de vida, es por ello que se

considera que las limitaciones de deformaciones entre pisos que establece el Reglamento NSR-10 son excesivas.

Luego Blacio (2016) en su trabajo de titulación titulado "Análisis Estructural de una Vivienda de Interés Social, Existente de Hormigón Armado Sismorresistente, en el Cantón Pasaje" realizado en Ecuador. Utilizó el método bibliográfico, buscando información y teorías en algunos artículos científicos. Luego de analizar la estructura llegó a las siguientes conclusiones, primero que las dimensiones de vigas y columnas no cumplen los requerimientos mínimos. Luego que los diámetros de estribos de las vigas y de las columnas y su separación no cumplen con la normativa vigente (NEC_SE_VIVIENDA).

También, Fitoria, Horney y Huelva (2016) en su proyecto titulado "Propuesta de complejo de edificio multifamiliar "Villa Santiago" en el barrio Sajonia, Ciudad de Managua", tuvo como objetivo, elaborar un proyecto de un complejo de edificio multifamiliar, fijando criterios de diseño, restricciones y elaborando planos. En sus conclusiones predomina, primero, que el lugar de la investigación permitió diseñar dicho edificio ya que muestra cualidades del terreno. Y segundo, el análisis climático muestra el funcionamiento de los elementos estructurales mediante el software utilizado para el diseño.

Finalmente, Bhattarai, et. al (2015) en su tesis titulada "Structural analysis and design of commercial building for earthquake resistance", tuvo como objetivo, obtener conocimientos prácticos acerca del análisis estructural, diseño y detalle de componentes estructurales tomando en cuenta los principios de diseñar sismoresistentemente. Concluyendo que su proyecto ayudó a consolidar los conocimientos sobre el análisis y diseño de estructuras. También, dicen que un ingeniero empleado debe tener conocimientos sobre diseños, procedimientos de construcción, estudio del sitio, etc.

A nivel nacional tenemos primero a Sánchez (2019) en su tesis titulada "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 8 Pisos en la Ciudad de Huancayo", tuvo como objetivo diseñar un edificio multifamiliar de 8 pisos. Donde concluyó que el análisis con el uso del software ETABS, produjo resultados favorables. Ya que se indica en ese proyecto estas características. Además, el análisis

tridimensional ayuda realizar un diseño que cumple con los lineamientos y parámetros planteados por la norma peruana.

Después, Camargo (2019), en su tesis titulada “Análisis y Diseño Estructural de un Edificio de Departamentos de 15 Niveles en el Distrito de Yanahuara”, tuvo como objetivo analizar y diseñar estructuralmente una edificación de concreto armado con departamentos con 15 pisos y 2 sótanos en Arequipa. Llegando a las siguientes conclusiones. Primero que el sistema estructural del edificio se conforma por placas en ambas direcciones (X y Y), las cuales toman el 100% de la fuerza cortante basal del edificio, debido a que el coeficiente de reducción sísmica es 6. Segundo que el análisis de irregularidad del edificio da como resultado que es regular en ambos sentidos, lo que causa simetría en la dirección X. Por último, que la regularidad del edificio hace que la construcción sea económica.

Por su parte, Cárdenas (2019), "Diseño Estructural De Un Edificio Multifamiliar De Concreto Armado De Cinco Pisos" realizada en la ciudad de Lima tuvo como objetivo general: Analizar y diseñar los elementos estructurales principales de una edificación de cinco pisos en concreto armado, destinado a viviendas multifamiliares, según los reglamentos y exigencias sismorresistentes convencionales, aplicables. De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en la investigación, se llegó a la conclusión, que se realizó el metrado de cargas y se realizó un modelo del edificio en ETABS en el cual se consideró todas las cargas, las vivas y muertas presentes en el edificio. Luego los resultados de dicho metrado de cargas, que se calcularon de forma manual y los que se obtuvo en el modelo, son similares por lo que se aproximan a los reales, es decir son idénticos. Con respecto al análisis sísmico, el periodo fundamental de edificio es 0.246 s en la dirección de X-X y 0.494 s en la dirección de Y-Y. Estos resultados son aceptables ya que en la dirección de X-X se encuentran placas de longitudes de 5.01 m a 4.77 m, esto aportan una cantidad enorme de rigidez a comparación de los de la dirección de Y-Y donde existen placas de longitud menor (1.20 m).

Luego, Ramirez (2019) en su tesis “Diseño Estructural De Un Edificio Multifamiliar De 8 Pisos En Surquillo”, dicho edificio es destinado a vivienda multifamiliar y cuenta con un área de 1680.72 m². Donde concluyó que Se

estructuró a partir de la ubicación de elementos estructurales propuesta en los planos de arquitectura. Sin embargo, se agregaron muros para permitir el anclaje de las vigas que terminan de forma perpendicular a una placa. Además, se agregaron placas en la fachada principal y se redujeron las placas de la zona posterior, para reducir la torsión cuando se realiza el análisis en dirección X. Por otro lado, el periodo es de 0.612 s para el modo 1, que tiene el 69.01% de la masa participativa en X. En el modo 2 el periodo es 0.507 s y tiene 67.78% de la masa participativa en Y. El modo 3 tiene periodo 0.373 s y 69.98% de la masa participativa rotacional.

Finalmente, Pineda (2017) en su tesis titulado "Diseño Estructural de viviendas Sismo Resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima 2017", Donde se tuvo como objetivo del proyecto, diseñar estructuralmente viviendas sismorresistentes en el distrito de el Agustino, siguiendo los parámetros de la norma técnica de estructuras. Dentro de sus conclusiones obtuvo primero, que fueron utilizados distintos parámetros (como la geotécnica, estructural y sísmica) para el diseño estructural, obteniendo viviendas sismorresistentes. Segundo, que habiéndose realizado el análisis dinámico modal espectral del edificio estudiado, cumplieron lo que está establecido en la NTE E-030; ya que esas configuraciones pasaron el 90% de masa participativa en los 3 primeros modos.

A nivel local, comenzamos con Farfán y Morales (2019) donde en su tesis titulada "Evaluación del diseño estructural de un edificio aporricado ubicado en la Avenida José Gálvez N°391, Distrito de Chimbote – Ancash – 2019", se evaluó el diseño estructural dicha edificación, concluyó que el reforzamiento propuesto en las consideraciones de elementos de corte no concuerda con el edificio construido, por lo que se modificó, aumentando al peralte de las vigas y aumentando el área de las columnas, sin embargo no va a cumplir con los parámetros de sismorresistencia de la actualidad a causa del incremento de su peso y el aumento de las derivas de entrepisos.

También, Pedroso y Vilela (2018) en su tesis titulada "Evaluación del diseño estructural del pabellón de aulas "d" de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde, Distrito de Chimbote – 2018", tuvo como principal objetivo, de evaluar

el diseño estructural del pabellón mencionado. Utilizó el método analítico descriptivo y concluyó que, habiendo realizado el diseño de cada elemento estructural, se obtuvo columnas simétricas y asimétricas, a su vez vigas peraltadas, chatas, también zapatas corridas, finalmente muros portantes, es por ello que es un sistema estructural dual.

Siguiendo con los antecedentes a nivel local, Rosales (2017), en su tesis titulada "Análisis y diseño estructural de una edificación de siete niveles en la ciudad de Chimbote" cuyo objetivo fue analizar y diseñar estructuralmente un edificio de siete niveles en Chimbote y donde concluyó que se logró disminuir las distorsiones y aceleraciones de entrepiso en un 15%, a causa de esto habría un buen balance del costo entre el aumento de los muros de corte y la disminución del acero, el cual podría variar desde un 4% a 12% del costo total del edificio.

Finalmente, Paria y Sánchez (2017) en su tesis titulada "Diseño del Pabellón de Ingeniería Civil II Etapa – Nuevo Chimbote – Ancash", que tuvo una metodología descriptiva y tuvo como objetivo diseñar dicho pabellón. Concluyó habiendo diseñado dicho pabellón, con todos los ambientes necesarios y de esta manera mejorar los servicios Académicos y Administrativos en un 100%. También se diseñó bloques que comprenden el pabellón mediante el uso del software ETABS siguiendo los parámetros del RNE para poder conseguir una estructura sismo resistente y seguro.

En cuanto a las teorías, según Villareal (2009), el Análisis Estructural, es la ciencia que se centra en estudiar la resistencia, la rigidez, durabilidad y la seguridad en las obras. Generalmente, los libros que hablan acerca del Análisis Estructural, suelen ser extensos y solo se centran en lo teórico, lo cual complica el aprendizaje. En un Análisis Estructural se analiza los diferentes componentes de una estructura como por ejemplo vigas, armaduras, pórtico, arcos, placas, losas, reservorios, puentes, estructuras con base elásticas e inelásticas, entre otros.

El diseño estructural es la acción de proveer una estructura segura y económica para satisfacer una necesidad específica. Para dar seguridad, la capacidad de resistencia de la estructura no debe contar con fallas durante su vida útil. El

diseño, también incorpora consideraciones en cuanto a lo económico, ya que siempre puede haber alternativas para cada una de ellas con un costo mínimo al que se procura llegar. (Riddell e Hidalgo, 2018, p. 3).

El diseño se define, según Aage, et. al (2017, pg. 2), como el volumen geométrico donde se puede distribuir algunos materiales, por ejemplo, el espacio sobre el lote del edificio para un edificio de gran altura, menos el espacio reservado para entidades geométricas. A través de un proceso que involucra el modelado del sistema físico, cálculos y actualizaciones de diseño basadas en programación matemática, el material estructural se redistribuye gradualmente hacia un diseño óptimo.

Luego Hussain (2012, p. 5) menciona que el diseño sostenible ha estado a la vanguardia de la investigación tanto en las comunidades de ingeniería como de arquitectura durante varios años. Estimulado por motivaciones cívicas, monetarias y políticas, se realiza un análisis del efecto que tienen las estructuras y la construcción en el mundo que lo rodea. Varios investigadores de numerosos campos han trabajado para presentar el mundo multifacético de la construcción y el diseño sostenibles y las metodologías, mentalidades y prácticas asociadas con él.

Una estructura debe ser segura y funcional. Acorde con los criterios de diseño, la estructura debe responder (agrietándose, deformándose, etc.) correctamente ante las acciones (cargas, acciones de los sismos, efectos térmicos, y demás) de tal manera que no supere ningún estado límite, que pueden ser de falla o servicio. Cuando se habla de falla, se refiere a la seguridad de la estructura y hace referencia al servicio con la funcionalidad y durabilidad. (De la Colina y Ramírez, 2000, p. 4).

Es un tema crucial evaluar la respuesta de las estructuras de edificios sometidas a cargas sísmicas dinámicas donde el diseño sísmico de dichos edificios generalmente se lleva a cabo sobre la base de los resultados obtenidos del análisis dinámico realizado. La evaluación de la respuesta sísmica de las estructuras de los edificios implica principalmente la determinación y evaluación

de las demandas de desplazamiento (Elhamed, Shaban y Mahmoud, 2018, p. 1).

La cantidad de edificios existentes aumentan con el pasar de los años; sin embargo, estas se enfrentan a muchos defectos, ya sea, debido a la exposición a las condiciones climáticas severas y a su uso. Estos defectos incluyen también grietas, agujeros muertos y un alto nivel de infiltración, que afectan el consumo de energía (Bondinuba, et. al, 2018, p. 2).

La norma técnica de edificación E.020 (2016) indica que las cargas son fuerzas u otras acciones que son generadas por el peso de materiales de construcción, personas y otros objetos materiales como sus pertenencias, también las acciones del medio ambiente, movimientos en la estructura y variación de dimensiones limitadas. Así también, señala que se denomina carga viva al peso de todas las personas, materiales, equipos y/u otros elementos móviles que generan fuerzas a la edificación; y, la carga muerta se denomina al peso de materiales, tabiques, equipos y/o algún otro elemento que la edificación soporta, esto incluye su propio peso, pueden ser fijos o con variaciones en su magnitud, pequeñas en el tiempo.

Además, para el diseño del concreto armado, la norma E-060 del reglamento nacional de edificaciones indica que, para obtener la resistencia requerida, para cargas vivas y muertas, como mínimo será $U=1,4CM+1,7CV$.

Por su parte, la E-030 del mismo reglamento, establece que según la distribución espacial de sismicidad existen 4 zonas sísmicas. A cada una de estas zonas sísmicas, se le establece un factor, este factor hace referencia a la aceleración máxima horizontal, además de la posibilidad de aumentar un 10% en 50 años. Asimismo, indica que existen 4 categorías, estas son A, B, C y D. A cada categoría se le asigna un factor de uso o factor de importancia, el cual varía desde 1.5 a 1.

Por otro lado, este reglamento establece 5 tipos de sistemas estructurales: estructuras de concreto armado, albañilería, madera, acero y tierra; asignándole para el diseño un coeficiente de reducción, dependiendo del sistema estructural. De la misma manera indica que, la fuerza cortante, en el primer entrepiso del

edificio, para ambas direcciones consideradas en el análisis, no debe ser menor que el 80% del valor calculado en estructuras regulares, ni menor al 90 % en estructuras irregulares.

Las columnas, según Moscovitch (2019, párr. 7-8), son elementos estructurales que funciona de manera vertical, donde la carga se transfiere de manera paralela al eje longitudinal como compresión y de vez en cuando como tensión. Del mismo modo explica que funcionan como soporte para las vigas del piso / techo y las columnas que se están en el piso superior. Las columnas en el piso inicial de un edificio alto deben soportar el peso actuante de todos los pisos que están arriba de la misma es decir de los pisos superiores. Debido a eso la ubicación de las columnas estratégicamente debería ser consistente en todos los pisos. Esto no siempre se cumple, especialmente cuando se tiene un diseño arquitectónico desafiante donde cada piso tiene un diseño diferente.

Existen dos tipos de refuerzos en columnas: el reforzamiento longitudinal y transversal. El propósito del refuerzo transversal es mantener las barras verticales en posición, proporcionando soportes laterales para que las barras individuales no pueden flexionarse hacia afuera y partir el concreto. También explica que el número mínimo de barras longitudinales para una columna es cuatro si son rectangulares y 6 en columnas circulares (Vinay y Srilaxmi, 2018, p. 6).

Azizov, Kochkarev y Galinska (2019, p. 2-3), menciona que en general, todos los métodos de refuerzo de la estructura de las vigas de concreto armado se pueden dividir en dos técnicas básicas: aumentando el tamaño de la sección transversal o cambiando el modelo de diseño. De acuerdo con los diseños arquitectónicos y la distribución de los espacios, se debe dar prioridad al primer método, ya que un cambio en el modelo de diseño, en la mayoría de los casos, conduce a un deterioro significativo en la distribución de los espacios de los edificios, debido a la presencia de miembros secundarios como paneles subdivididos, marcos de descarga o riostras de vigas y vigas de refuerzo.

El refuerzo de vigas continuas de concreto armado generalmente se hacen tanto la zona de los apoyos de la viga como el tramo de la viga. Esto se debe al hecho

de que, al incrementar la carga, se aumenta tanto los momentos en los apoyos como el momento en el tramo central de la misma.

Para Kudtarkar, et. al (2020, p. 1), la cimentación es la base inferior de una estructura la cual es una parte suprema, ya que une la superestructura del cuerpo principal a la tierra. Cuando se trata de construir una estructura, es muy importante construir una base firme que sostenga la superestructura en todas las condiciones climáticas sin derrumbarse ni descomponerse. Si se utiliza cualquier material inapropiado para la cimentación de la estructura, existe un alto riesgo de colapso de la estructura. Se utilizan diferentes tipos de base de cimentación en diferentes tipos de estructuras, cada uno de ellos tiene un diseño único y una configuración específica que hace que una estructura particular sea más duradera y firme.

Las estructuras de hormigón armado presentan el riesgo de corrosión de las barras de acero. La protección requerida depende de la exposición ambiental y de la vida útil de diseño de la estructura. Típicamente, la calidad y el espesor del recubrimiento de concreto se especifican en base a estos últimos parámetros. Sin embargo, existen otras soluciones para eliminar, o al menos minimizar, el problema de la corrosión del acero, como la adopción de acero inoxidable o incluso refuerzos no metálicos, como por ejemplo las barras de refuerzo de polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP). Estos son adecuados para entornos muy agresivos y / o cuando se requiere una alta durabilidad (Carmo y Brito, 2017, p. 5).

Para Alhassan (2014, p. 5) la forma y dimensión de los cimientos, profundidad, propiedades físico-mecánicas de los suelos y carga geométrica afectan directamente en la capacidad de carga de las bases del suelo. Para ello es importante conocer los tipos de cimentaciones adecuados para el diseño de una estructura. En base a los estudios comparativos de tres tipos de cimentaciones con diferentes secciones transversales. Las cimentaciones con sección transversal rectangular tienen mayor capacidad de carga con 350 (kpa) y menor asentamiento (3mm) en comparación con las cimentaciones de sección transversal tipo cuña y tipo T.

En cuanto al análisis granulométrico, Brasileiro, et. al (2019, p. 3-4), explica que es una herramienta básica en el proceso de caracterización de materiales particulados y se puede determinar mediante numerosos métodos. Este estudio del tamaño de las partículas y su distribución son de suma importancia para determinar las propiedades de los materiales particulados. El análisis del tamaño de partículas consiste en determinar la frecuencia con la que se producen las partículas en determinadas clases o rangos de tamaño.

Por otro lado, Bonini, et. al (2015, p. 11) plantean que para estimar la capacidad de carga del suelo a partir de modelos matemáticos se es necesario conocer datos como, presión de preconsolidación, resistencia mecánica a la penetración y gravimetría, el contenido de humedad. Además, la correlación entre la preconsolidación la presión y la resistencia a la penetración del suelo es influenciado por el contenido de agua durante la evaluación de la resistencia a la penetración, y este efecto es más fuerte para los penetrómetros de impacto que cuando se utilizan penetrómetros estáticos. La capacidad de carga del suelo estimada a partir de los valores de resistencia a la penetración, están influenciados por el tipo de penetrómetro.

Una estructura necesita equilibrio además de esto necesita resistencia. El equilibrio y la resistencia son dos valores fundamentales en una estructura, pero es necesario comprobar la misma de en una estructura. Es la rigidez la que determina en qué puntos ha de comprobarse dicha resistencia y sin esa conocer esos datos no se puede abordar un verdadero proyecto de estructuras. Por ello es necesario el conocer las rigideces. (Estructurando, 2017, p. 69)

III.METODOLOGÍA:

3.1. Tipo y Diseño de Investigación:

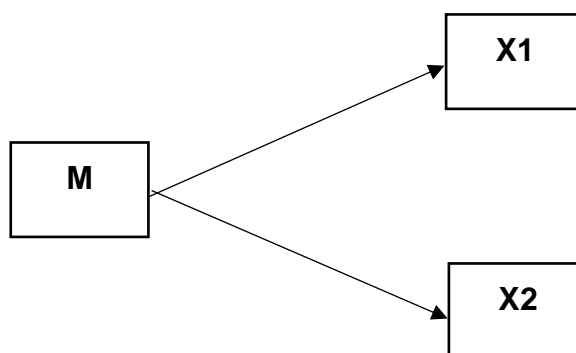
El **tipo** de investigación, en este proyecto, es aplicada, ya que este tipo de investigación utiliza conocimientos anteriores en la resolución de problemas nuevos. Y en esta investigación se utilizarán los conocimientos sobre el comportamiento de las variables diseño y análisis estructural.

El **diseño** de esta investigación será el no experimental de corte Transversal, debido a que se realizará la investigación sin poder manipular las variables deliberadamente porque ya han sucedido. También recopila información y se mide en un momento único, es decir, una sola vez.

El nivel de la investigación es descriptivo, este nivel de investigación se determina y especifican características, propiedades, de variables o grupos de estudio, y en este trabajo de investigación se describirá y se dará a conocer el resultado de analizar y diseñar de una vivienda multifamiliar de 4 pisos, en la ciudad de Nuevo Chimbote.

A continuación, se muestra el esquema de esta investigación:

GRÁFICO N° 1
ESQUEMA DE DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

M: Muestra.

X1: Variable Diseño Estructural.

X2: Variable Análisis Estructural.

3.2. Variables y Operacionalización:

**TABLA N° 1
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	"Es una ciencia que estudia la resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad en las obras. Por lo general, los textos base de Análisis Estructural, son muy voluminosos y, principalmente, se centran en la descripción teórica, lo cual dificulta el proceso de aprendizaje a través de trabajos domiciliarios e investigación, conducentes a un mejor dominio de la materia". (Villareal, 2009).	El análisis estructural se refiere a estudiar una estructura determinando o calculando las rigideces, estabilidad, resistencias, entre otros.	CARGAS ESTRUCTURALES: Son fuerzas u acciones generadas por el peso de materiales de construcción, personas y otros objetos materiales como sus pertenencias, también las acciones del medio ambiente, movimientos en la estructura y variación de dimensiones limitadas. (RNE E.020, 2016).	GRANULOMETRÍA	ORDINAL
				CAPACIDAD PORTANTE	ORDINAL
				CARGAS (E.020)	DE RAZÓN
DISEÑO ESTRUCTURAL	El diseño estructural es proveer una estructura segura y económica para satisfacer una necesidad específica. (Riddell, Hidalgo, 2018, p. 3).	Diseño Estructural es realizar una estructuración y dimensionamiento de una estructura, luego de haber realizado el análisis estructural	REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES: Tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los Planes Urbanos.	DISEÑO SISMORRESISTENTE (E.030)	DE RAZÓN
				CONCRETO ARMADO (E.060)	DE RAZÓN
			DISEÑO: Es el volumen geométrico donde se puede distribuir algunos materiales, por ejemplo, el espacio sobre el lote del edificio para un edificio de gran altura, menos el espacio reservado para entidades geométricas (Aage, et. al, 2017, pg. 2.	DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	DE RAZÓN

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Población, Muestra y Muestreo:

Jiménez (2011, p. 6), explica que la **población**, dentro de una investigación, solo es la delimitación de un conjunto de personas en donde las conclusiones deben de ser válidas, o sea, las respuestas del problema científico propuesto en una investigación. En este proyecto, la población está conformada por una Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos en la ciudad de Nuevo Chimbote.

Luego indica que la **muestra** es la parte de la población que brinda una información que permita dar respuesta a las preguntas y poder finalizar la investigación (Jiménez, 2011, p. 7). Para este proyecto, la muestra es igual a la población, una Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos en la ciudad de Nuevo Chimbote.

En cuanto al **muestreo**, podrá ser: probabilístico y no probabilístico. Las de tipo probabilístico, muestra la probabilidad que un individuo tiene de ser incluido de forma aleatoria dentro de la muestra. Por otro lado, las de tipo no probabilístico, la selección de los individuos va a depender de algunos criterios, características, etc. (Otzen y Manterola, 2017). En este proyecto se utilizó como tipo de muestreo no probabilístico a criterio.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

Las **técnicas de recolección de datos**, son utilizadas una investigación a la hora de recolectar la información. Para el presente proyecto, se utilizará la observación, ya que se realizarán los ensayos de mecánica de suelos in situ y en un laboratorio.

Los **instrumentos de recolección de datos**, son parte de una de las técnicas de recolección de datos. En este caso, el instrumento utilizado serán las fichas de observación para los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos, entregadas por el laboratorio.

3.5. Procedimientos:

Se ha realizado un estudio de mecánica de suelos con la finalidad de obtener los datos acerca de las propiedades y características del terreno. Se realizaron los ensayos para determinar el ángulo de fricción, capacidad portante, contenido de humedad, entre otros, para saber las características mecánicas y físicas del suelo, y así poder calificarla. Con esto se sabrá la capacidad portante del suelo.

Por otro lado, se realizó los cálculos para determinar las dimensiones preliminares de la superestructura. Una vez obtenido las dimensiones iniciales, se realizó el modelado en un software (ETABS) realizando el análisis estático y dinámico a la edificación usando los parámetros del reglamento nacional de edificaciones para que la edificación cumpla con dichos parámetros y sea una estructura sísmicamente segura. Posteriormente, se realizó el análisis estático no lineal, para conocer el límite de carga de la edificación. Una vez realizado dicho análisis se obtuvo las dimensiones finales de los elementos estructurales, así como la cuantía de acero para estos elementos.

Luego de tener el análisis final de la superestructura, con las cargas producidas por la edificación y con los datos obtenidos por el estudio de mecánica de suelos obtenidos en el área de estudio, se realiza el diseño de las cimentaciones en otro software (SAFE) revisando que no presenten fallas ni que las presiones en el suelo superen a la admisible.

3.6. Método de Análisis de Datos:

El método a usar en la presente investigación es el análisis descriptivo, mediante la elaboración de cuadros de análisis y la elaboración de gráficos. Los datos tomados en campo, son procesados en un laboratorio con el propósito de describir las características del suelo, luego de esto son usados en el diseño de la estructura usando un software de ingeniería, en este caso el ETABS.

3.7. Aspectos Éticos:

Dentro de los principios de ética en investigación del artículo 3° del capítulo II del Código de Ética en Investigación (2020), se siguió los siguientes principios para este proyecto:

El principio de **probidad** ya que se presentarán los resultados reales, sin ser manipulados, ni modificados para nuestra conveniencia.

También el principio de **respeto de la propiedad intelectual**, ya que se respetó los derechos de propiedad de los investigadores referenciados.

El principio de **beneficencia** ya que este proyecto beneficiará a los integrantes que lo están realizando.

Justicia porque el trato hacia cada uno de los investigadores de este proyecto es igualitario para poder lograr el mejor desarrollo de esta.

Autonomía ya que los integrantes escogieron su participación sin obligación alguna y también podrán decidir si retirarse o no en el momento que lo requieran.

Responsabilidad ya que para este proyecto se asume toda consecuencia sobre el proceso de la investigación.

Precaución porque se deberá tomar precauciones con el fin de evitar futuros daños.

Finalmente, el principio de **transparencia** porque la investigación podrá ser verificada posteriormente para comprobar la validez de los resultados.

IV. RESULTADOS:

4.1. Predimensionar los elementos estructurales:

**TABLA N° 2
PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL	SECCIÓN		
		ANCHO	LARGO	ALTO
COLUMNA	ESQUINERA	30 cm	30 cm	-
	LATERAL	35 cm	35 cm	-
	CENTRAL	40 cm	40 cm	-
VIGA	PRINCIPAL	25 cm	-	30 cm
	SECUNDARIA	25 cm	-	20 cm
LOSAS	LOSA ALIGERADA	20 cm	-	-
	CISTERNA	15 cm	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En la tabla n.º 2 se muestran las dimensiones iniciales que tendrá la edificación. Estas podrían variar según el análisis estructural.

En la tabla se aprecian las dimensiones de las columnas, tanto esquineras, laterales y centrales. También, las vigas principales y secundarias; y, finalmente las dimensiones de las losas de la losa aligerada de los 4 pisos y de la losa maciza donde se apoyará una cisterna.

4.2. Realizar el análisis sísmico:

**TABLA N° 3
FUERZAS CORTANTES POR PISOS**

TABLE: Story Forces						
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY	MX	MY
			tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
CISTERNA	SISMO-X-DIN Max	Top	6.9227	0.6725	0	0
CISTERNA	SISMO-X-DIN Max	Bottom	6.9227	0.6725	1.2105	12.4608

CISTERNA	SISMO-Y-DIN Max	Top	0.8777	6.0823	0	0
CISTERNA	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	0.8777	6.0823	10.9481	1.5798
LA_PISO_04	SISMO-X-DIN Max	Top	36.919	3.8251	1.2105	12.4608
LA_PISO_04	SISMO-X-DIN Max	Bottom	37.748	4.1825	11.5359	113.7689
LA_PISO_04	SISMO-Y-DIN Max	Top	4.4944	41.0806	10.9481	1.5798
LA_PISO_04	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	4.6169	41.8517	126.5711	13.6414
LA_PISO_03	SISMO-X-DIN Max	Top	72.8367	8.4095	11.5359	113.7689
LA_PISO_03	SISMO-X-DIN Max	Bottom	73.3728	8.6773	34.7302	314.2668
LA_PISO_03	SISMO-Y-DIN Max	Top	9.1741	78.4991	126.5711	13.6414
LA_PISO_03	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	9.2655	78.9655	342.0437	38.646
LA_PISO_02	SISMO-X-DIN Max	Top	94.5679	11.1276	34.7302	314.2668
LA_PISO_02	SISMO-X-DIN Max	Bottom	94.8578	11.2574	65.714	572.9478
LA_PISO_02	SISMO-Y-DIN Max	Top	11.9727	101.5336	342.0437	38.646
LA_PISO_02	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	12.0179	101.8313	616.057	71.7879
LA_PISO_01	SISMO-X-DIN Max	Top	103.8432	12.2279	65.714	572.9478
LA_PISO_01	SISMO-X-DIN Max	Bottom	103.928	12.2626	99.4411	856.3685
LA_PISO_01	SISMO-Y-DIN Max	Top	13.0743	112.1854	616.057	71.7879
LA_PISO_01	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	13.0868	112.2789	918.5173	107.793

Fuente: ETABS

Interpretación:

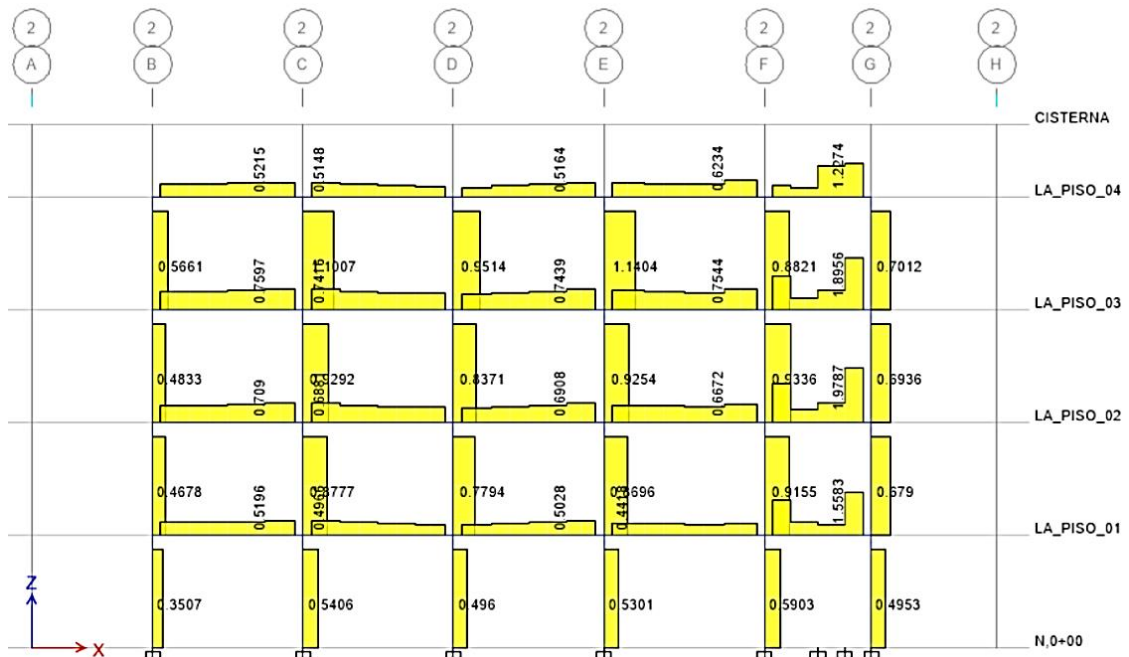
En la tabla n.º 3 se muestran las fuerzas cortantes y momentos finales de cada nivel en donde se aprecia que las fuerzas del primer nivel son las más altas. Esto indica que en la base del edificio se concentran las mayores fuerzas cortantes, así como los momentos.

GRÁFICO N° 2
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE 1-1



Fuente: ETABS

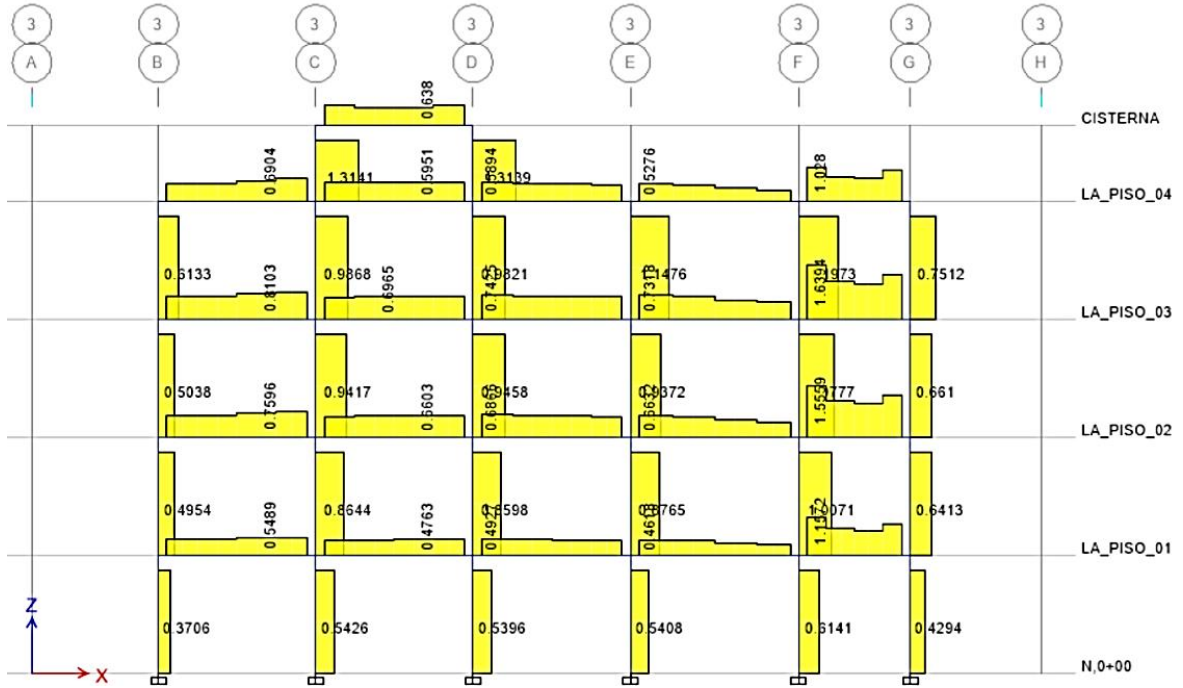
GRÁFICO N° 3
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE 2-2



Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 4

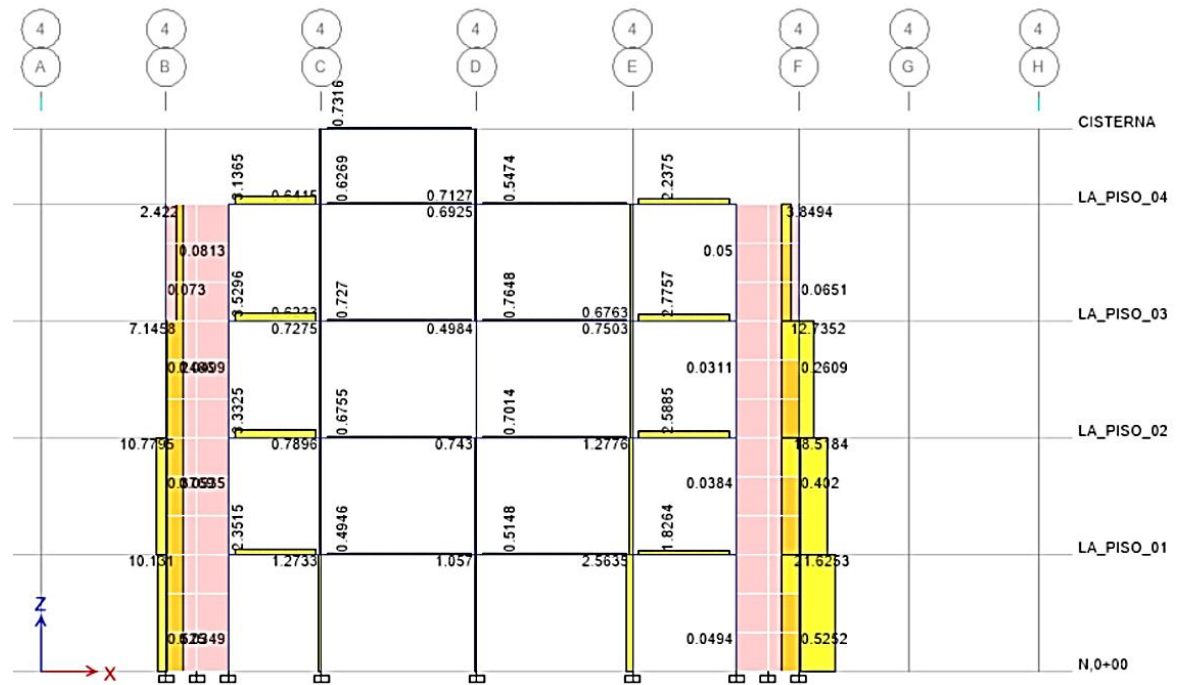
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE 3-3



Fuente: ETABS

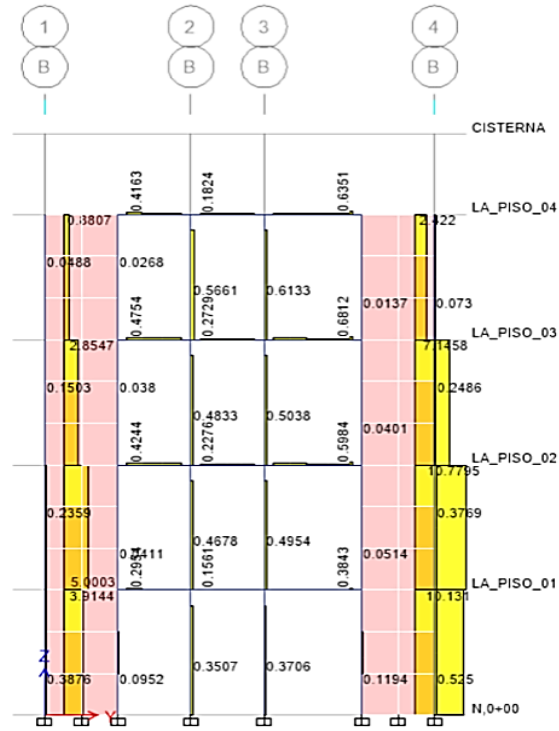
GRÁFICO N° 5

DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE 4-4



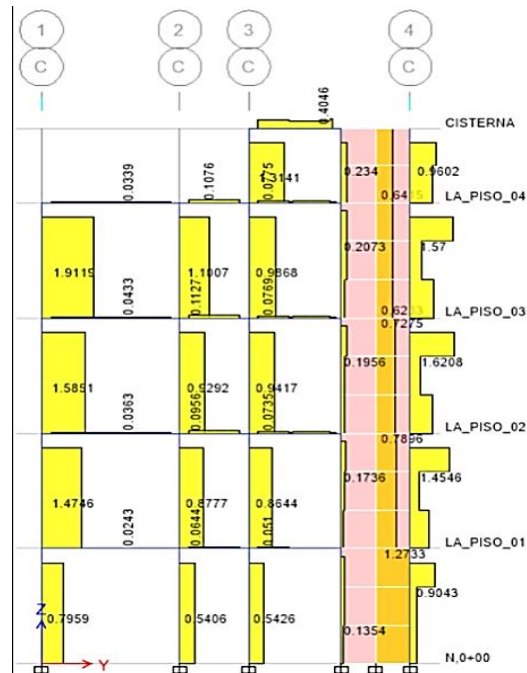
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 6
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE B-B



Fuente: ETABS

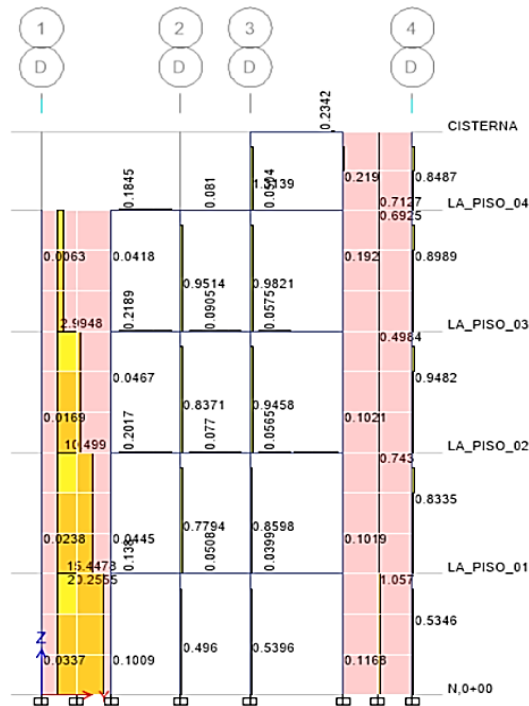
GRÁFICO N° 7
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE C-C



Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 8

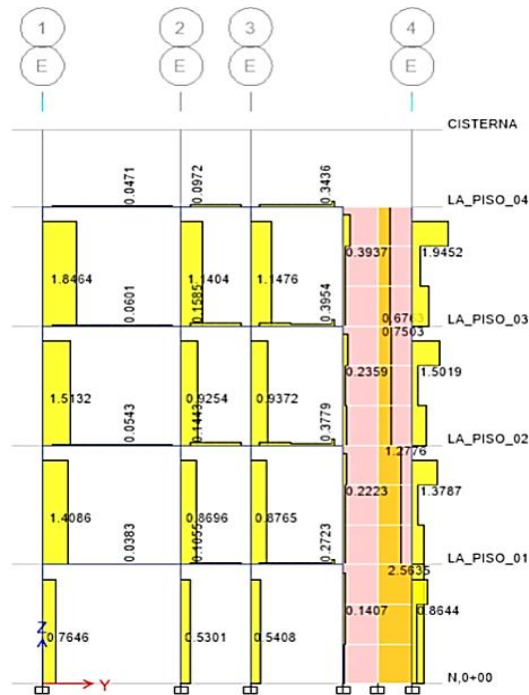
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE D-D



Fuente: ETABS

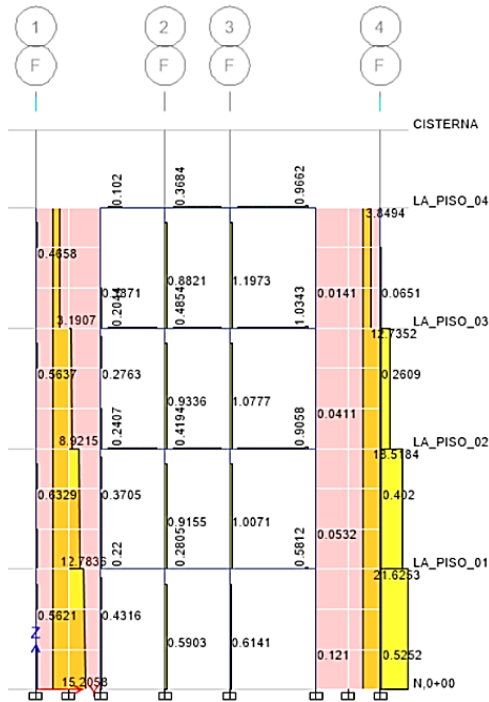
GRÁFICO N° 9

DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE E-E



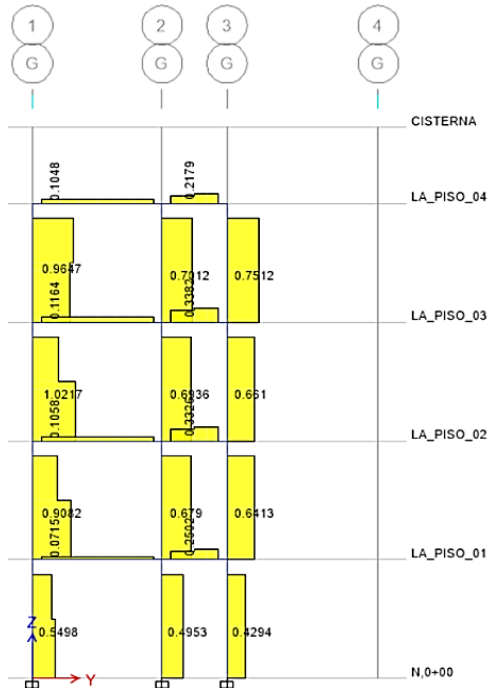
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 10
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE F-F



Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 11
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EJE G-G

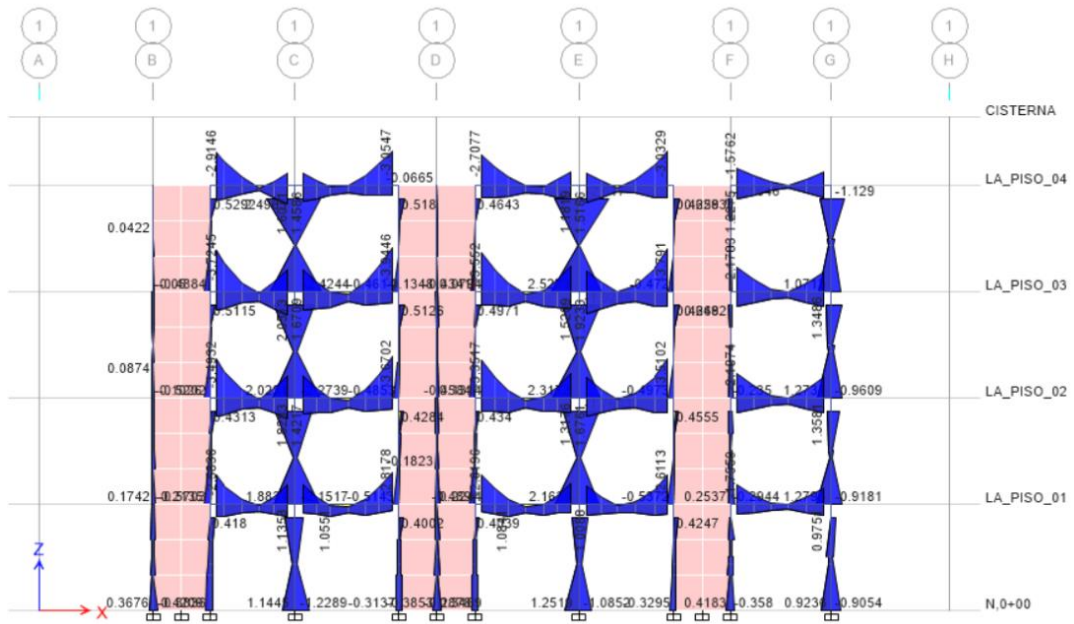


Fuente: ETABS

Interpretación:

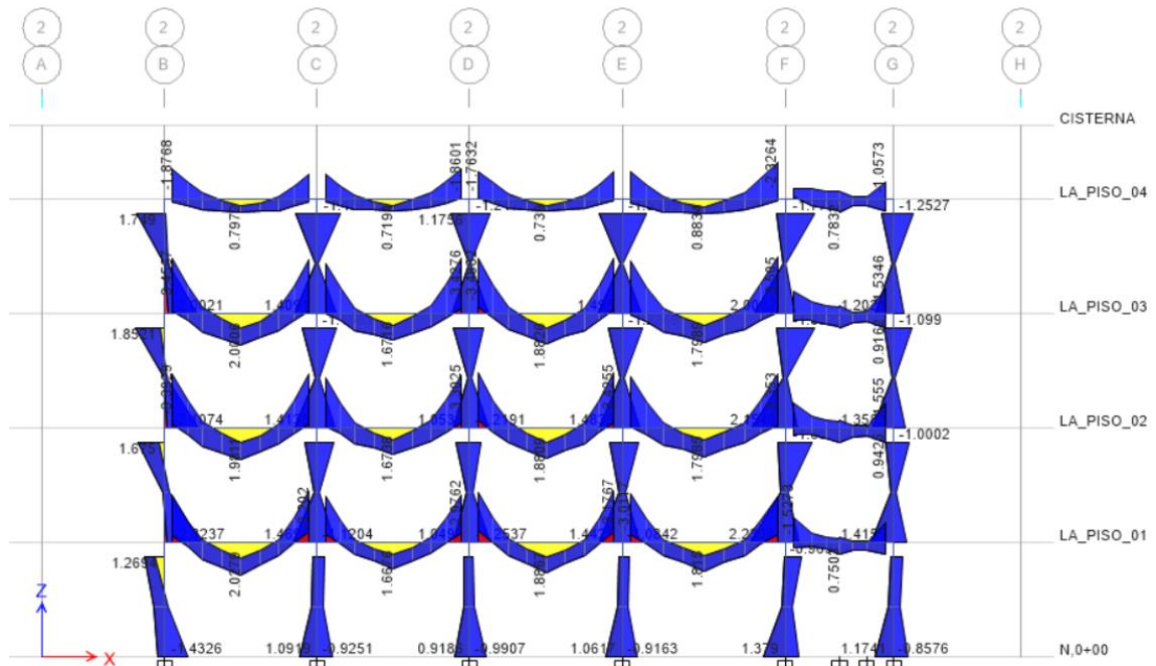
En las figuras n.º 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se muestran los diagramas de fuerzas cortantes de todos los marcos de la edificación. Estos diagramas son producto de las cargas muertas y cargas vivas del edificio.

GRÁFICO N° 12
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE 1-1



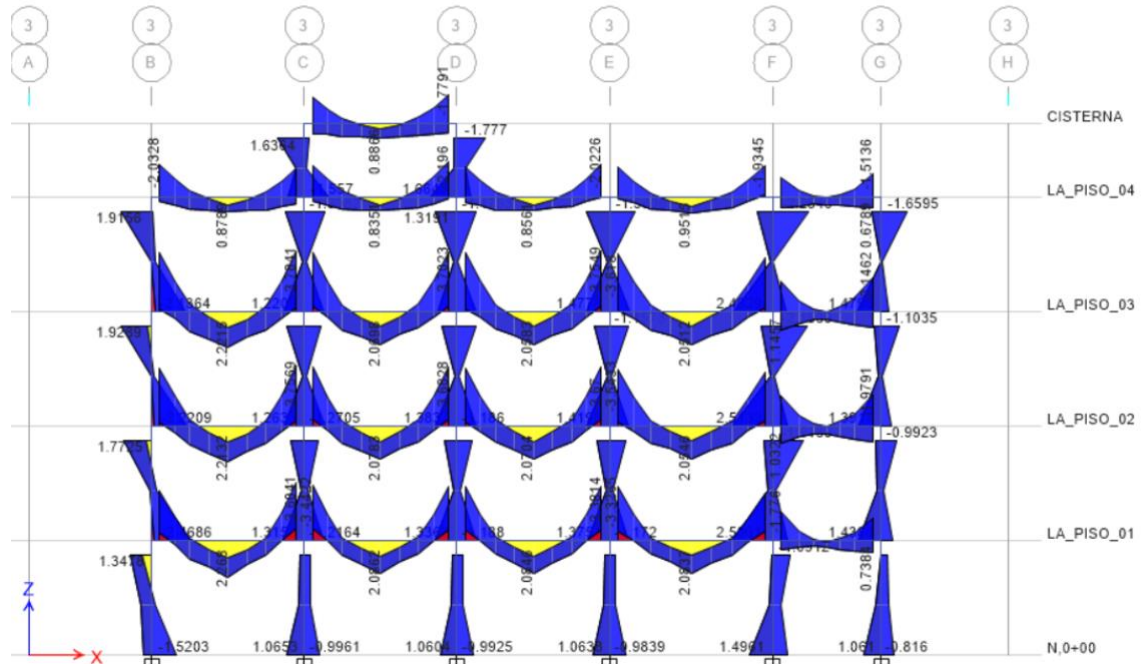
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 13
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE 2-2



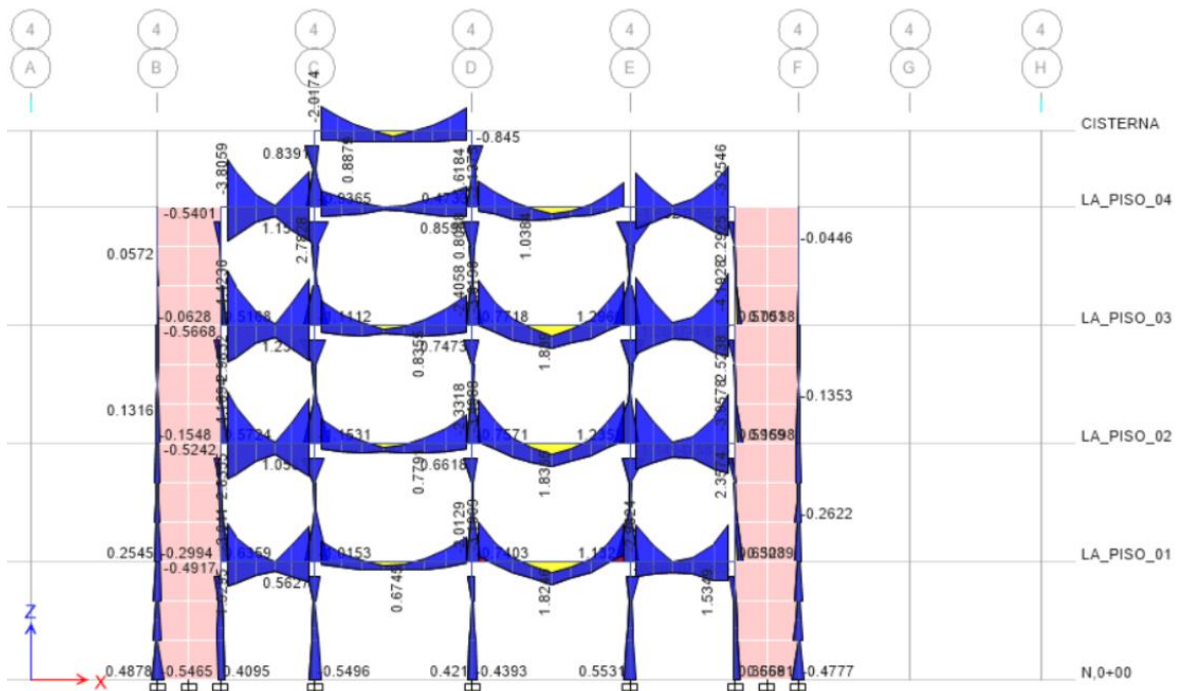
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 14
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE 3-3



Fuente: ETABS

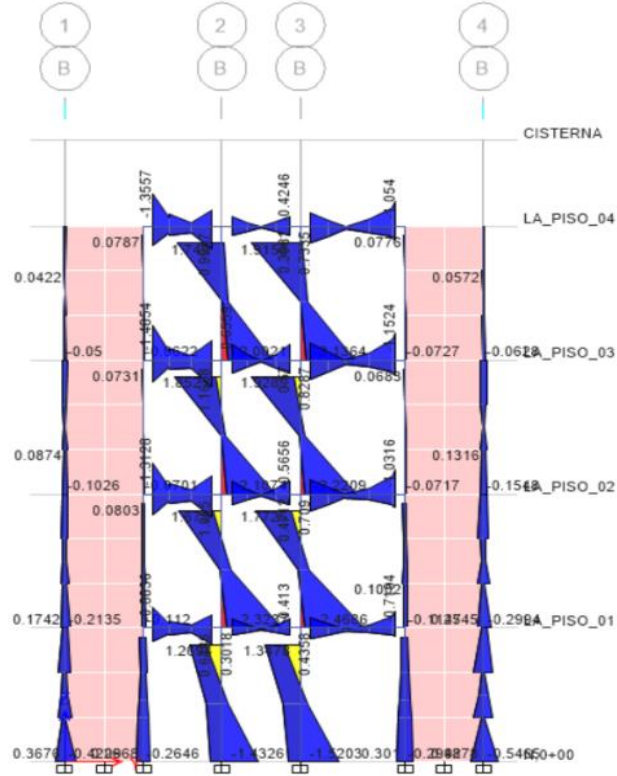
GRÁFICO N° 15
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE 4-4



Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 16

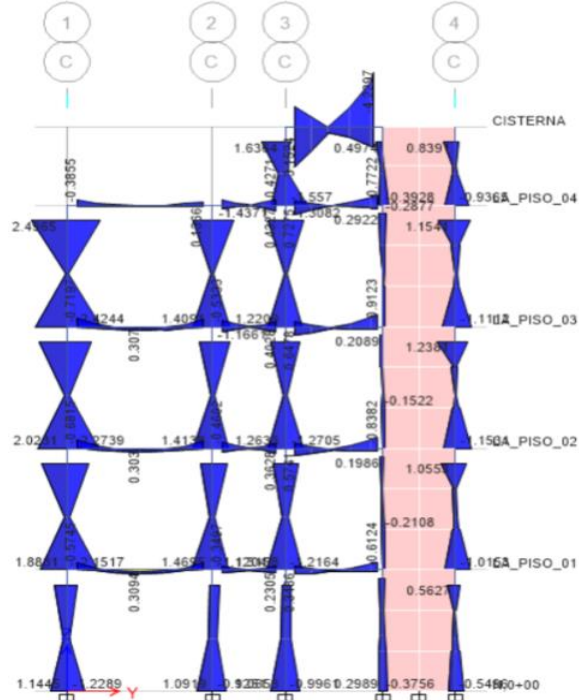
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE B-B



Fuente: ETABS

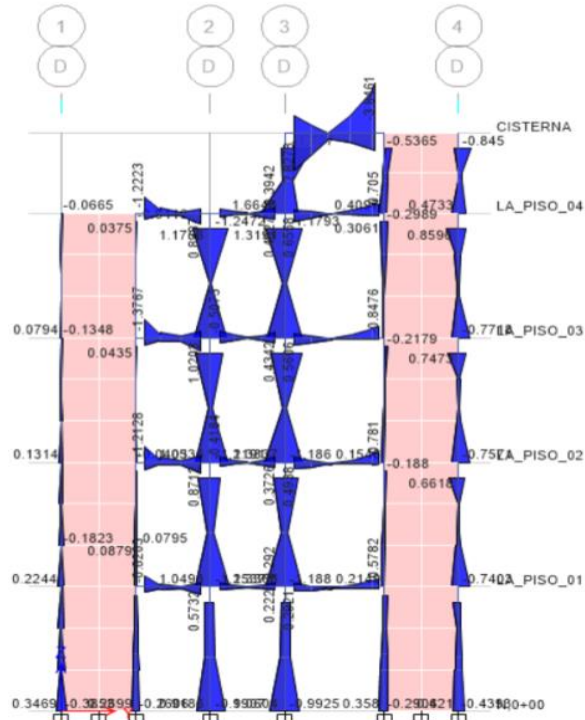
GRÁFICO N° 17

DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE C-C



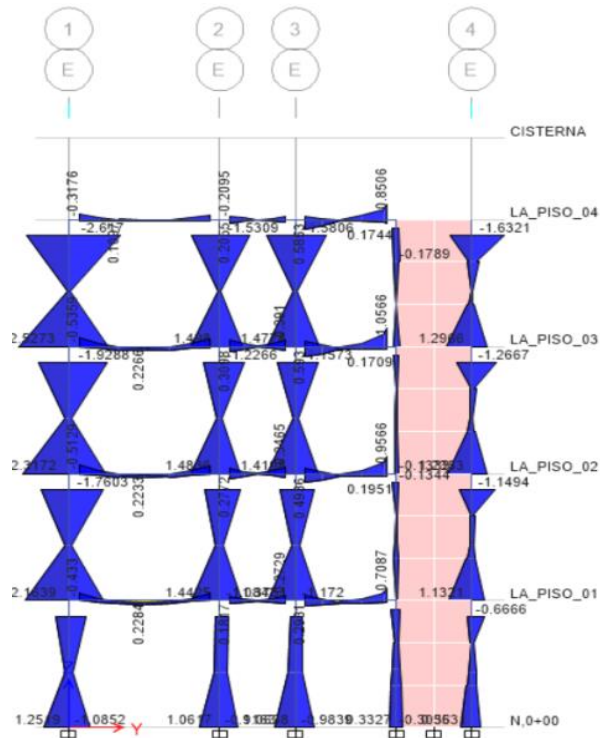
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 18
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE D-D



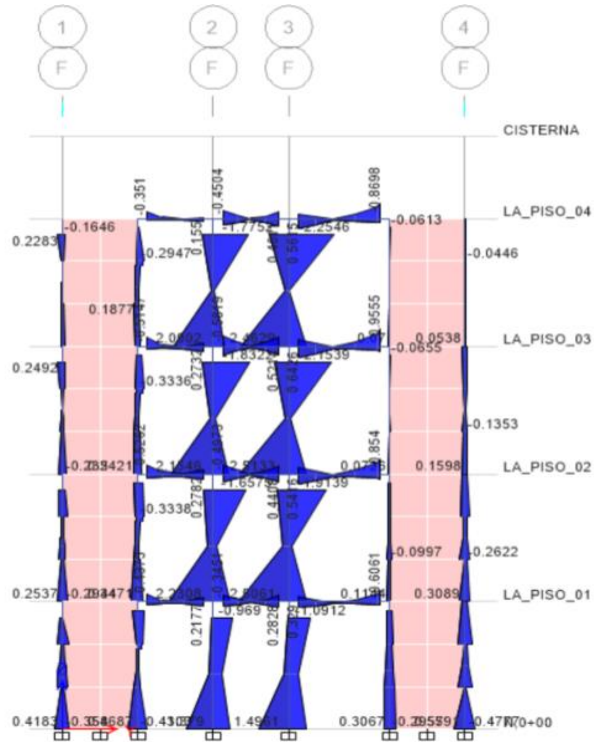
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 19
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE E-E



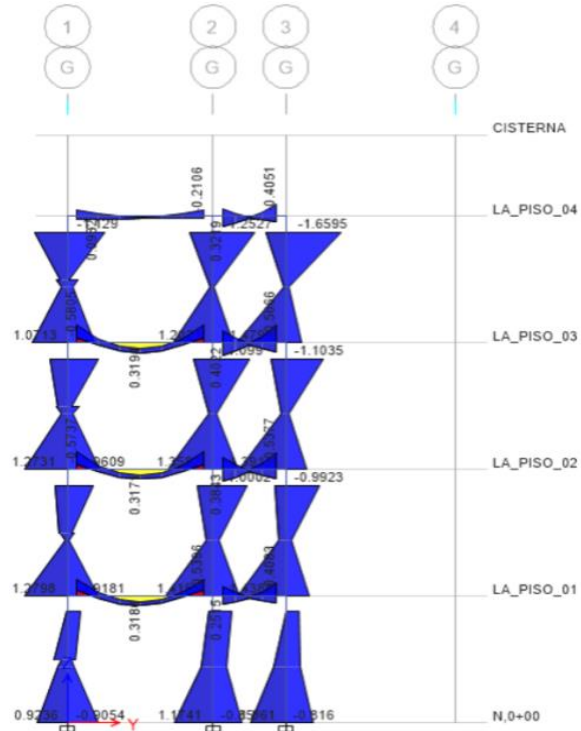
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 20
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE F-F



Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 21
DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EJE G-G



Fuente: ETABS

Interpretación:

El máximo momento de X es 918.52 tn.m y el momento máximo en Y es 856.37 tn.m.

**TABLA N° 4
PERIODOS FUNDAMENTALES**

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
		sec						
Modal	1	0.223	0.6845	0.0139	0.6845	0.0139	0.0327	0.0327
Modal	2	0.207	0.0062	0.6784	0.6907	0.6923	0.0328	0.0655
Modal	3	0.147	0.0437	0.0295	0.7344	0.7219	0.6623	0.7278
Modal	4	0.059	0.1281	0.0005	0.8625	0.7224	0.0084	0.7363
Modal	5	0.049	0.0001	0.1956	0.8626	0.918	0.0015	0.7377
Modal	6	0.045	0.0665	0.0011	0.929	0.9191	0.0002	0.7379
Modal	7	0.038	0.004	0.0004	0.933	0.9195	0.187	0.9249
Modal	8	0.026	0.0126	0.0143	0.9456	0.9339	0.0047	0.9296
Modal	9	0.025	0.0382	0.0082	0.9838	0.942	0.00000342	0.9296
Modal	10	0.022	0.001	0.0356	0.9848	0.9777	0.007	0.9366
Modal	11	0.018	0.0118	0.0006	0.9966	0.9783	0.002	0.9386
Modal	12	0.016	0.001	0.0092	0.9977	0.9875	0.0002	0.9388
Modal	13	0.015	0.0002	0.0108	0.9979	0.9983	0.0001	0.9389
Modal	14	0.01	0.0001	0.0012	0.998	0.9996	0.0004	0.9393
Modal	15	0.007	0.0016	0.0001	0.9996	0.9996	0.0111	0.9504

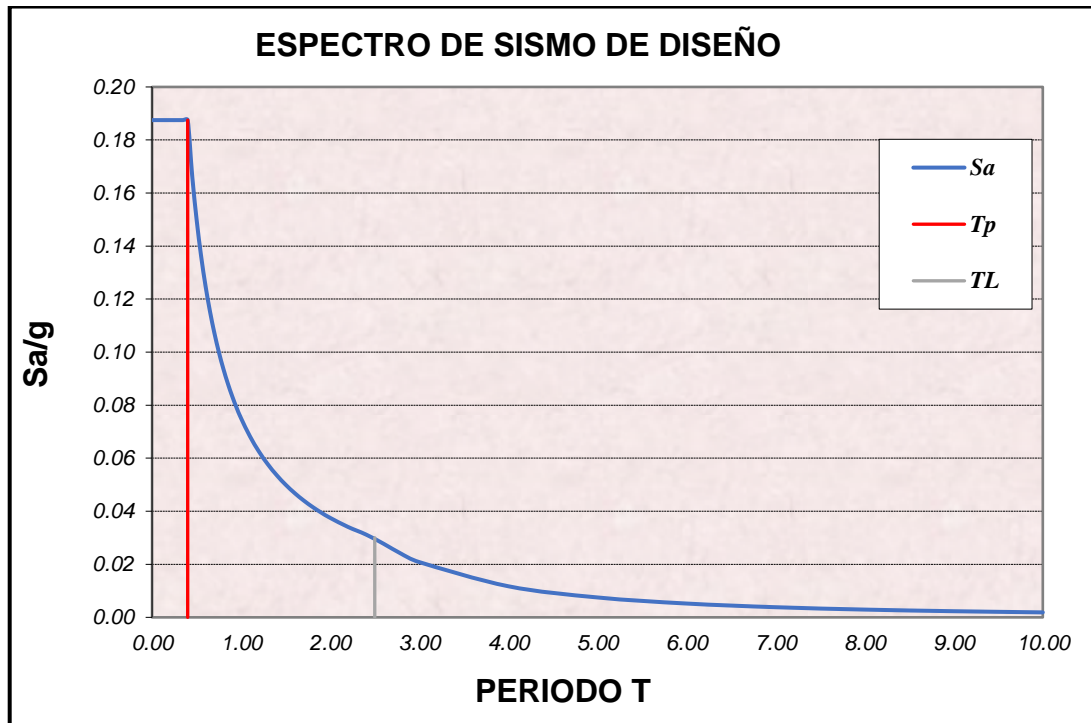
Fuente: ETABS

Interpretación:

En la tabla n.º 4 se muestran los periodos fundamentales finales para todos los niveles. Cada nivel cuenta con 3 modos (X, Y y Z), en este caso la vivienda es de 4 niveles más una cisterna, por lo cual presentan 15 modos. Los modos 1 y 2 son los modos en X y Y del primer nivel, donde se presenta mayor periodo. Estos, una vez realizado el análisis estructural de la vivienda se determinó que no superan, al periodo calculado (T) que fue de 0.371 seg.

Esto indica que la estructura es más rígida, ya que el periodo o tiempo de vibración es menor que el calculado.

GRÁFICO N° 22
ESPECTRO DE PSEUDO ACELERACIÓN



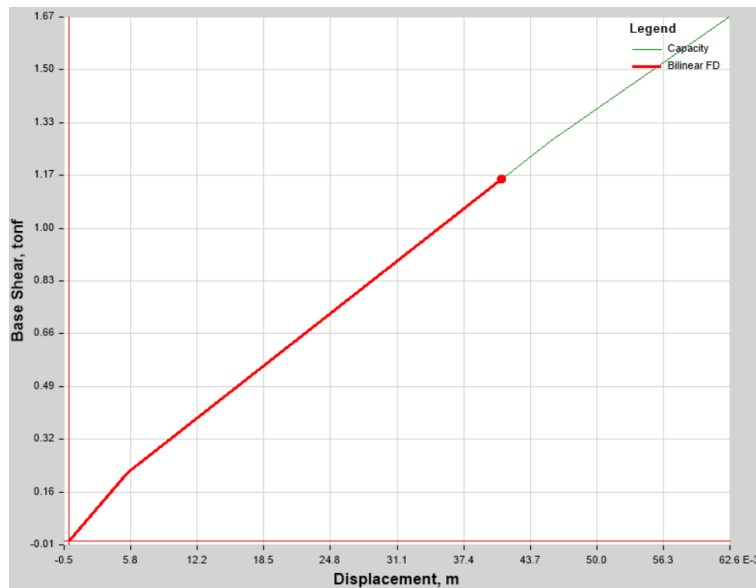
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el gráfico n.º 22, se muestra la curva de aceleración espectral (sa/g) de la edificación, donde se muestra que el valor máximo 0.1875 m/s^2 . Dicha curva son los valores del $\frac{ZUCS}{R} Xg$. Los valores de T son valores asignados a criterio, que puede ser como mínimo 0. Por otro lado, los valores de TP y TL son valores que dependen del perfil del suelo.

GRÁFICO N° 23

CURVA DE CAPACIDAD DE CARGA EN EJE X



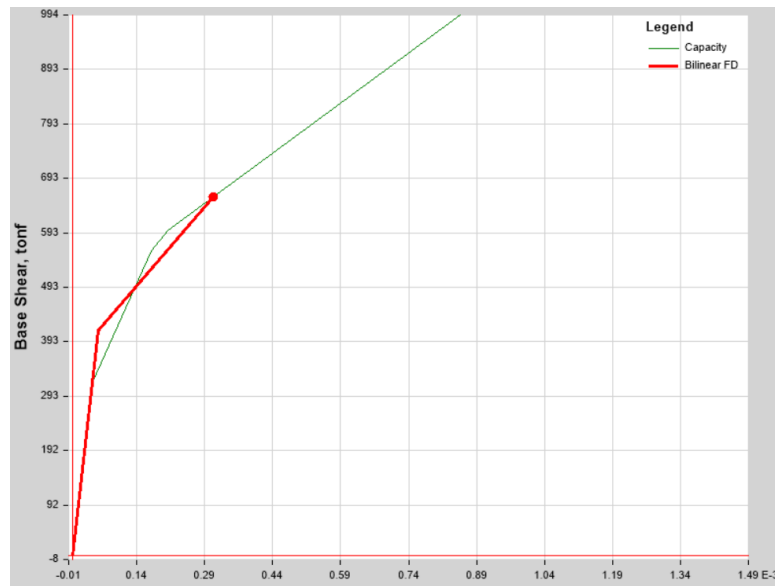
Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 23 se puede observar la curva de capacidad obtenida mediante un análisis estático no lineal, el objetivo de realizar este análisis es determinar la capacidad de la estructura para absorber cargas laterales. Como se observa, el gráfico se obtiene al relacionar la fuerza cortante y el desplazamiento. El valor máximo de desplazamiento para el Eje "X" es 0.29m, y una cortante de 6835Tn. Esto indica que al presentarse desplazamiento de 0.29 la estructura estaría alcanzando su capacidad última de carga.

GRÁFICO N° 24

CURVA DE CAPACIDAD DE CARGA EN EJE Y



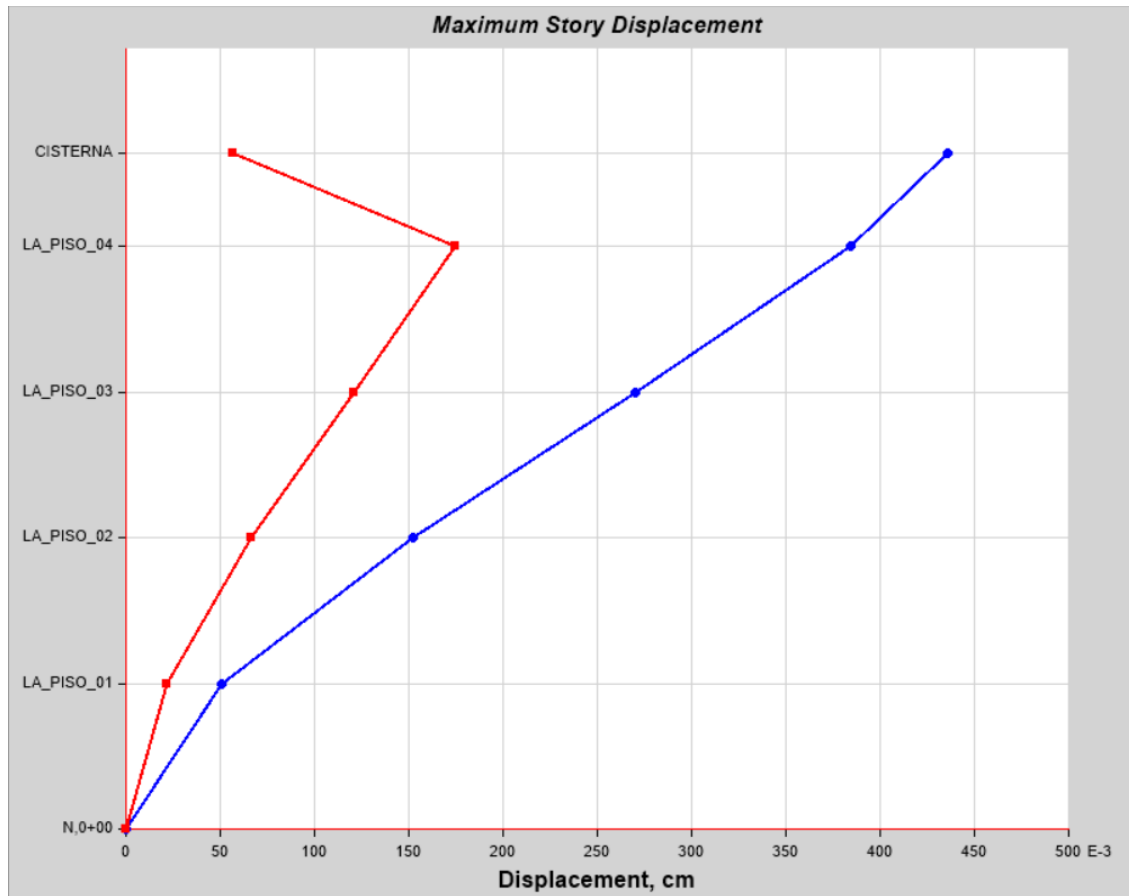
Interpretación:

En el gráfico se aprecia que la curva de capacidad de carga en el eje "Y". Al igual que el eje "X" al realizar el análisis se obtiene un desplazamiento máximo de 0.29m y este desplazamiento máximo se obtiene cuando se aplica una fuerza cortante de 175259Tn.

4.3. Determinar los desplazamientos y las derivas máximas:

GRÁFICO N° 25

DESPLAZAMIENTO MÁXIMO EN EL EJE X



Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 25 se muestra el máximo desplazamiento por sismo en el eje X, donde se puede ver que la línea azul que representa los valores del eje X y la línea roja que representan a los valores de Y. Como se observa el máximo desplazamiento se da en el piso de la cisterna, en el eje X y su valor es de 0.44 cm.

También si revisó el desplazamiento obtenido no supera al máximo desplazamiento relativo de entrepiso:

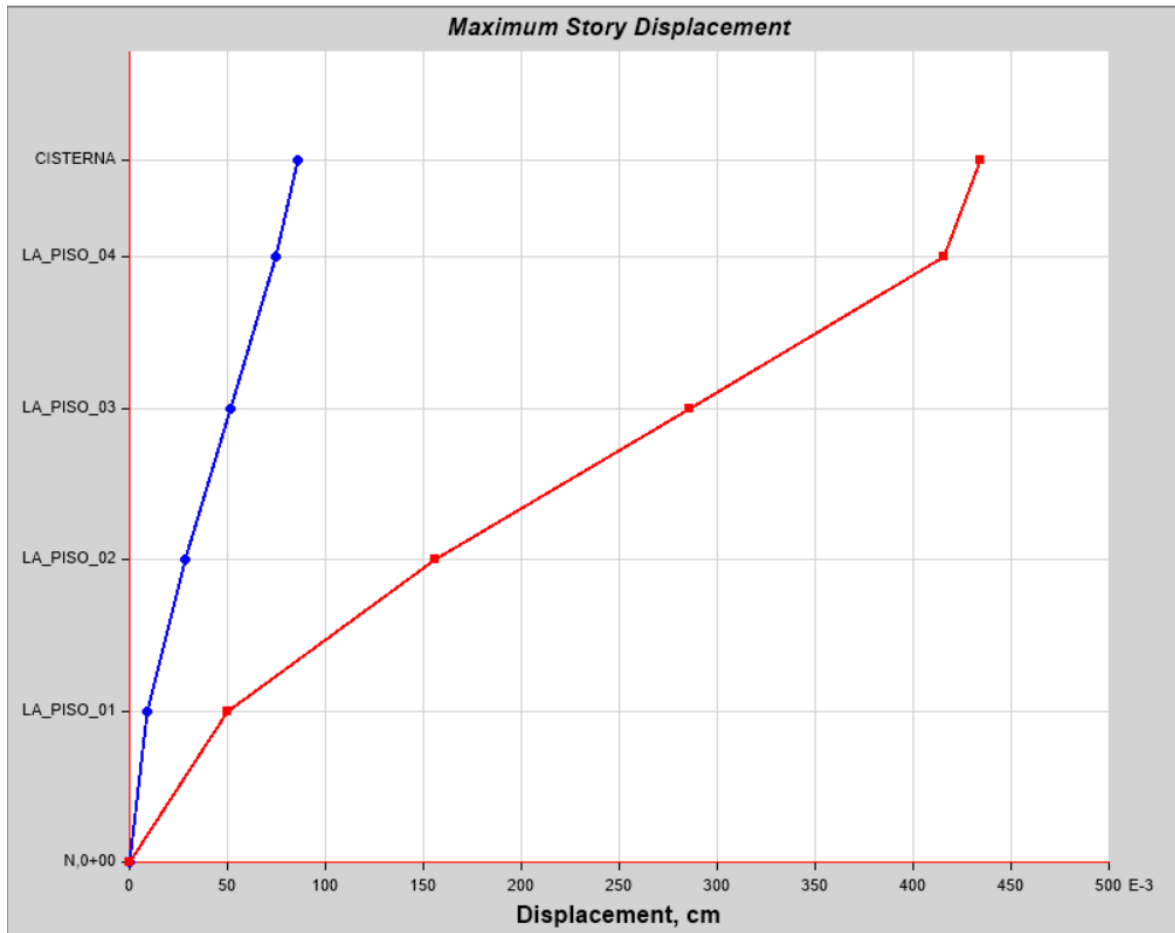
$$0.75R * Alt. Entrep.* Máx. Deriva \leq 0.007 * Alt. Entrepiso$$

$$0.75(6)(280)(0.000423) \leq 0.007(280)$$

$$0.53cm \leq 1.96cm$$

Como se puede ver si cumple el máximo desplazamiento relativo.

GRÁFICO N° 26
DESPLAZAMIENTO MÁXIMO EN EL EJE Y



Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 26 se muestra el gráfico del máximo desplazamiento por sismo en el eje Y, donde se observa que el máximo desplazamiento se da en el eje Y y su valor es de 0.43 cm.

También se debe revisar si el desplazamiento obtenido no supera al máximo desplazamiento relativo de entrepiso:

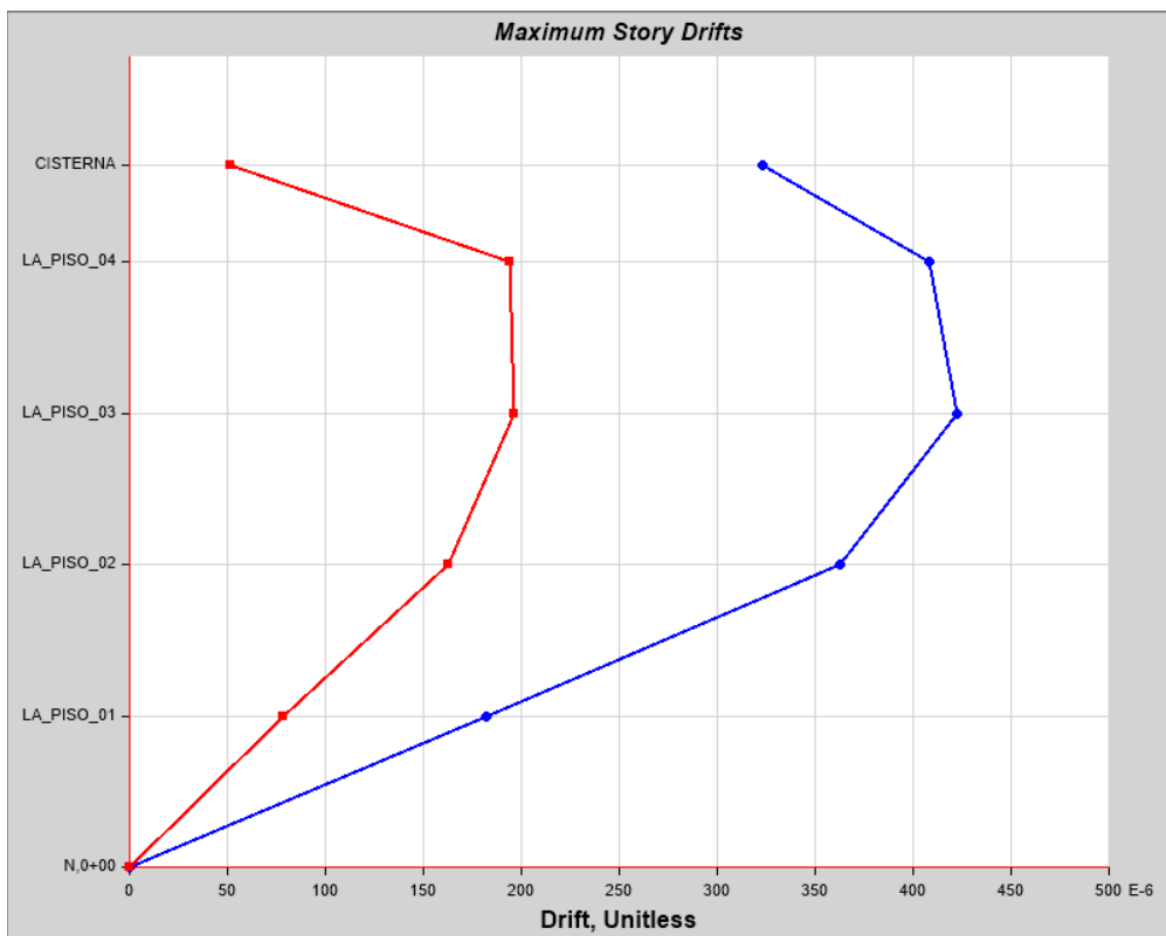
$$0.75R * Alt. Entrep. * Máx. Deriva \leq 0.007 * Alt. Entrepiso$$

$$0.75(6)(280)(0.000467) \leq 0.007(280)$$

$$0.59cm \leq 1.96cm$$

Como se puede ver si cumple el máximo desplazamiento relativo.

GRÁFICO N° 27
MÁXIMA DERIVA EN EL EJE X



Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 27 se muestra el gráfico de la máxima deriva en el eje X, donde se observa que se da en el eje X y su valor es 0.000423.

También se debe revisar si la deriva obtenida no supera a la máxima de piso en la dirección X, el cual no debe superar a 0.007 por ser el límite de distorsión para concreto armado:

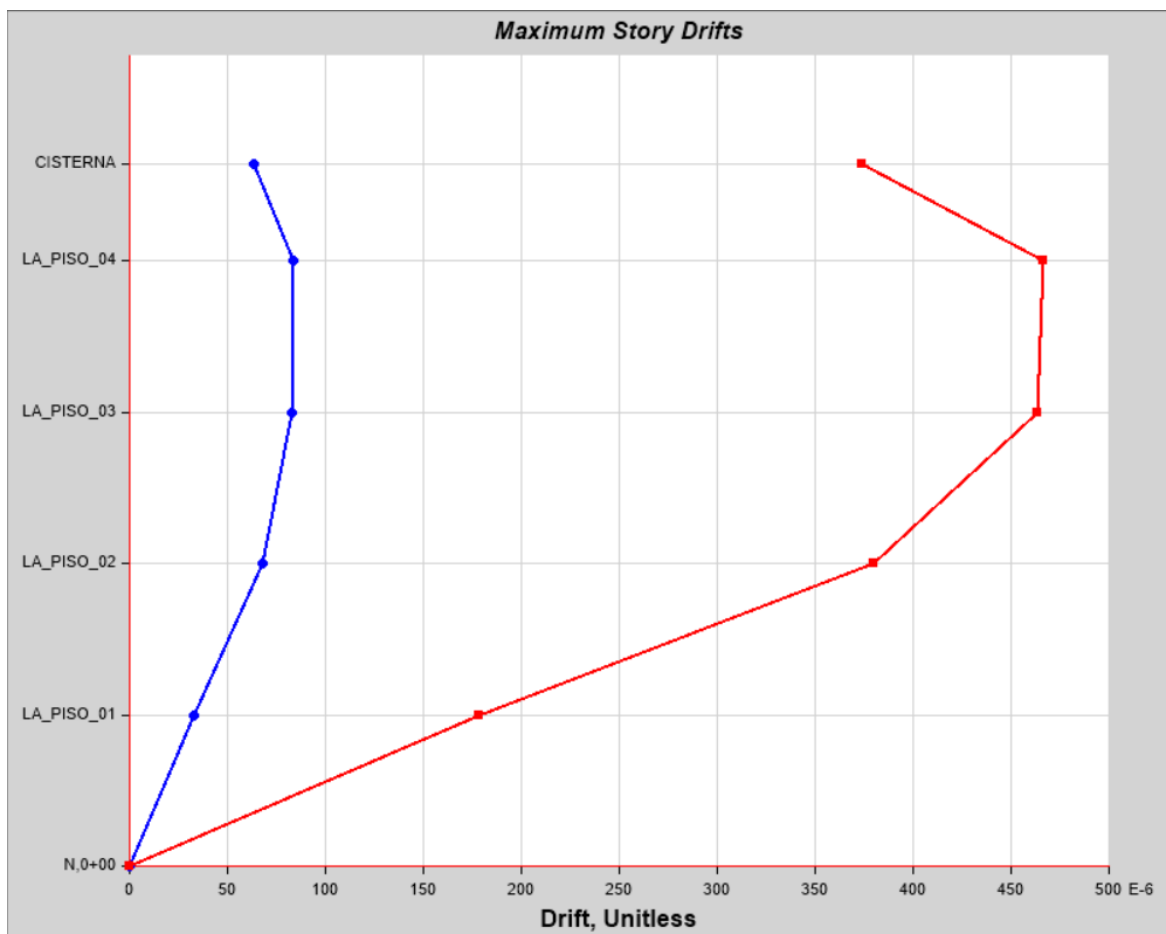
$$0.75R * \text{Máx. Deriva} \leq 0.007$$

$$0.75(6)(0.000423) \leq 0.007$$

$$0.0019 \leq 0.007$$

Como se puede ver si cumple al ser menor que el límite.

GRÁFICO N° 28
MÁXIMA DERIVA EN EL EJE Y



Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 28 se muestra el gráfico de la máxima deriva en el eje Y, donde se observa que se da en el eje Y y su valor es 0.000467.

De igual modo se revisa si la deriva obtenida no supera a la máxima de piso en la dirección Y, el cual no debe superar a 0.007 por también ser el límite de distorsión para concreto armado:

$$0.75R * \text{Máx. Deriva} \leq 0.007$$

$$0.75(6)(0.000467) \leq 0.007$$

$$0.0021 \leq 0.007$$

Como se puede ver si cumple al ser menor que el límite.

4.4. Determinar las dimensiones finales y cuantía de acero:

**TABLA N° 5
DIMENSIONES FINALES**

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL	SECCIÓN		
		ANCHO	LARGO	ALTO
COLUMNAS	TODAS	40 cm	40 cm	-
VIGA	PRINCIPAL	35 cm	-	35 cm
	SECUNDARIA	25 cm	-	20 cm
LOSAS	LOSA ALIGERADA	20 cm	-	-
	CISTERNA	15 cm	-	-
PLACAS	PLACAS	30 cm	Variable	-
	ELEMENTOS DE BORDE	30 cm	35 cm	-

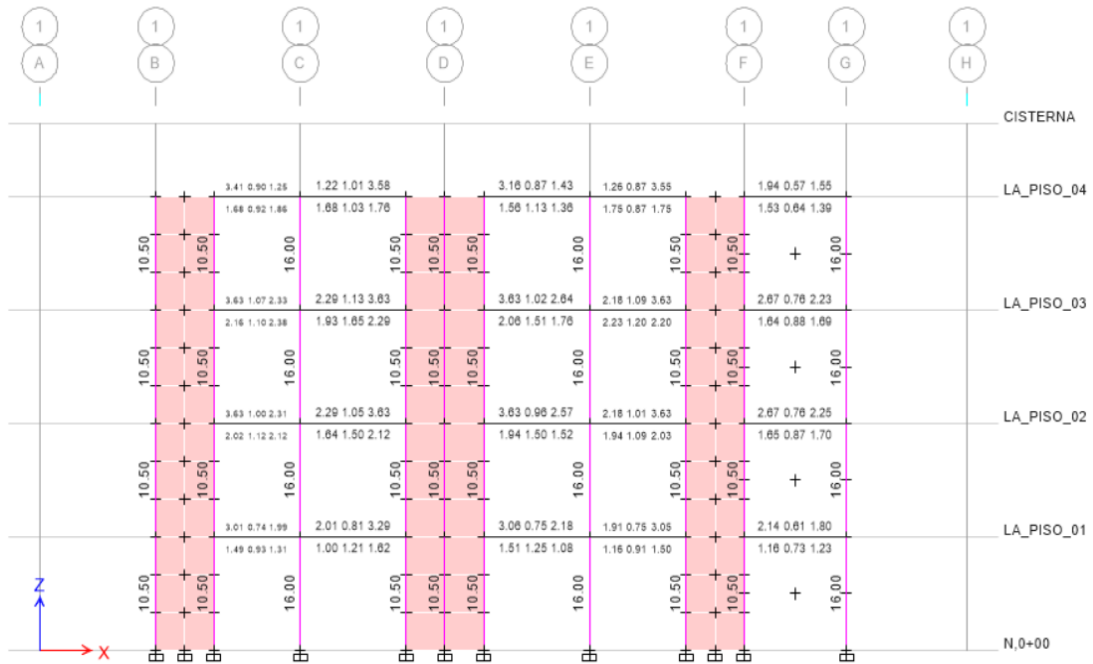
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En la tabla n.º 5 se muestran las dimensiones finales que tendrá la edificación, luego de haber sido realizado el análisis. En la tabla se aprecian las dimensiones de las columnas cambiaron y ahora todas son de una misma sección, de 40x40 cm. De igual modo, las vigas principales cambiaron a una sección de 35x35 cm, mientras que las secundarias no cambiaron. Por otro lado, las dimensiones de las losas de la losa aligerada de los 4 pisos y de la losa maciza donde se apoyará una cisterna no cambiaron respecto al modelamiento inicial.

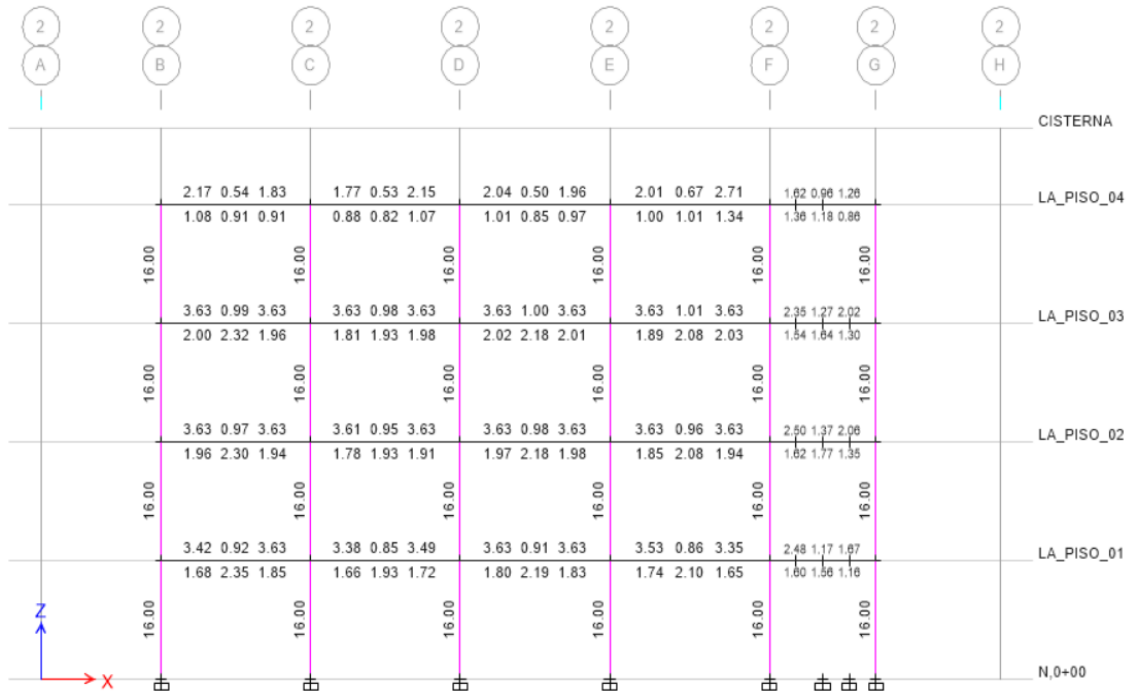
Finalmente se tiene placas, las cuales no fueron pre dimensionadas, solo se eligió el ancho mínimo que es 15 cm pero luego de realizarse el análisis se determinó que el espesor aumentaría a 30 cm. También mediante el análisis se determinó que deben incluirse elementos de borde los cuales tendrán dimensiones de 30x35 cm.

GRÁFICO N° 29
ELEVACIÓN CORTE 1-1



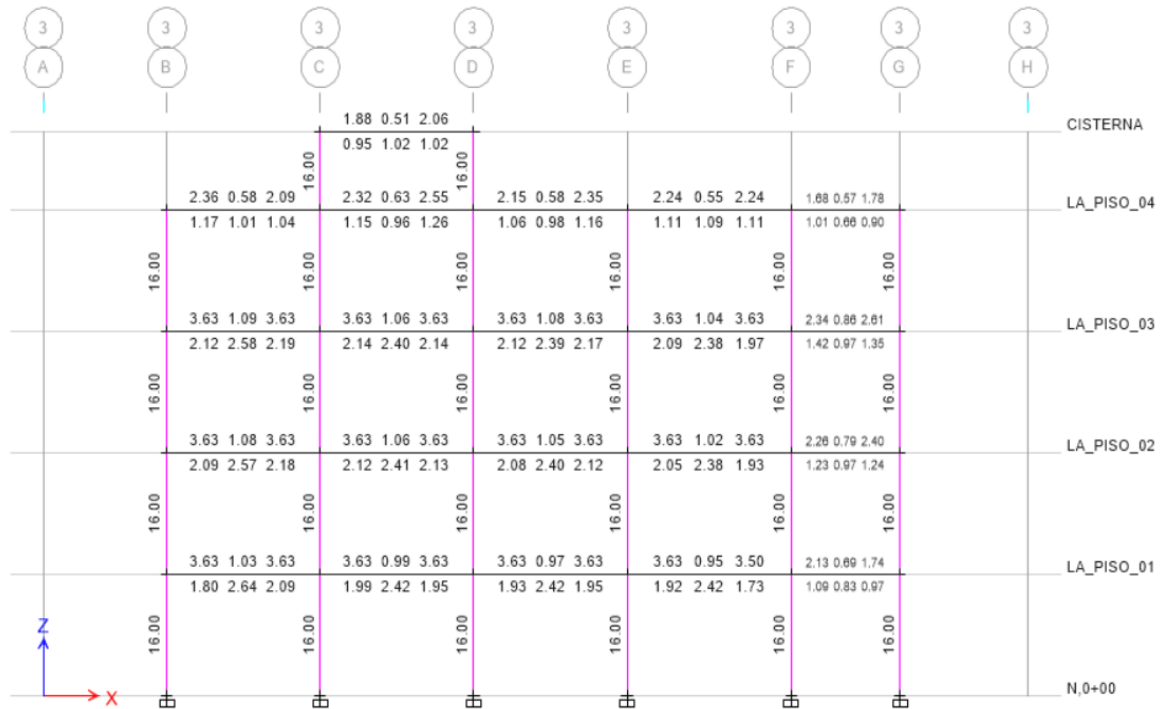
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 30
ELEVACIÓN CORTE 2-2



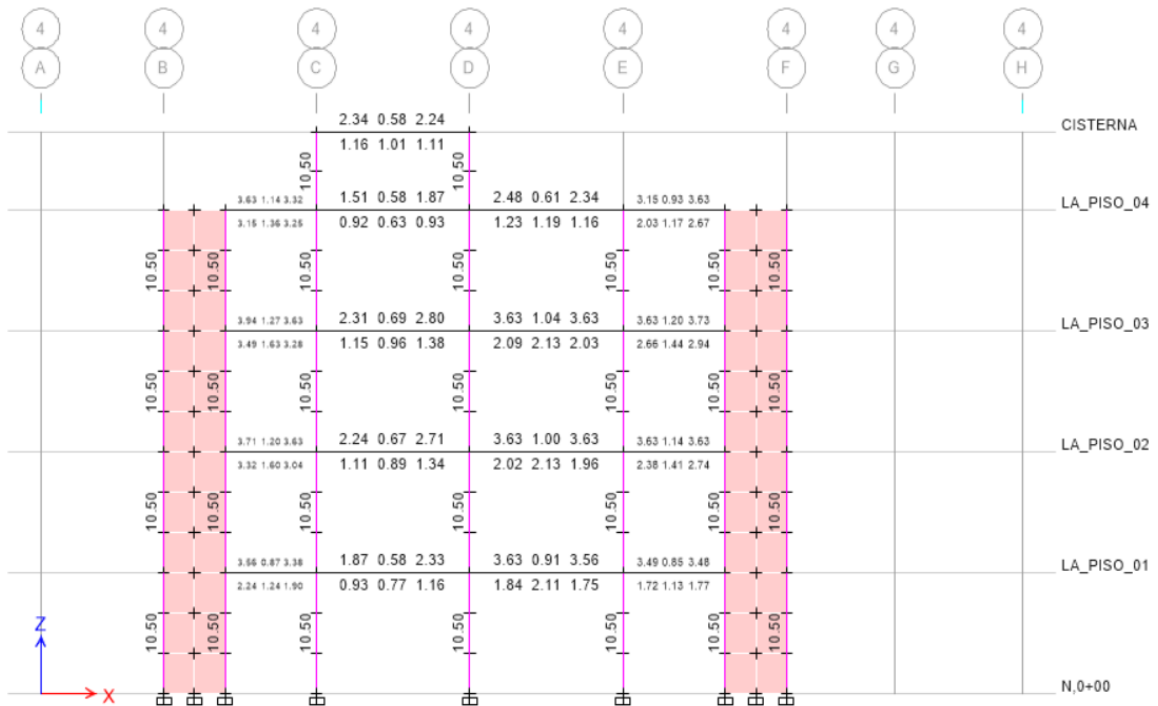
Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 31
ELEVACIÓN CORTE 3-3



Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 32
ELEVACIÓN CORTE 4-4

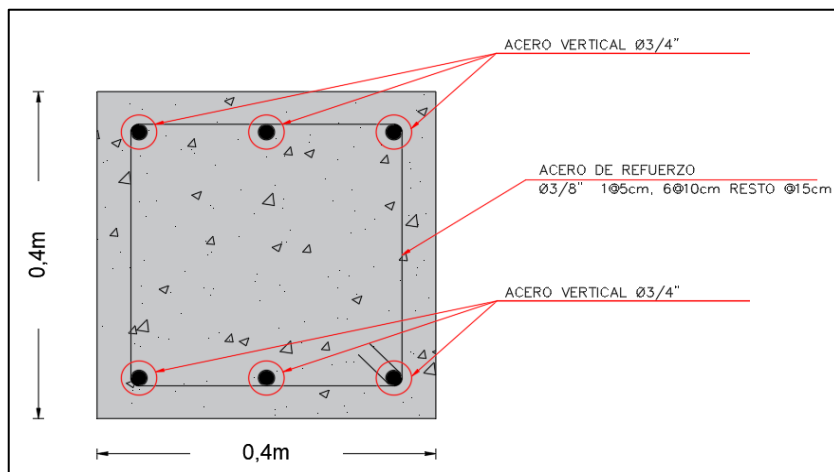


Fuente: ETABS

Interpretación:

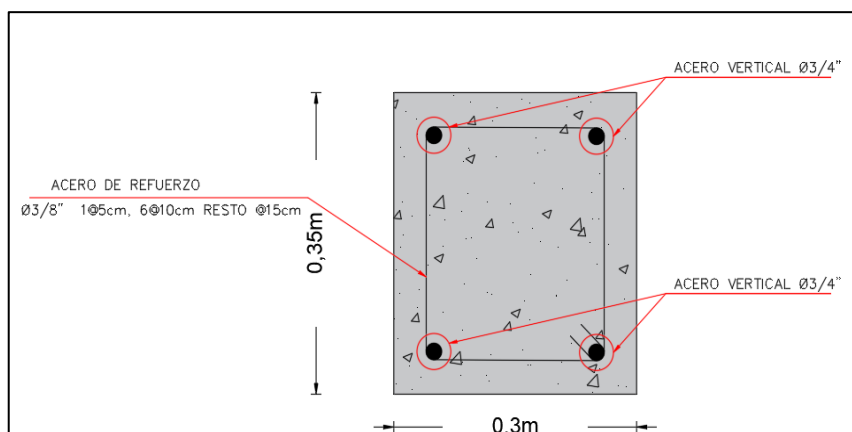
En los gráficos n.º 29, 30, 31 y 32, se observa las elevaciones de los ejes de la edificación, en donde las líneas verticales representan las columnas y miembros de bordes. Estos se muestran con su área de acero los cuales son de 16.00 cm² para las columnas, que son de 40x40 cm, y para los miembros de borde un área de 10.50 cm². Para las columnas se eligió 6 varillas de 3/4", ya que con esto se obtiene 17.10 cm² superando al área de acero requerida. Por otro lado, para los elementos de borde se usó de 4 varillas de 3/4", obteniendo 11.40 cm² siendo mayor al área requerida.

GRÁFICO N° 33
SECCIÓN DE COLUMNA



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO N° 34
SECCIÓN DE MIEMBRO DE BORDE



Fuente: Elaboración Propia

También se revisó la cuantía requerida para los estribos de la columna:

GRÁFICO N° 35 CUANTÍA DE ESTRIBOS EN COLUMNAS



Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 35, se aprecia la cuantía requerida para el acero en los estribos de columnas. La cuantía requerida es de 0.0648 cm^2 , la normativa E.060 indica que cuando el diámetro del acero longitudinal oscila entre 5/8" y 1" de diámetro el acero en estribos es de 3/8" de diámetro. El diámetro del acero longitudinal es de 3/4" por ende, para los estribos se utilizó barras de 3/8". Por otro lado, para la longitud de confinamiento, la misma normativa indica que se deben de conocer 3 valores. Estos valores son una sexta parte de la luz libre del elemento, el lado mayor de la sección transversal de la columna y 500mm. Además, indica que dicha longitud no será menor que el mayor valor que toman estas condicionantes. Utilizando estos parámetros se obtuvo que en el caso de columnas la longitud de confinamientos será de 0.67m.

Para la separación de estribos dentro de la zona de confinamiento, la normativa dice que la separación no será menor que el valor que toman se obtiene de calcular ocho veces el diámetro de la barra longitudinal, la mitad

del lado menor de la sección transversal de la columna y 100mm. Realizando estos cálculos se obtuvo que la separación de estribos en la zona de confinamiento será de 10 cm.

En el caso de la separación de estribos fuera de la longitud de confinamiento, la separación no debe ser mayor que 16 veces el diámetro de la barra del acero longitudinal, 48 veces el diámetro de la barra a usar en los estribos o la mitad del valor que toma "d". Realizando los cálculos se obtuvo que la separación entre estribos fuera de la zona de confinamiento será de 15cm.

GRÁFICO N° 36
CUANTÍA DE ESTRIBOS EN MIEMBROS DE BORDE



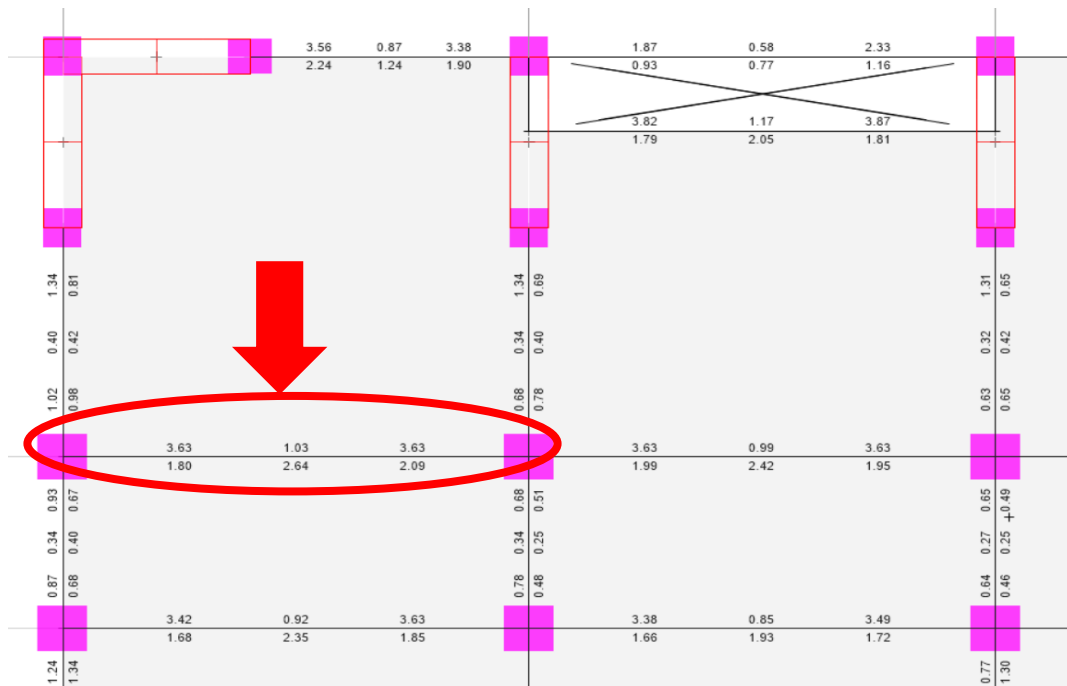
Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 36 se aprecia la cuantía que requieren los miembros de borde y es de 0.0388 cm². Al igual que en las columnas se tienen barras longitudinales de 3/4", por ello para el refuerzo se usaron barras de 3/8".

Para la longitud de confinamiento, espaciamento dentro y fuera de la zona de confinamiento se usaron los mismos criterios usados para las columnas. La longitud de confinamiento es de 0.50 m. La separación entre estribos dentro de la zona de confinamiento fue de 0.10 m y la separación fuera de la zona de confinamiento también será de 0.10 m.

GRÁFICO N° 37 CUANTÍA REQUERIDA EN VIGAS PRINCIPALES



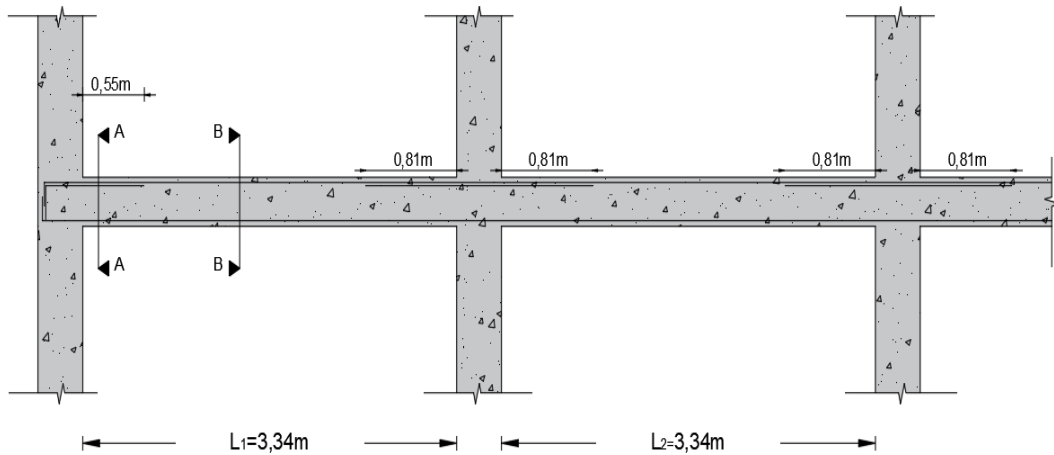
Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 37 se muestra un corte de la vista en planta de la edificación del primer nivel, en donde se escogió las cuantías más críticas requeridas para las vigas principales en los 4 niveles, las cuales se muestran resaltadas. Los números de los extremos superiores (3.63) hacen referencia al acero de los extremos superiores, que tendrán un corte a cierta distancia. Por otro lado, el número central superior (1.03) indica el área del acero superior continuo que irá a lo largo de la viga. Finalmente, de los 3 números inferiores se tomará el más crítico (2.64), que será el área del acero que también irá a lo largo de toda la viga, pero en la parte inferior.

GRÁFICO N° 38

SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA VIGA PRINCIPAL



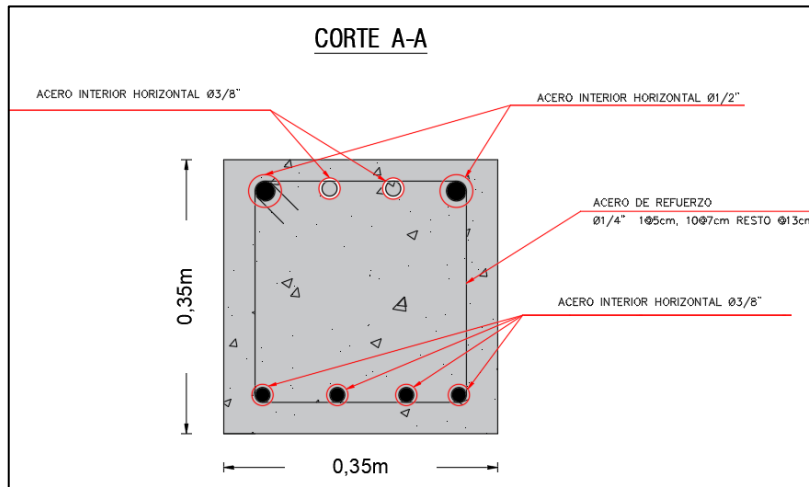
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el gráfico n.º 38 se muestra el detalle de las vigas de la edificación con las medidas del acero de refuerzo, que puede ser positivo (parte inferior) y negativo (parte superior). Este acero se coloca en la parte superior en los apoyos y en la parte inferior de la parte media. En este caso, según el análisis se determinó que no necesitará de refuerzo inferior. En dicho gráfico se muestran las medidas de estos refuerzos, los cuales para los que están ubicados en los extremos de la edificación, la medida desde el borde de la columna será $0,164 \times L$, es decir $0,55\text{ m}$ para esta edificación, a esto se le suma el ancho de la columna y se le resta el recubrimiento; mientras que para las que están ubicadas en el centro de la edificación, su medida será de $0,24 \times L$, es decir $0,81\text{ m}$ y también se le suma el ancho de la columna.

GRÁFICO N° 39

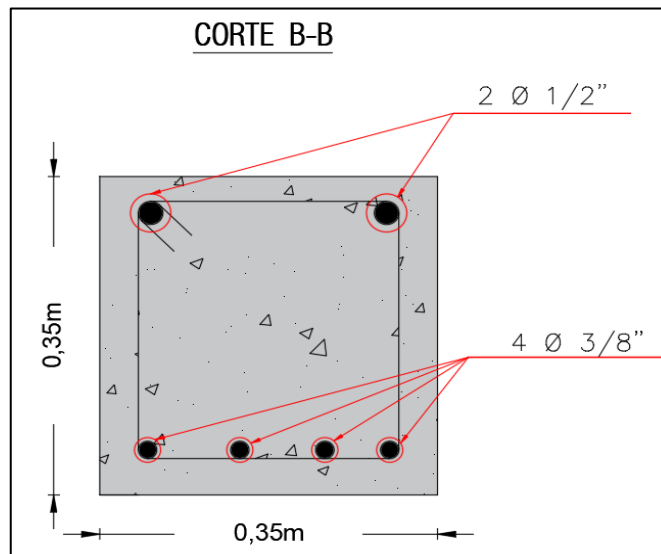
CORTE TRANSVERSAL DE VIGA PRINCIPAL A-A



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO N° 40

CORTE TRANSVERSAL DE VIGA PRINCIPAL B-B



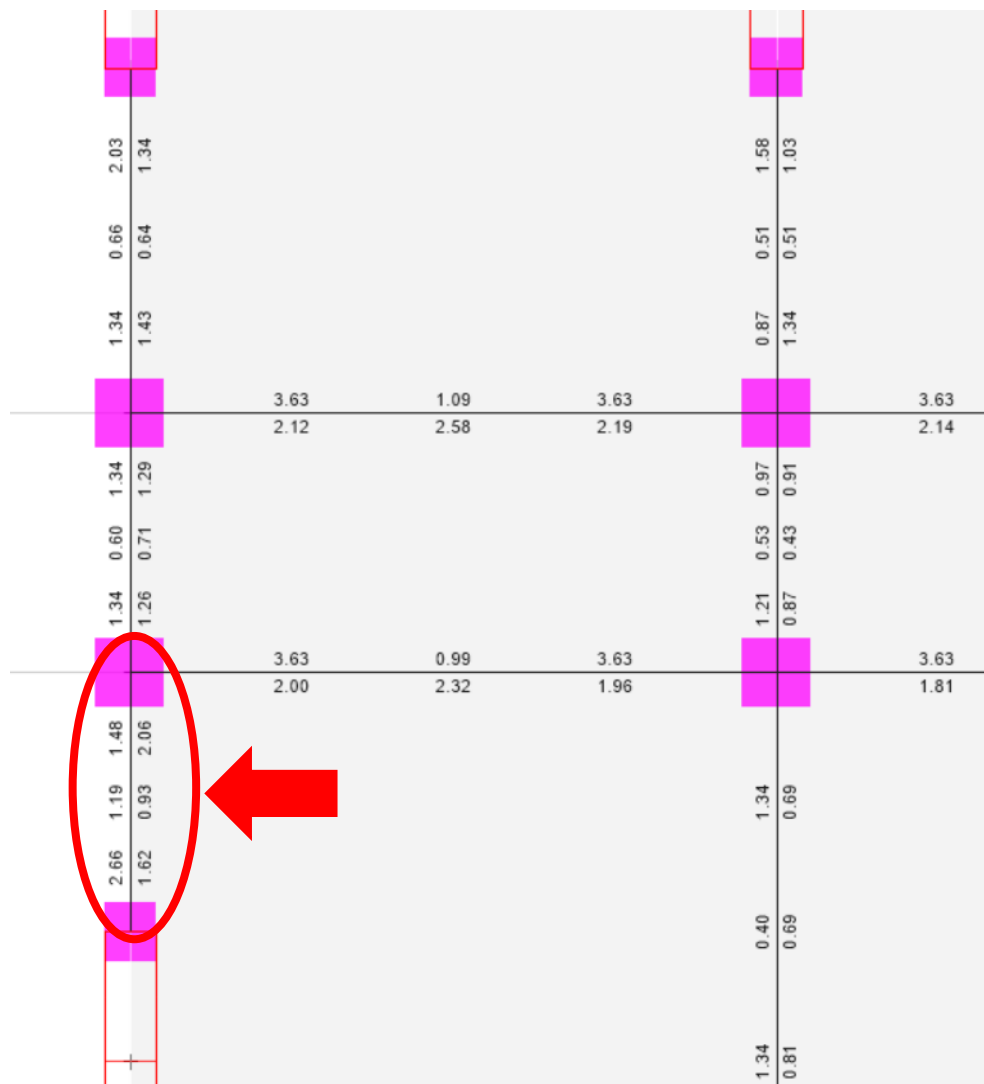
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En los gráficos n.º 39 y 40 se muestran los cortes del gráfico n.º 38, el cual se muestra las barras de acero a utilizar y la cantidad de ellas. Estas cantidades y diámetros fueron seleccionadas según el análisis que se muestra en el gráfico n.º 37, aquí se explicó que el área de acero requerida para el extremo superior es 3.63 cm² y si observamos en el corte A-A que se muestra en el gráfico n.º 39, se observa que el acero determinado serán 2

varillas de 3/8" más 2 de 1/2", esto da un área de 3.96 cm², este supera al acero requerido. El gráfico n.º 37 también muestra que, para el acero de la parte central, su área requerida es de 1.03 cm², y como se muestra en el corte B-B se utilizará 2 varillas de 1/2", dando un área de 2.54 cm² la cual supera al área requerida. Estas varillas también pasan por el corte A-A ya que irán continuas a lo largo de la viga. Finalmente, para el acero inferior, decía que el área requerida será de 2.64 cm² y como se muestran en los cortes A-A y B-B, se utilizarán 4 varillas de 3/8", dando un área de 2.84 cm², siendo mayor al requerido.

GRÁFICO N° 41
CUANTÍA REQUERIDA EN VIGAS SECUNDARIAS



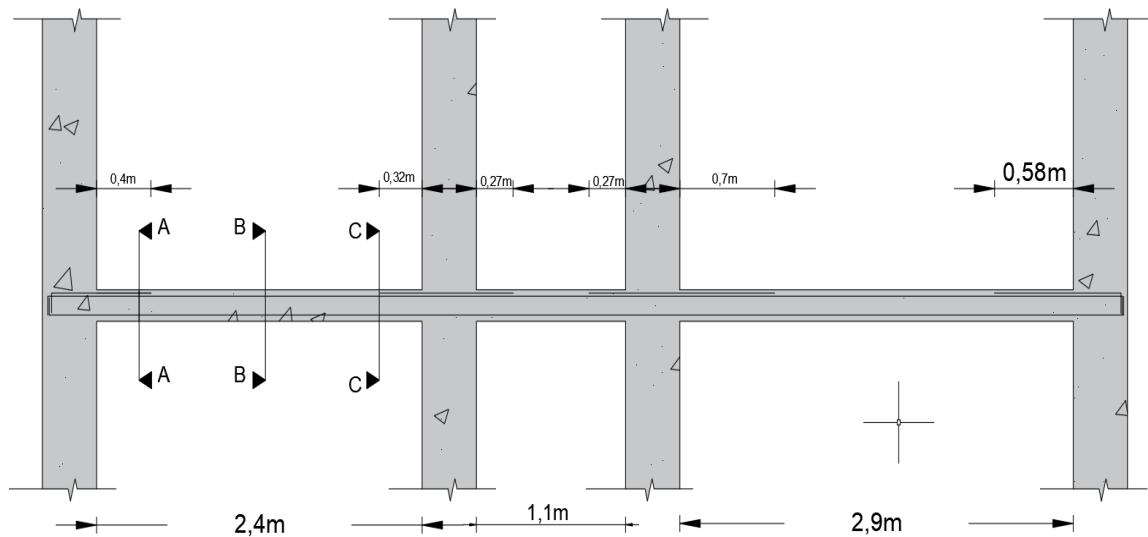
Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 41 se muestra un corte de la vista en planta de la edificación del tercer nivel, también se escogió las cuantías más críticas requeridas para las vigas secundarias en los 4 niveles.

La interpretación será la misma que la del gráfico n.º 37, la cuantía requerida será de 2.66 cm^2 para el extremo superior izquierdo y 1.48 cm^2 para el extremo superior derecho, para el acero continuo superior 1.19 . Finalmente, para el acero continuo inferior será 2.06 cm^2 .

GRÁFICO N° 42
SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA VIGA SECUNDARIA



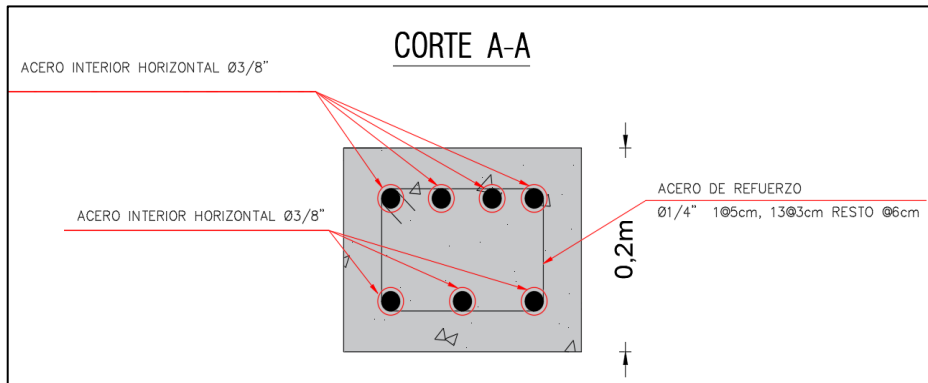
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el gráfico n.º 42 se muestra el detalle de las vigas de la edificación con las medidas del acero de refuerzo. La interpretación de esta será la misma que para el gráfico n.º 38, en donde se explica que el refuerzo en los extremos de la edificación, su medida será $0.164xL$ desde el borde de la columna, mientras que para las que están ubicadas en el centro de la edificación, su medida será de $0.24xL$.

GRÁFICO N° 43

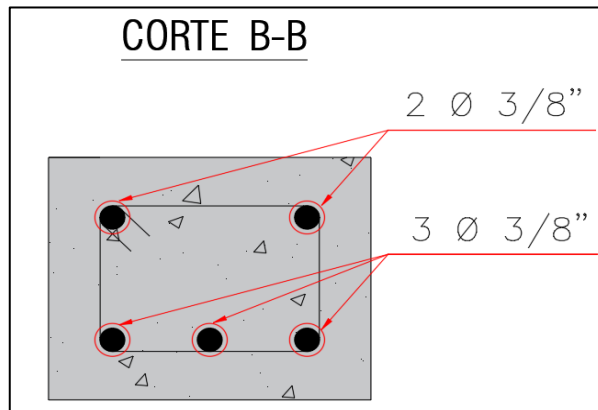
CORTE TRANSVERSAL DE VIGA SECUNDARIA A-A



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO N° 44

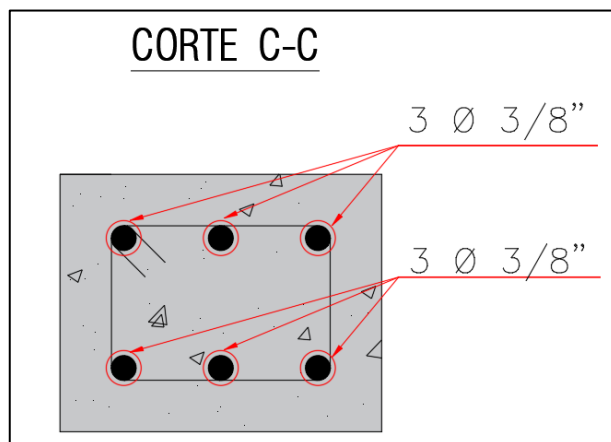
CORTE TRANSVERSAL DE VIGA SECUNDARIA B-B



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO N° 45

CORTE TRANSVERSAL DE VIGA SECUNDARIA C-C



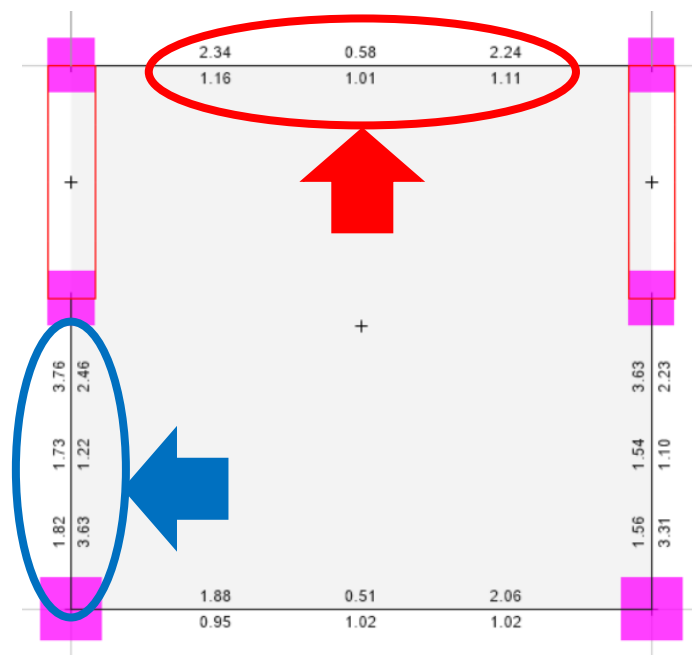
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En los gráficos n.º 43, 44 y 45 se muestran los cortes del gráfico n.º 42, el cual se muestra las barras de acero a utilizar y la cantidad de ellas. En el gráfico n.º 41 se muestra que el área requerida para el acero del extremo superior izquierdo será de 2.66 cm^2 y como se muestra en el corte A-A de la viga secundaria, se optó por utilizar 4 varillas de $3/8''$ la cual da un área de 2.84 cm^2 , este supera al requerido. Para el acero superior del extremo derecho, el acero requerido según el análisis es de 1.48 cm^2 y según el corte C-C se utilizará 3 varillas de $3/8''$, dando un área de acero de 2.13 cm^2 . El acero requerido en la parte superior es 1.19 cm^2 y según el corte B-B se eligió 2 varillas de $3/8''$, que tiene un área de 1.42 cm^2 . Finalmente, para el acero continuo inferior pedía 2.06 cm^2 , siendo utilizado 3 varillas de $3/8''$ que tiene un área de 2.13 cm^2 .

GRÁFICO N° 46

VISTA EN PLANTA DE LA LOSA DE CISTERNA



Fuente: ETABS

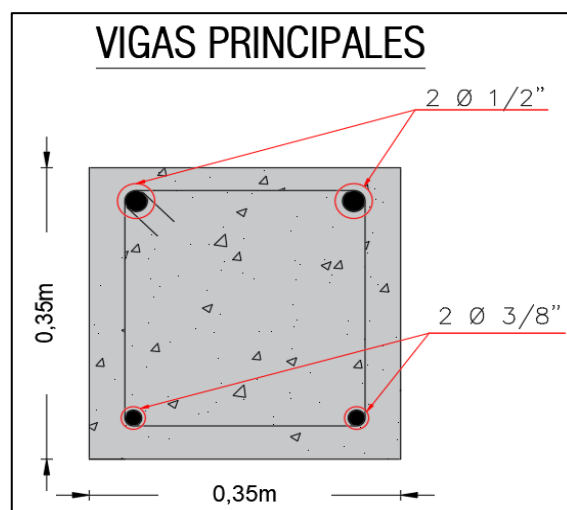
Interpretación:

En el gráfico n.º 46 se muestra el análisis de las vigas de la losa de la cisterna, las cuales se escogen a las de valores más críticos para su interpretación. Tendrán como vigas principales a las resaltadas en rojo y como vigas secundarias a las resaltadas con color azul. Para las vigas

principales, el software pide utilizar en los extremos superiores un área de acero requerida de 2.34 cm^2 y 0.58 cm^2 para la viga continua. En este caso se optó por 2 varillas continuas de $1/2''$ que irán a lo largo de la parte superior de la viga, las cuales superan a 2.34 cm^2 y 0.58 cm^2 . Para el acero inferior se opta por 2 varillas de $3/8''$ ya que supera a 1.16 cm^2 que es el valor más crítico de los valores inferiores de la viga. Mientras que para las vigas secundarias se opta por 2 varillas de $5/8''$ las cuales irán a lo largo de toda la viga y para la parte inferior se opta también por 2 varillas de $5/8''$.

GRÁFICO N° 47

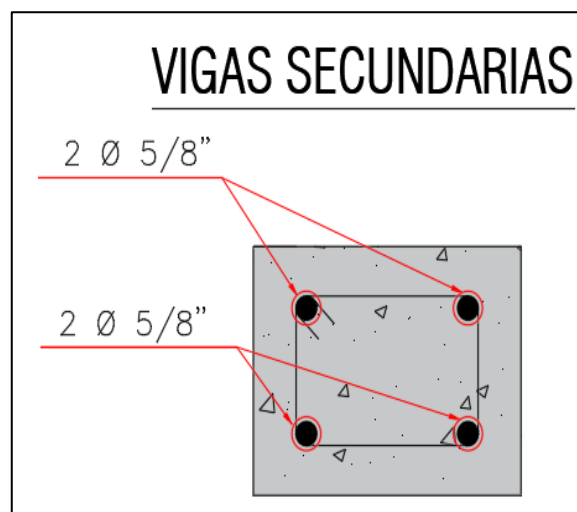
SECCIÓN DE VIGAS PRINCIPALES DE LOSA DE CISTERNA



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO N° 48

SECCIÓN DE VIGAS SECUNDARIAS DE LOSA DE CISTERNA

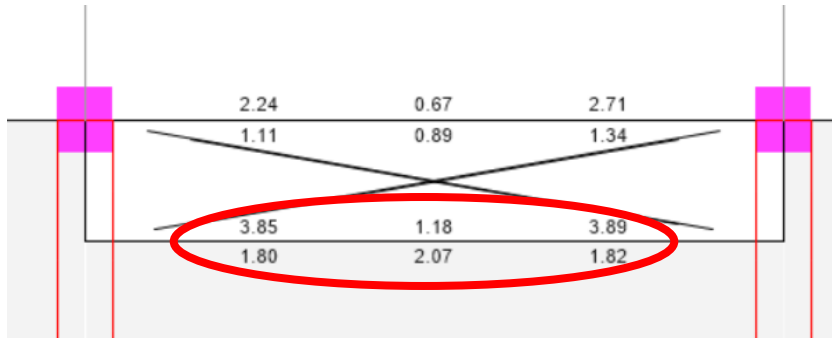


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En los gráficos n.º 47 y 48 se muestran las secciones de las vigas tanto principales como secundarias de la losa para la cisterna.

**GRÁFICO N° 49
PLANTA DE VIGA PARA DUCTO**

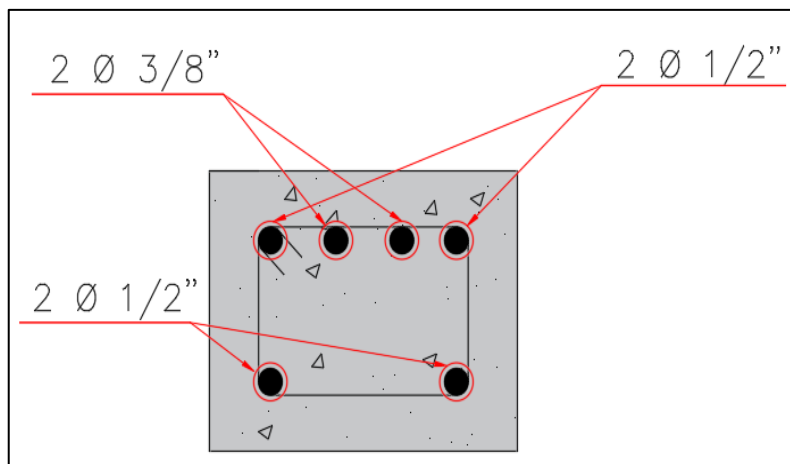


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el gráfico n.º 49 se muestra a la viga en el ducto del segundo nivel la cual está resaltada en rojo, se tomó la del segundo nivel ya que es la más crítica de todos los niveles. Como se muestra, el análisis indica que el área de acero requerido para la parte superior de los extremos debe de ser 3.89 cm², entonces se opta por 2 varillas de 1/2" mas 2 varillas de 3/8", el cual tiene un área de acero de 3.96 que supera al requerido. Para el acero inferior se escogió 2 varillas de 1/2" lo que da un área de 2.54 cm² siendo superior al requerido que es 2.07 cm².

**GRÁFICO N° 50
CORTE DE VIGA DE DUCTO**

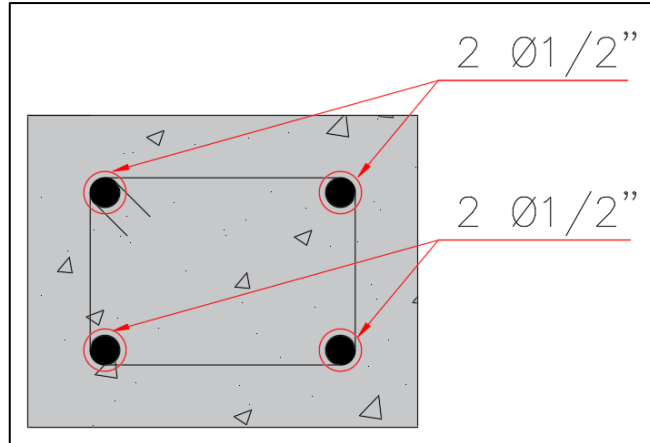


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el gráfico n.º 50 se muestra la sección de la viga del ducto en los extremos.

**GRÁFICO N° 51
CORTE DE VIGA DE DUCTO**



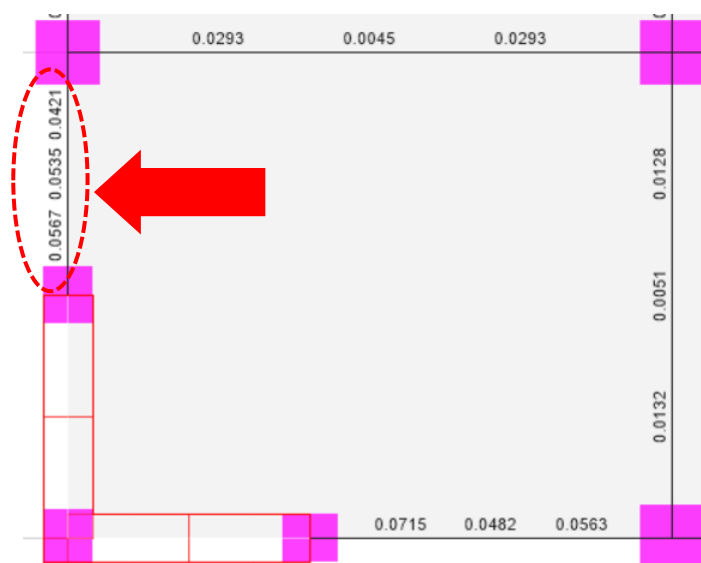
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el gráfico n.º 51 se muestra la sección de la viga del ducto en la parte central.

Luego para los estribos de las vigas se tuvo lo siguiente:

**GRÁFICO N° 52
CUANTÍA DE ESTRIBOS EN VIGAS**



Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 52 se observa que la cuantía requerida para las vigas secundarias. La cuantía requerida es de 0.0567cm^2 . La E.060 indica que cuando el diámetro del acero longitudinal es de máximo $5/8"$ de diámetro el acero en estribos es de mínimo 8mm de diámetro. El acero longitudinal en vigas secundarias es de $3/8"$ de diámetro, por ello para este proyecto se usarán estribos de $1/4"$ de diámetro. Para la longitud de confinamiento, espaciamiento dentro y fuera de la longitud de confinamiento se utilizaron los mismos criterios empleados en las vigas principales. En el caso de la longitud de confinamiento es de 0.4m .

Para el espaciamiento, se obtuvo que el valor mínimo es de 2.76 cm , redondeando se obtiene un espaciamiento de 3cm .

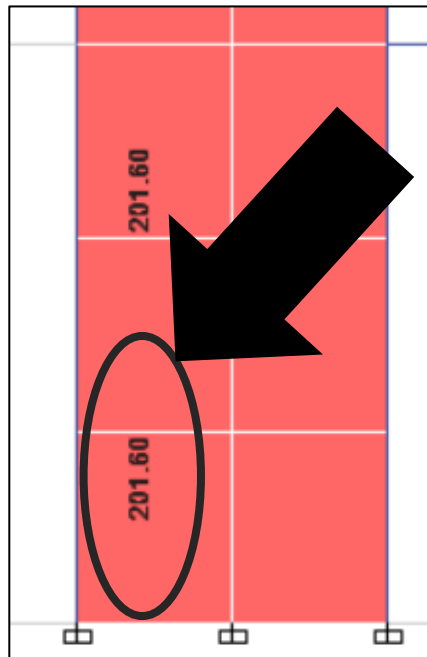
Por otro lado, para el espaciamiento fuera de la longitud de confinamiento, se tiene un espaciamiento de 5.52 cm , que, al redondearlo, se tiene 6 cm de espaciamiento.

GRÁFICO N° 53
ÁREA DE ACERO EN PLACAS



Fuente: ETABS

**GRÁFICO N° 54
ACERO PARA PLACAS**



Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 54 se muestra la cuantía de acero longitudinal. Como se puede observar la cuantía va decreciendo según va aumentando la altura. Para este proyecto se tomó la cuantía en el primer nivel por ser la más crítica, 201.60cm². Por ello para el acero longitudinal se usarán barras de 3/4" a cada 20cm.

A la cuantía escogida para las placas, se realizó la verificación por flexión, para revisar si cumple con los requerimientos mínimos:

**GRÁFICO N° 55
DISEÑO POR FLEXIÓN**

Flexural Design for P, M ₂ and M ₃					
Station	D/C	Flexural	P _u kgf	M _{u2} kgf-cm	M _{u3} kgf-cm
Top	0.241	ENVOL	25240.5	-7042563.29	-7137608
Bottom	0.428	ENVOL	32588.82	-12680694.44	-11724776.94

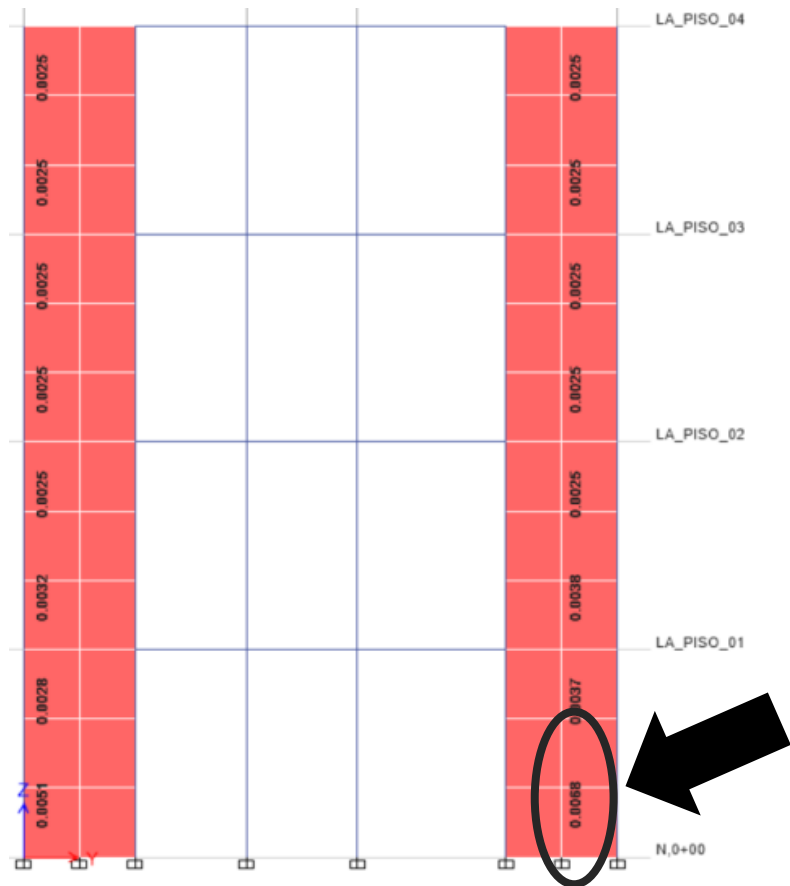
Fuente: ETABS

Interpretación

En el gráfico n.º 55 se observa la verificación por flexión, donde el valor de D/C no debe exceder a 1. Cual el valor de D/C, las placas presentan falla por flexión, por consiguiente, se debe aumentar la cuantía de acero y volver a realizar una verificación por flexión. Como se puede observar en el gráfico valor de D/C no exceden al 1, por ende, no existen fallas por flexión.

GRÁFICO N° 56

CUANTÍA DE REFUERZO EN PLACAS



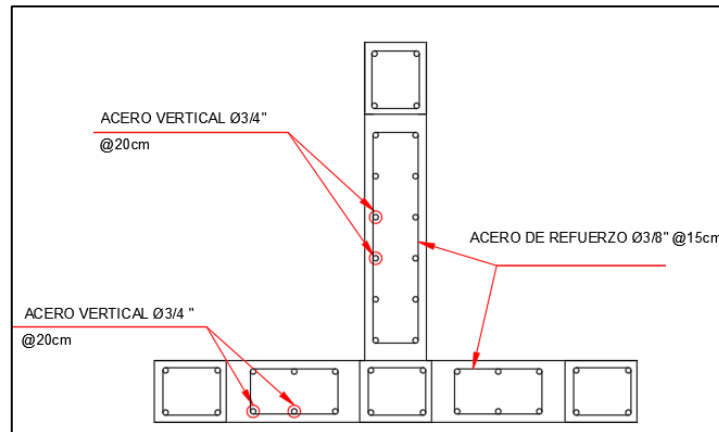
Fuente: ETABS

Interpretación

En el gráfico n.º 56 se puede observar la cuantía para el acero de refuerzo para las placas

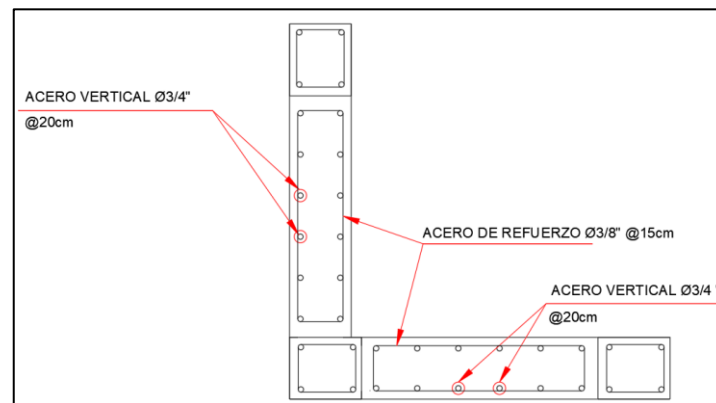
Para el acero de refuerzo se consideraron ganchos. El diámetro de las barras será de 3/8" de diámetro, con un espaciamiento constante de 25cm.

GRÁFICO N° 57
DETALLE DE PLACA 1



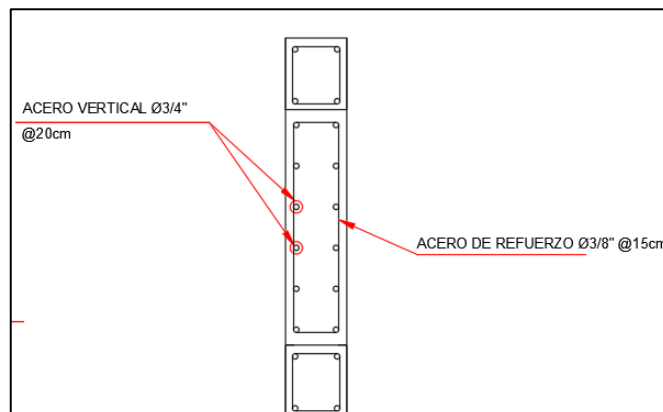
Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO N° 58
DETALLE DE PLACA 2



Fuente: ETABS

GRÁFICO N° 59
DETALLE DE PLACA 3

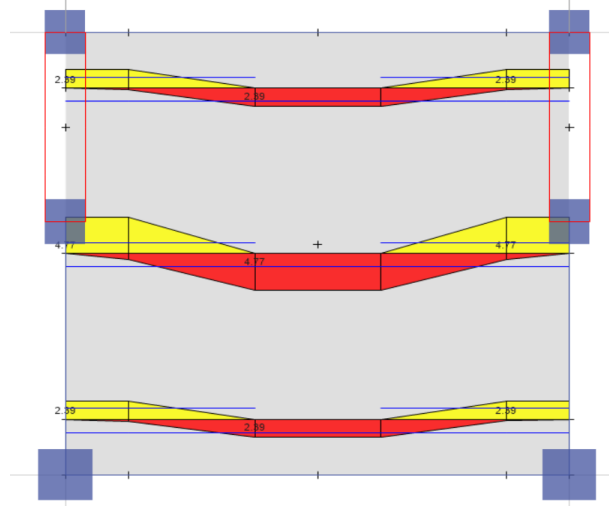


Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 63 se muestra el área utilizada para las viguetas que se encuentran entre los ejes 2-2, 3-3. Aquí se muestra que las varillas por las que se optó fueron las de 3/8" ya que superan a las áreas de acero requeridas.

GRÁFICO N° 64 ÁREA DE ACERO PARA LOSA MACIZA EN EL EJE X

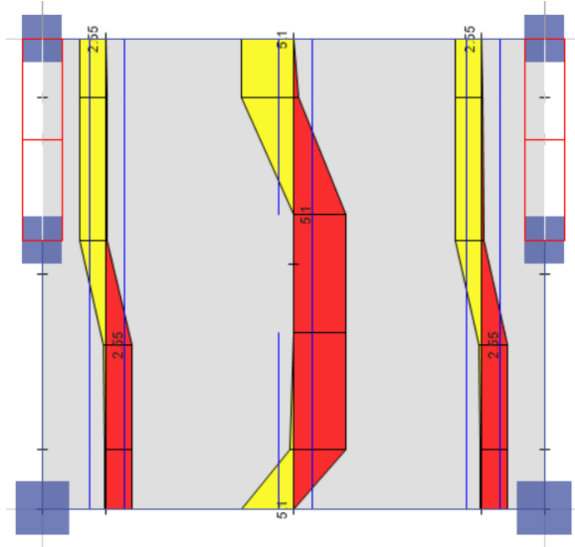


Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 64, se muestra el acero requerido en losas macizas en la dirección X. El diagrama inferior y superior muestra el área requerida para esas franjas (L/4) y el diagrama del centro muestra el área de acero que irá en la zona media (L/2). También se muestra el detalle del acero en dichas franjas que muestra que habrá un corte en el acero superior y que el acero inferior será continuo. El área del acero requerido para las franjas de los extremos será de 2.39 cm² y para la parte central el área de acero será de 4.77 cm², habiéndose optado por varillas de 3/8" a cada 20 cm.

GRÁFICO N° 65
ÁREA DE ACERO PARA LOSA MACIZA EN Y



Fuente: ETABS

Interpretación:

En el gráfico n.º 65, se muestra el área de acero requerido en losas macizas en la dirección Y. El software indica que, tanto para el acero positivo como el negativo de las franjas de los extremos, la varilla será continua, mientras que para la parte central indica que el acero superior tendrá un corte. Al igual que para la losa en dirección Y, se eligió varillas de 3/8" a cada 20 cm de espaciamiento.

V. DISCUSIÓN:

5.1. En cuanto al primer objetivo específico acerca de predimensionar los elementos de la edificación, se utilizó los planos de arquitectura para predimensionar los elementos de vigas, losas y columnas. En el caso del predimensionamiento de las columnas se tomó las áreas tributarias, también los coeficientes según su ubicación dentro de la edificación. Para las vigas se tomó el área más crítica de la edificación y para las losas según la sobrecarga que dependen del tipo de edificación se determinó el espesor de la losa. Coincidiendo con Ramírez (2019) en su tesis "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 8 Pisos en Surquillo", ya que él también estructuró su edificio estudiado a partir de la ubicación de elementos estructurales propuesta en los planos de arquitectura.

5.2. Para el objetivo de realizar el análisis sísmico de la vivienda, en este proyecto, el periodo fundamental en el modo 1 es de 0.223 seg, con un 68.45% de masa participativa en X, en el modo 2 un periodo de 0.207 seg con 67.84% de masa participativa en la dirección Y y 0.147 seg en el modo 3 con un 66.23% de masa rotacional. Esta vez se difiere con la tesis de Ramírez (2019) antes mencionada, ya que explica que su periodo fue de 0.612 s para el modo 1, que tiene el 69.01% de la masa participativa en X. En el modo 2 el periodo es 0.507 s y tiene 67.78% de la masa participativa en Y. El modo 3 tiene periodo 0.373 s y 69.98% de la masa participativa rotacional. Los periodos difieren debido a la diferencia de número de niveles de ambas edificaciones, mientras que los porcentajes de masa participativa son casi similares.

Por otro lado, en este proyecto se determinó que, las placas en X absorben el 73.71% de la cortante basal y en Y las placas absorben un 89.97% de la cortante; difiriendo con Camargo (2019) en su tesis titulada "Análisis y Diseño Estructural de un Edificio de Departamentos de 15 Niveles en el Distrito de Yanahuara", explica que el sistema estructural de su edificio estudiado se conforma por placas en ambas direcciones (X y Y), las cuales toman el 100% de la fuerza cortante basal del edificio. Por otro lado, se coincide con Camargo en el coeficiente de reducción sísmica, que vendría a ser 6, siendo su sistema estructural del tipo muros

estructurales debido al porcentaje de fuerza cortante que absorben las placas que, según el RNE cuando las placas absorben como mínimo el 70% de la fuerza cortante, el tipo de edificación es de muros estructurales. Y el mismo reglamento asigna un coeficiente de reducción sísmica de 6 para este tipo de sistema estructural.

También, en este proyecto, el porcentaje de participación no supera el 90% en los 3 primeros modos. Sino que lo hace, en Y, recién en el modo 5, en X en el modo 6 y en Z en el modo 7, difiriendo con Pineda (2017) en su tesis "Diseño Estructural de viviendas Sismo Resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima 2017", en donde explica que el análisis dinámico modal espectral de su edificio estudiado, si pasaron el 90% de masa participativa en los 3 primeros modos. Su proyecto, junto con esta investigación, cumplen con lo establecido en la NTE E.030; ya que dice que la suma de sus masas efectivas, debe ser superior al 90% por lo menos en los 3 primeros modos.

5.3. En el objetivo de determinar las dimensiones finales para la vivienda, se obtuvieron columnas simétricas de 40x40cm, 2 tipos de vigas, peraltadas para el caso de las principales de 35x35cm y vigas chatas como vigas secundarias de 20x25cm. También se optó por zapatas corridas y se consideró muros portantes.

Pedroso y Vilela (2018) en su tesis titulada "Evaluación del diseño estructural del pabellón de aulas "d" de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde, Distrito de Chimbote – 2018", explican que, una vez realizado el diseño de cada elemento estructural, se obtuvo columnas simétricas y asimétricas, esto difiere con este proyecto ya que solo se obtuvieron columnas simétricas. Por otro lado, mencionan que obtuvieron vigas peraltadas y chatas, coincidiendo con este proyecto. También obtuvieron zapatas corridas y finalmente muros portantes, coincidiendo del mismo modo con dichos autores.

VI. CONCLUSIONES:

- 6.1.** Con respecto al objetivo general, se realizó el diseño y el análisis de una vivienda multifamiliar de 4 pisos, siguiendo lo estipulado en la E.030 Diseño sismorresistente y E.060 Concreto Armado de la Norma Técnica de Edificación, los cuales dan ciertos criterios y parámetros para realizar análisis a las edificaciones.
- 6.2.** En relación con el primer objetivo específico, se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales, los cuales, al realizarse el análisis, se pudo revisar cuales se modificaban y cuales se mantendrían. El predimensionamiento determinó utilizar columnas de 30x30 cm, de 35x35 cm y de 40x40 cm. También vigas principales de 25x30 cm y vigas secundarias de 25x20cm. Así como una losa aligerada en una dirección de 20 cm de espesor y una losa maciza de 15 cm.
- 6.3.** Siguiendo con la conclusión del segundo objetivo específico, se realizó el análisis sísmico de la vivienda multifamiliar de 4 pisos, tanto el análisis dinámico como el análisis estático, tomando al final el más crítico con el que se realizó el diseño final de los elementos estructurales y también la curva de capacidad de carga. Además, el análisis sísmico determinó las fuerzas cortantes, los momentos flectores, también los periodos fundamentales, y el espectro de pseudo aceleración.
- 6.4.** En cuanto al tercer objetivo específico, se determinó los máximos desplazamientos los cuales fueron, en el eje X, 0.44 cm y 0.43 cm en el eje Y. A estos valores se le realizó una comprobación para determinar si no superaban al máximo desplazamiento relativo, siendo menores que este y por ende, cumpliendo con dicha comprobación. Por otro lado, también se determinó las máximas derivas, las cuales son 0.000423 en X, y 0.000467 en Y. Del mismo modo que para los desplazamientos, se realizó una comprobación y se determinó que las derivas no superaban el límite de distorsión de concreto armado, siendo correctas las derivas.
- 6.5.** Finalmente, en cuanto al cuarto objetivo específico, se determinó las dimensiones finales para los elementos estructurales. Obteniendo columnas de 40x40cm, esta se modificó respecto al predimensionamiento inicial. También se obtuvo vigas principales de 35x35cm, estas, de igual

modo que las columnas, se modificaron respecto al predimensionamiento inicial. Mientras que las vigas secundarias no cambiaron su sección del predimensionamiento al igual que la losa aligerada y la losa maciza, estas mantienen su mismo espesor del predimensionamiento. Luego, se optó por agregar placas de 30 cm de espesor y elementos de bordes de 30x35 cm. Por último, se determinó la cuantía de acero de cada elemento estructural.

VII. RECOMENDACIONES:

- 7.1. Con respecto al predimensionamiento, se recomienda usar fuentes confiables, para que las dimensiones iniciales se aproximen más a las que se obtienen durante el análisis de la edificación.
- 7.2. Se recomienda tener una configuración en planta regular, esto facilita el análisis y, además, ante un eventual sismo el comportamiento de la estructura será más favorable. También, se recomienda realizar un análisis estático no lineal, posterior a esto elaborar la curva de capacidad con los datos obtenidos en el análisis estático no lineal.
- 7.3. Se recomienda que para los límites de desplazamientos (derivadas) se realice un control apropiado y corroborar con lo que establece el reglamento nacional de edificaciones.
- 7.4. No es recomendable tener secciones muy congestionadas de acero, esto afecta reduce la longitud de desarrollo. Además, durante el proceso constructivo resulta complicado realizar el vibrado del concreto, que es perjudicial por que producen cangrejas. Por otro lado, cuando se incluye placas se recomienda que coloque placas simétricas en ambos ejes de análisis.

REFERENCIAS

- A comparative study of particle size distribution using analysis of variance for sedimentation and laser diffraction methods por C. Brasileiro [et al]. Cerâmica [en línea]. Vol. 65, n° 375. Julio-septiembre 2019. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].
Disponibile en https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132019000300452
ISSN: 1678-4553
- ALHASSAN, Musa. Settlement and Bearing Capacity of Foundations with Different Vertical Cross-sectional Shapes on Non-cohesive Soil Bases under Vertically Applied Load. Civil and Environmental Research [en línea]. Vol. 6, n° 8. 2014. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].
Disponibile en <https://core.ac.uk/download/pdf/234677826.pdf>
ISSN: 2225-0514
- ANALYSIS and design of commercial building with different slab arrangements using ETABS por Ch. Lokesh [et al.]. Materials Today: Proceedings [en línea]. Enero 2020. [Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2020].
Disponibile en
https://www.researchgate.net/publication/343202687_Analysis_and_design_of_commercial_building_with_different_slab_arrangements_using_ETABS
ISSN: 2214-7853
- AZIZOV, T, KOCHKAREV, D y GALINSKA, T. New design concepts for strengthening of continuous reinforced-concrete beams. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. Vol. 708. Diciembre 2019. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021]
Disponibile en
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/708/1/012040/pdf>
ISSN: 1757-899X
- BARRIERS to Adoption of Sustainable Technologies for Energy-Efficient Building Upgrade—Semi-Structured Interviews por Francis Bondinuba [et al]. Buildings [en línea]. Vol. 8, n° 4. abril 2018. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].
Disponibile en <https://www.mdpi.com/2075-5309/8/4/57/htm>

ISSN: 2075-5309

- BLACIO, Alexander. Análisis Estructural de una Vivienda de Interés Social, Existente de Hormigón Armado Sismorresistente, en el Cantón Pasaje. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Machala: Universidad Académica de Ingeniería Civil, 2016. 100 pp.
Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=d1449a60-3891-4f78-9551-abb08619757f%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGI2ZQ%3d%3d#db=edsbas&AN=edsbas.D776B545>
- CAMARGO, Luis. Análisis Y Diseño Estructural De Un Edificio De Departamentos De 15 Niveles En El Distrito De Yanahuara. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2019. 275 pp.
- CÁRDENAS, Oscar. Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de Concreto Armado de Cinco Pisos. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019. 131 pp.
Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15010>
- CARMO, Fernando y BRITO, Eduardo. New Trends for Reinforced Concrete Structures: Some Results of Exploratory Studies. Infraestructures [en línea]. Vol.2, n° 4. octubre 2017. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].
Disponible en https://www.researchgate.net/publication/320681026_New_Trends_for_Reinforced_Concrete_Structures_Some_Results_of_Exploratory_Studies
ISSN: 2412-3811
- DE LA COLINA, Jaime y RAMÍREZ, Horacio. La Ingeniería Estructural. Ciencia Ergo Sum [en línea]. Vol. 7, n° 2. Julio 2000. [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2020].
Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/104/10401812.pdf>
ISSN: 1405-0269
- DESIGN and Analysis of Residential Building por Tamseel Ahmad [et al]. IJIRT Journal [en línea]. Vol. 6, n° 4. septiembre 2019. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].

Disponible en

https://www.academia.edu/40835151/Design_and_Analysis_of_Residential_Building

ISSN: 2349-6002

- ELHAMED, Ayman, SHABAN, Yasser y MAHMOUD, Sayed. Predicting Dynamic Response of Structures under Earthquake Loads Using Logical Analysis of Data. Buildings [en línea]. Vol. 8, n° 4. abril 2018. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].

Disponible en <https://www.mdpi.com/2075-5309/8/4/61>

ISSN: 2075-5309

- FARFAN, Jose y MORALES, Joseph. Evaluación del diseño estructural de un edificio aparcado ubicado en la Avenida José Gálvez N°391, Distrito de Chimbote – Ancash – 2019. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 112 pp.

- FITORIA, Nilska, HORNEY, Jessica y HUELVA, Jorge. Propuesta de complejo de edificio multifamiliar “Villa Santiago” en el barrio Sajonia, Ciudad de Managua. Tesis (Arquitectura). Managua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016. 143 pp.

Disponible en <http://ribuni.uni.edu.ni/1196/1/80422.pdf>

- GIGA-Voxel Computational Morphogenesis for Structural Design por Niels Aage [et al]. Nature [en línea]. Vol. 550, n° 7674. Octubre 2017. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].

Disponible en

https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/63629973/GigaVoxelDesign_Nature_Letter_UnProofed_1_.pdf

ISSN: 1476-4687

- HUSSAIN, Athar. Sustainable Structural Design. International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences [en línea]. Vol. 2, n° 10. octubre 2012. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].

Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/280428721_SUSTAINABLE_STRUCTURAL_DESIGN

ISSN: 2249-3905

- INFORMALIDAD en el sector construcción: ¿Por qué las edificaciones se caen? ¿Cómo evitarlo? [Mensaje en un blog]. Lima: CYPE Perú, (27 de septiembre de 2017). [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2020]. Recuperado de <https://www.cype.pe/blog/informalidad-sector-construccion/>
- INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática. 11 de julio de 2020. Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1743/Libro.pdf
- JIMÉNEZ, Rosa. Problema científico, población y muestra. Revisión de conceptos y ejemplo. Directory of Open Access Journals [en línea]. Vol. 16, n° 2. 2011. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2020]. Disponible en <https://doaj.org/article/18eb423f8afa4acc964e4df35601ef21>
ISSN: 1561-2937
- MODELING of Soil Load-Bearing Capacity as a Function of Soil Mechanical Resistance to Penetration por Felipe Bonini [et al]. Revista Brasileira de Ciência do Solo [en línea]. Vol. 39, n° 4. Julio-agosto 2015. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2021]. Disponible en https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000401036&lng=en&tlng=en
ISSN: 0100-0683
- NORMA Técnica E.020 (Lima). Cargas. Lima, 2016. 8 pp. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/1jf2tz-669s6o3E2szgbMzjocIH0VI1Rd/view>
- NORMA Técnica E.030 (Lima). Diseño Sismorresistente. Lima, 2018. 80 pp. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/1g7suGFfURyqnany2z7yaVpCuzvCndZP4/view>
- NORMA Técnica E.060 (Lima). Concreto Armado. Lima, 2009. 227 pp. Disponible en <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=190>

- OROSCO, Emerzon. Diseño Estructural de una Edificación de 4 Pisos en la Urbanización el Álamo-Callao, 2018. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Callao: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 177 pp.
Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35322/Orosco_CE.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology [en línea]. Vol. 35, n° 1. marzo 2017 [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2020].
Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037
ISSN: 0717-9502
- PARIA, Pedro y SÁNCHEZ, Leonardo. Diseño Del Pabellón De Ingeniería Civil II Etapa – Nuevo Chimbote – Ancash. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, 2017. 342 pp.
- PEDROSO, Armando y VILELA, Edson. Evaluación del diseño estructural del pabellón de aulas “d” de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde, Distrito de Chimbote – 2018. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 449 pp.
- PINEDA, Edgar. Diseño Estructural de viviendas Sismo Resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima 2017. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 119 pp.
Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/11893/Pineda_MER.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- RAMIREZ, Jose. Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 8 Pisos en Surquillo. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019. 111 pp.
- REVISTA Estructurando. Madrid, 1(6). 2017.
- RIDDELL, Rafael y HIDALGO, Pedro. Diseño Estructural. 6ta ed. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2018. 544 pp.
ISBN: 9789561426634

- ROMERO, Nattalia. Diseño y Análisis estructural Edificio Oregon. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Santiago de Cali: Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, 2018. 54 pp.
Disponible en
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/34923/u820840.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ROSALES, Henry. Análisis y diseño estructural de una edificación de siete niveles en la ciudad de Chimbote. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2017.
- SÁNCHEZ, Paúl. Diseño Estructural De Un Edificio Multifamiliar De 8 Pisos En La Ciudad De Huancayo. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana del Centro, 2019. 174 pp.
- SEÑÍZ, Roger. Criterios de diseño y análisis estructural del Centro de Atención y Gestión de Llamadas de Urgencia 112 Catalunya en Reus. Informes de la Construcción [en línea]. Vol. 68, n° 541. Enero-marzo 2016. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2021].
Disponible en
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4871>
ISSN: 0020-0883
- STUDY and Analysis of Types of Foundation and Design Construction por Adit Kudtarkar [et al]. International Research Journal of Engineering and Technology [en línea]. Vol. 07, n° 08. agosto 2020. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].
Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/343796776_Study_and_Analysis_of_Types_of_Foundation_and_Design_Construction
ISSN: 2395-0056
- STRUCTURAL Analysis and Design of Commercial Building for Earthquake Resistance por Isha Bhattarai [et al.]. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Nepal: Kathmandu University, Departamento de Ingeniería Civil, 2015. 119 pp.
Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/303818187_Structural_Analysis_and_Design_of_Commercial_Building_for_Earthquake_Resistance

- VICERRECTORADO de Investigación. Código de Ética en Investigación. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, (1): 17, 2020.
- VINAY, Potharaboyena y SRILAXMI, Kurimilla. Structural Analysis and Design of Structural Elements of A Building. International Journal of Trend in Scientific Research and Development [en línea]. Vol. 2, n° 3. Marzo-abril 2018. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].
Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/333615851_Structural_Analysis_and_Design_of_Structural_Elements_of_A_Building
ISSN: 2456-6470
- WHAT are Beams and Columns in Structural Engineering? [Mensaje en un blog]. Moscovitch, N., (11 de mayo de 2019). [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2020]. Recuperado de <https://structuralengineeringbasics.com/what-are-beams-and-columns-building-construction/>
- VILLARREAL, Genner. Análisis Estructural. Lima: Asamblea Nacional de Rectores, 2009. 327 pp.

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	"Es una ciencia que estudia la resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad en las obras. Por lo general, los textos base de Análisis Estructural, son muy voluminosos y, principalmente, se centran en la descripción teórica, lo cual dificulta el proceso de aprendizaje a través de trabajos domiciliarios e investigación, conducentes a un mejor dominio de la materia". (Villareal, 2009).	El análisis estructural se refiere a estudiar una estructura determinando o calculando las rigideces, estabilidad, resistencias, entre otros.	CARGAS ESTRUCTURALES: Son fuerzas u acciones generadas por el peso de materiales de construcción, personas y otros objetos materiales como sus pertenencias, también las acciones del medio ambiente, movimientos en la estructura y variación de dimensiones limitadas. (RNE E.020, 2016).	GRANULOMETRÍA	ORDINAL
				CAPACIDAD PORTANTE	ORDINAL
				CARGAS (E.020)	DE RAZÓN
DISEÑO ESTRUCTURAL	El diseño estructural es proveer una estructura segura y económica para satisfacer una necesidad específica. (Riddell, Hidalgo, 2018, p. 3).	Diseño Estructural es realizar una estructuración y dimensionamiento de una estructura, luego de haber realizado el análisis estructural	REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES: Tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los Planes Urbanos.	DISEÑO SISMORRESISTENTE (E.030)	DE RAZÓN
				CONCRETO ARMADO (E.060)	DE RAZÓN
				DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	DE RAZÓN
			DISEÑO: Es el volumen geométrico donde se puede distribuir algunos materiales, por ejemplo, el espacio sobre el lote del edificio para un edificio de gran altura, menos el espacio reservado para entidades geométricas (Aage, et. al, 2017, pg. 2.		

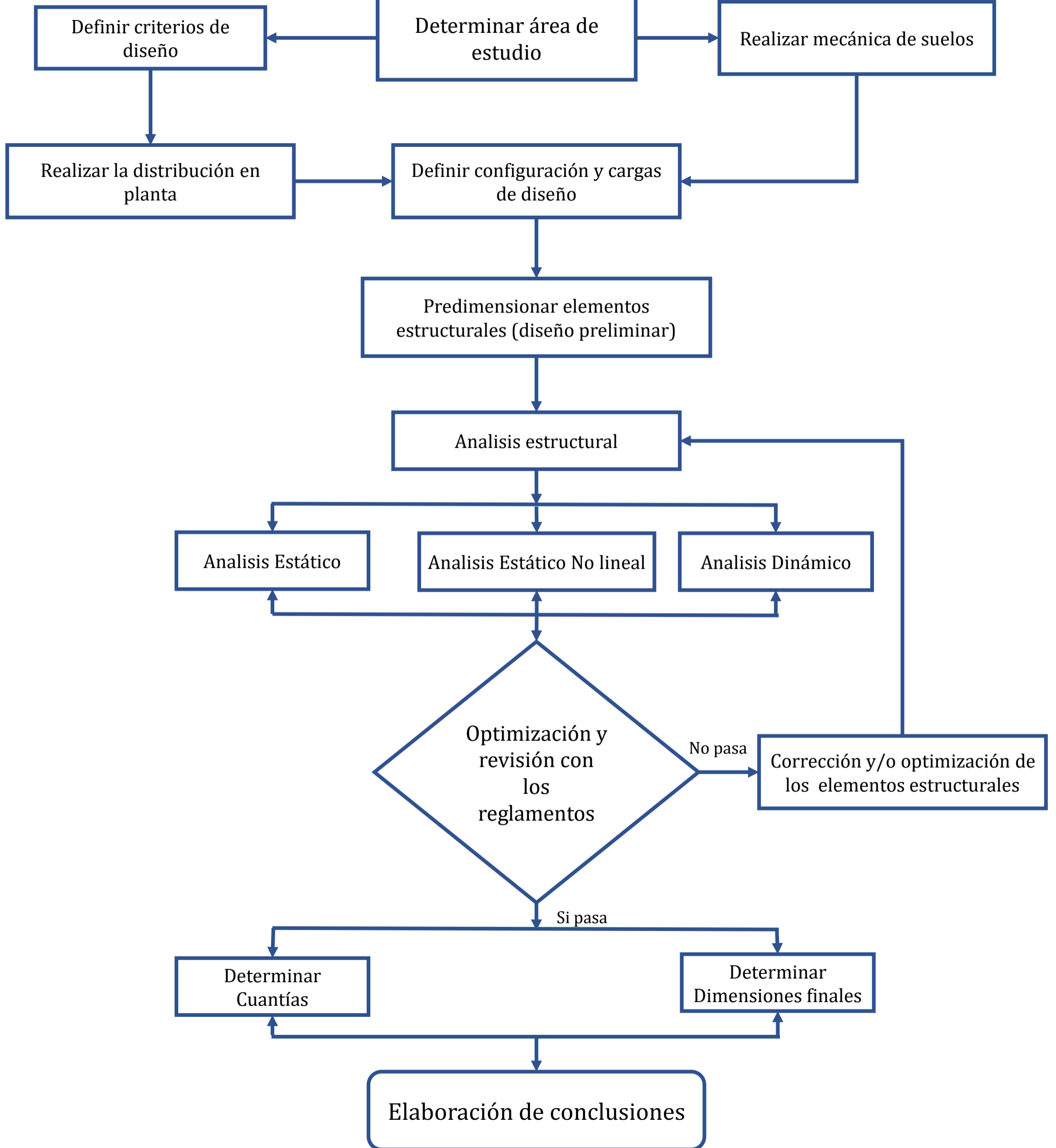
Fuente: Elaboración Propia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN Y MUESTRA	TIPO DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS, NUEVO CHIMBOTE	¿Cuál es el resultado de diseñar y analizar estructuralmente una vivienda multifamiliar de 4 pisos, Nuevo Chimbote - 2020?	Analizar y diseñar una vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote	Predimensionar los elementos estructurales de la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote. Otro objetivo específico, realizar el análisis sísmico de la vivienda, determinar los desplazamientos y las derivas máximas de la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote. Por último, determinar las dimensiones finales para la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Nuevo Chimbote.	H ₁ : el diseño y análisis de la vivienda multifamiliar de 4 pisos cumple con el Reglamento Nacional de Edificaciones. E 030 Diseño sismorresistente y E 060 Concreto Armado	Análisis Estructural	El análisis estructural se refiere a estudiar una estructura determinando o calculando las rigideces, estabilidad, resistencias, entre otros.	CARGAS (E.020)	P: la población está conformada por una Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos en la ciudad de Nuevo Chimbote.	NO EXPERIMENTAL
					Diseño Estructural	Diseño Estructural es realizar una estructuración y dimensionamiento de una estructura, luego de haber realizado el análisis estructural	DISEÑO SISMORRESISTENTE (E.030)	M: la muestra es igual a la población, una Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos en la ciudad de Nuevo Chimbote.	
							CONCRETO ARMADO (E.060)		
						DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES			

DIAGRAMA DE FLUJO

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS, NUEVO CHIMBOTE - 2020



PROCESOS DE DESARROLLO

I. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS:

1.1. Losas Aligeradas:

1.1.1. Datos de los Materiales:

Resistencia del Concreto: $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Fluencia del Acero, GRADO 60: $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

1.1.2. Espesor de la Losa:

Ln menor de los tramos: $Ln = 3.50 \text{ m}$

- 1er Criterio (Tipo Aplicativo):

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

$$H = \frac{3.50}{25} = 0.140 \text{ m} \approx 14.00 \text{ cm}$$

- 2do Criterio (Por Sobrecargas):

TABLA N° 1

ESPESOR DE LOSA SEGÚN LA SOBRECARGA

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

Fuente: ACI 318-14

Debido a que nuestro proyecto es de tipo vivienda, la sobrecarga será de 200 kg/m^2 según la E.020 (Cargas) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Entonces:

$$H = \frac{Ln}{28}$$

$$H = \frac{3.50}{28} = 0.125 \text{ m} \approx 12.50 \text{ cm}$$

Usaremos como "H total" de la losa: 20 cm, ya que es el espesor mínimo y el valor de "H" en ambos criterios es menor a él.

1.1.3. Peso Propio:

Todas los Pesos Específicos de los materiales mencionados en todo este ítem, fueron obtenidos de la E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

1.1.3.1. Losa Aligerada:

TABLA N° 2

PESO UNITARIO DE LOSAS ALIGERADAS EN UNA DIRECCIÓN

ESPESOR DEL ALIGERADO (m)	PESO PROPIO (kg/m ²)
0.17	280
0.20	300
0.25	350
0.30	420

Fuente: E.020 (Reglamento Nacional de Edificaciones).

Para este caso como la losa aligerada tiene un espesor de 0.20 m, su peso propio será de 300 kg/m².

1.1.3.2. Tabiquería Móvil:

El ladrillo a utilizar será de unidad de arcilla cocida hueca (Pandereta), el cual tiene un peso específico de 13.50 kg/(m² x cm). A su vez, el espesor del muro, incluido el tarrajeo en ambas caras de 1 cm, será 15 cm; y la altura del muro será de 2.60 m (del nivel 0+00 hasta la parte inferior de la losa aligerada). Por lo que la carga de la tabiquería será:

$$W_{TM} = e_{muro} * PE_{ladrillo} * H_{muro}$$
$$W_{TM} = 15cm * 13.50 kg/(m^2 x cm) * 2.60m$$
$$W_{TM} = 526.50 kg/m$$

Con el dato obtenido de W, buscar en la tabla n.º 3 entre que valores se encuentra dicho valor y le asignamos la carga equivalente.

TABLA N° 3

CARGAS MÍNIMAS REPARTIDAS EQUIVALENTES A LA TABIQUERÍA

PESO DEL TABIQUE (kg/m)	CARGA EQUIVALENTE (kg/m ²)
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270

700 a 849	330
850 a 1000	390

Fuente: E.020 (Norma Técnica de Edificación)

Entonces el peso propio de la tabiquería en la losa (Carga Equivalente) será de 210.00 kg/m^2 . Esta carga será aplicada a toda la losa.

1.1.3.3. Acabados:

Se utilizó un Mortero de cemento, el cual tiene un peso específico de 2000 kg/m^3 . Mientras que el espesor del acabado sobre la losa aligerada será de 5 cm, el cual será como un revoque.

$$W_{Acab.} = e_{acab.} * PE_{mortero}$$

$$W_{Acab.} = 0.05 \text{ m} * 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{Acab.} = 100 \text{ kg/m}^2$$

1.1.4. Cargas Muertas y Vivas:

- **Cargas Muertas:**

La carga muerta será la suma de los pesos propios de los materiales y elementos anteriormente mencionados.

$$W_D = W_{LA} + W_{TM} + W_{Acab.}$$

$$W_D = 300 \text{ kg/m}^2 + 210 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_D = 610 \text{ kg/m}^2$$

Luego, para la carga muerta en las viguetas, dividiremos a la carga muerta (W_D) sobre la cantidad de viguetas que habrá en 1 m² de losa aligerada (2.5).

$$W_{Dv} = 610 \text{ kg/m}^2 / 2.5 = 244 \text{ kg/m}^2$$

- **Cargas Vivas:**

La carga viva será la sobrecarga en entrepiso, que anteriormente se indicó en la tabla n.º 1. El cual es 200 kg/m^2 .

$$W_L = 200 \text{ kg/m}^2$$

Luego, para la carga muerta en las viguetas, dividiremos a la carga muerta (W_D) sobre la cantidad de viguetas que habrá en 1 m² de losa aligerada (2.5).

$$W_{Lv} = 210 \text{ kg/m}^2 / 2.5 = 80 \text{ kg/m}^2$$

1.1.5. Cálculo de la Carga Total:

Aquí se realizará la suma la carga viva (W_L) y carga muerta (W_D).

$$W = W_L + W_D$$

$$W = 610 \text{ kg/m}^2 + 200 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 810 \text{ kg/m}^2$$

1.1.6. Cálculo de la Carga Última en Viguetas:

Se realiza la combinación de cargas para las viguetas.

$$W_U = (1.4xW_{Dv}) + (1.7xW_{Lv})$$

$$W_U = (1.4 x 244 \text{ kg/m}^2) + (1.7 x 80 \text{ kg/m}^2)$$

$$W_U = 478 \text{ kg/m}^2$$

1.1.7. Cuantía Máxima Aplicada:

Es el área máxima de acero que se puede utilizar.

$$\rho_{max} = 0.18 * \left(\frac{F'c}{F_y}\right)$$

$$\rho_{max} = 0.18 * \left(\frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}\right)$$

$$\rho_{max} = 0.0090$$

1.1.8. Cuantía Mínima:

Se hace referencia a cantidad mínima de acero a usar

$$\rho_{min} = \frac{14}{F_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho_{min} = 0.0033$$

1.1.9. Cálculo Del Acero Mínimo Requerido:

En concordancia con la E.060, el área de acero mínimo esta dado por $As_{min} = \frac{14*b*d}{F_y}$ donde "b" es el ancho de vigueta, "d" es la altura de viguetas sin contar el recubrimiento, finalmente "Fy" será la fluencia del acero.

$$As_{min} = \frac{14 * b * d}{F_y}$$

$$As_{min} = \frac{14 * 10 * 20 - 3}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$As_{min} = 0.57 \text{ cm}^2$$

Entonces usaremos 2 barras de acero de diámetro de $\frac{1}{4}$ " , de esta manera obtendremos $0.64cm^2$ superando el A_s mínimo.

1.1.10. Cálculo de Acero de Temperatura:

Se refiere a los haceros que van en sentido perpendicular a las viguetas y este dado por:

$$A_{s_{temp}} = 0.0018 * 100 * 5$$

$$A_{s_{temp}} = 0.90cm^2$$

Además, la separación entre barras esta dado por $S = 5 * hf$, donde hf es la altura en metros de la losa que se ubica arriba de los ladrillos del aligerado.

$$S = 5 * hf$$

$$S = (5 * 0.05 * 100)/100$$

$$S = 0.25m$$

Entonces la distribución de acero de temperatura será:

$$\phi^{1/4} @ 0.25m$$

Esto quiere decir que se usara 1 barra de acero de $\frac{1}{4}$ " cada 25 cm.

1.1.11. Revisión Y Verificación Por Corte:

Para conocer si la losa aligerada será capaz de soportar las diferentes cargas actuantes en la edificación se realiza la verificación por corte, usando la siguiente formula:

El Corte último se determinará usando $V_u = 1.15 * W_u * \frac{Ln}{2}$, donde W_u es la carga actuante en viguetas y Ln es la luz menor del área critica

$$V_u = 1.15 * W_u * \frac{Ln}{2}$$

$$V_u = 1.15 * 478 kg/m^2 * \frac{3.5}{2}$$

$$V_u = 961.17kg$$

Para el corte en "d" se determina mediante $V_u = 1.15 * W_u * \frac{Ln}{2} - W_u * d$ siendo " W_u " la carga actuante en viguetas, " Ln " la luz menor del área critica, finalmente "d" es la altura de viguetas sin contar el recubrimiento

$$V_u = 1.15 * W_u * \frac{Ln}{2} - W_u * d$$

$$V_u = 1.15 * 478 \text{ kg/m}^2 * \frac{3.5}{2} - 478 \text{ kg/cm}^2 * (0.2 - 3)/100$$

$$V_u = 974.57 \text{ kg}$$

La capacidad de carga de losa estará definida por $V_{ud} = 1.1 * 0.85 * 0.53 * \sqrt{F'c} * b * d$ donde " $\sqrt{F'c}$ " es la resistencia a la compresión del concreto, "b" es el ancho de viguetas y "d" es el espesor efectivo de la losa.

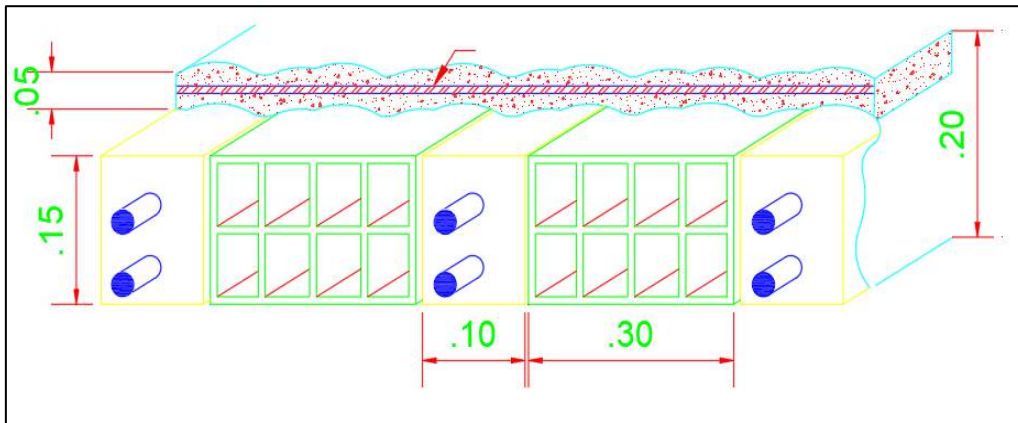
$$V_{ud} = 1.1 * 0.85 * 0.53 * \sqrt{F'c} * b * d$$

$$V_{ud} = 1.1 * 0.85 * 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 10 * 200 - 3$$

$$V_{ud} = 1220.80 \text{ kg}$$

Al ser mayor la capacidad de carga admisible de la losa, que el corte último y a su vez que el corte en d, quiere decir que el predimensionamiento es correcto.

FIGURA N° 1
DETALLE DE LOSA ALIGERADA



Fuente: Elaboración Propia

1.2. Losa de Tanque Elevado:

1.2.1. Espesor de la Losa:

Utilizaremos un criterio aplicativo:

$$e_{losa} = H_{alig} - 0.05m$$

$$e_{losa} = 0.20m - 0.05 = 0.15m$$

1.2.2. Peso del Tanque:

Para un tanque con capacidad de 2500 lt:

$$Peso = \gamma_{agua} * V_{tanque}$$

$$Peso = 1000kg/m^3 * 2.5m^3 = 2500kg$$

1.2.3. Área de Losa:

El área de la losa donde se apoyará el tanque elevado será de:

$$Área_{losa} = 3.74m * 3.5m = 13.09m^2$$

1.2.4. Carga Viva:

$$CV = \frac{2500kg}{13.09m^2}$$

$$CV = 190.98kg/m^2 \approx 200kg/m^2$$

1.2.5. Acero en Losa:

La cuantía del acero será el mismo que lo explicado en el predimensionamiento de losa aligerada.

1.3. Vigas Estructurales:

1.3.1. Vigas Principales:

1.3.1.1. Datos de los Materiales:

Resistencia del Concreto: $F'c = 210 kg/cm^2$

Fluencia del Acero, GRADO 60: $Fy = 4200kg/cm^2$

1.3.1.2. Datos para el Predimensionamiento:

- **Luz mayor de los tramos:**

Se refiere a la longitud mayor del área de losa más crítica. El cual será:

$$Ln = 4.00m$$

- **Ancho tributario:**

Hace referencia a la longitud del área tributaria que va a soportar la viga de mayor luz.

$$B = 2.50m$$

1.3.1.3. Peso Propio:

Asumimos para el peso propio de las vigas 100 kg/m^2 .

1.3.1.4. Carga Muerta y Viva:

- **Carga Muerta:**

Será la suma de los pesos propios de los materiales y elementos hasta ahora mencionados. Incluido de la viga.

$$W_D = W_{LA} + W_{TM} + W_{Acab.} + W_V$$

$$W_D = 300 \text{ kg/m}^2 + 210 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_D = 710 \text{ kg/m}^2$$

- **Carga Viva:**

Será la sobrecarga en entrepiso, que anteriormente se indicó en la tabla n.º 1.

$$W_L = 200 \text{ kg/m}^2$$

1.3.1.5. Cálculo de la Carga Total:

Aquí se realizará la suma la carga viva (W_L) y carga muerta (W_D).

$$W = W_L + W_D$$

$$W = 710 \text{ kg/m}^2 + 200 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 910 \text{ kg/m}^2$$

1.3.1.6. Cálculo de la Carga Última en Vigas:

Se realiza la combinación de cargas para las vigas.

$$W_U = (1.4xW_{Dv}) + (1.7xW_{Lv})$$

$$W_U = (1.4 x 710 \text{ kg/m}^2) + (1.7 x 200 \text{ kg/m}^2)$$

$$W_U = 1334 \text{ kg/m}^2 \approx 0.13 \text{ kg/cm}^2$$

1.3.1.7. Dimensionamiento de Vigas:

- **Método Convencional:**

Para este método se utilizan los datos de la carga ultima, la luz mayor y el ancho crítico.

$$h = Ln / (4 / \sqrt{W_u})$$

$$h = 4.00 \text{ m} / (4 / \sqrt{0.13 \text{ kg/cm}^2})$$

$$h = 0.37 \text{ m}$$

$$b = B / 20$$

$$b = 2.5 \text{ m} / 20 = 0.13 \text{ m}$$

Según el método convencional, la sección de la viga principal sería de 0.37 m x 0.13 m.

- **Método por Categoría de Edificación:**

Según la E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, existen 4 categorías de las edificaciones. Las cuales son A (Edificaciones Esenciales), B (Edificaciones Importantes), C (Edificaciones Comunes) y D (Edificaciones Temporales).

En este caso, la edificación será de tipo C, ya que dentro de esta categoría se encuentran las viviendas. Es por ello que al ser del tipo C, se aplicará, para el dimensionamiento de vigas, las siguientes fórmulas:

Para el peralte:

$$h = Ln/12$$

$$h = 4.00 \text{ m}/12$$

$$h = 0.33 \text{ m}$$

Para la base:

$$b = h/2$$

$$b = 0.33 \text{ m}/2$$

$$b = 0.17 \text{ m}$$

Según el método por categoría de edificación, la sección de la viga principal sería de 0.33 m x 0.17 m.

- **Método Aporticado: Criterio de rigideces (Alto Riesgo Sísmico):**

Este método se utiliza en zonas donde existen alto riesgo sísmico. Aquí se determina el alto de la viga con la siguiente fórmula $b_x h^3 = b_o x h_o^3$, donde b es igual al valor mínimo de los criterios antes calculados, en este caso será el valor del criterio del ítem 7.1, ya que es el mínimo valor de b . Por otro lado, el valor de h es el mismo obtenido del ítem 7.1. Mientras que b_o , que es el valor de la nueva base de la viga el cual asumiremos que es 25 cm y h_o que será la altura calculada de la viga.

$$bxh^3 = b_0xh_0^3$$

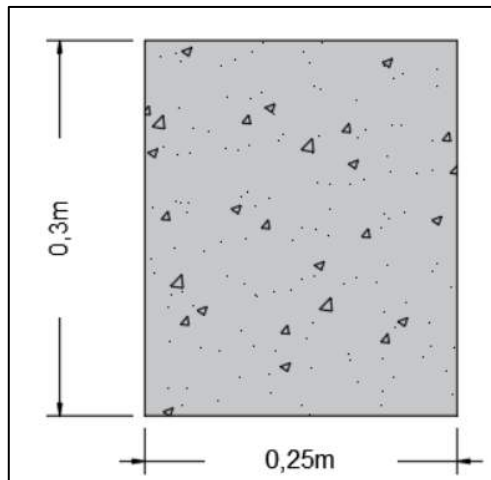
$$0.13x0.37^3 = 0.25xh_0^3$$

$$h_0 = 0.298 \text{ m} \approx 0.30 \text{ m}$$

De todos los criterios calculados, tomaremos el del criterio de rigideces (alto riesgo sísmico) ya que este proyecto se encuentra dentro de esta zona. Por ende, las dimensiones de la viga serán los de b_0 y h_0 :

FIGURA N° 2

DIMENSIONES DE VIGA PRINCIPAL



Fuente: Elaboración Propia

1.3.2. Vigas Secundarias:

Los cálculos a continuación se realizan de la misma manera que para las vigas principales.

1.3.2.1. Datos de los Materiales:

Resistencia del Concreto: $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Fluencia del Acero, GRADO 60: $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

1.3.2.2. Datos Para el Predimensionamiento:

Luz mayor de los tramos:

$$Ln = 2.50 \text{ m}$$

Ancho tributario:

$$B = 4.00 \text{ m}$$

1.3.2.3. Peso Propio:

Al igual que para las vigas primarias, asumiremos al peso propio de la viga 100 kg/m^2 .

1.3.2.4. Carga Muerta y Viva:

- **Carga Muerta:**

$$W_D = W_{LA} + W_{TM} + W_{Acab.} + W_V$$

$$W_D = 300 \text{ kg/m}^2 + 210 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_D = 710 \text{ kg/m}^2$$

- **Carga Viva:**

$$W_L = 200 \text{ kg/m}^2$$

1.3.2.5. Cálculo de la Carga Total:

$$W = W_L + W_D$$

$$W = 710 \text{ kg/m}^2 + 200 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 910 \text{ kg/m}^2$$

1.3.2.6. Cálculo de la Carga Última en Vigas:

$$W_U = (1.4xW_{Dv}) + (1.7xW_{Lv})$$

$$W_U = (1.4 x 710 \text{ kg/m}^2) + (1.7 x 200 \text{ kg/m}^2)$$

$$W_U = 1334 \text{ kg/m}^2 \approx 0.13 \text{ kg/cm}^2$$

1.3.2.7. Dimensionamiento de Vigas:

- **Método Convencional:**

$$h = Ln / (4 / \sqrt{W_u})$$

$$h = 2.50 \text{ m} / (4 / \sqrt{0.13 \text{ kg/cm}^2})$$

$$h = 0.23 \text{ m}$$

$$b = B / 20$$

$$b = 4.00 \text{ m} / 20$$

$$b = 0.20 \text{ m}$$

Según el método convencional, la sección de la viga principal sería de 0.23 m x 0.20 m.

- **Método por Categoría de Edificación:**

Para el peralte:

$$h = Ln / 12$$

$$h = 2.50 \text{ m} / 12$$

$$h = 0.21 \text{ m}$$

Para la base:

$$b = h / 2$$

$$b = 0.21 \text{ m}/2$$

$$b = 0.11 \text{ m}$$

- **Método Aporticado: Criterio de rigideces (Alto Riesgo Sísmico):**

$$bxh^3 = b_0xh_0^3$$

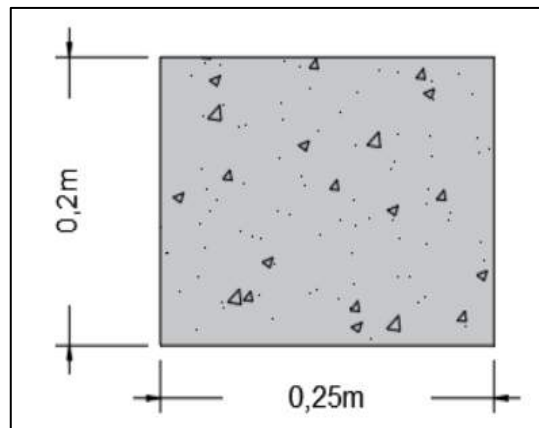
$$0.11x0.23^3 = 0.25xh_0^3$$

$$h_0 = 0.175 \text{ m} \approx 0.20 \text{ m}$$

De igual modo que para las vigas principales, tomaremos el del criterio de rigideces (alto riesgo sísmico). Por ende, las dimensiones de la viga serán los de b_0 y h_0 :

FIGURA N° 3

DIMENSIONES DE VIGA SECUNDARIA



Fuente: Elaboración Propia

1.4. Columnas:

1.4.1. Criterio Por Sismo:

1.4.1.1. Datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

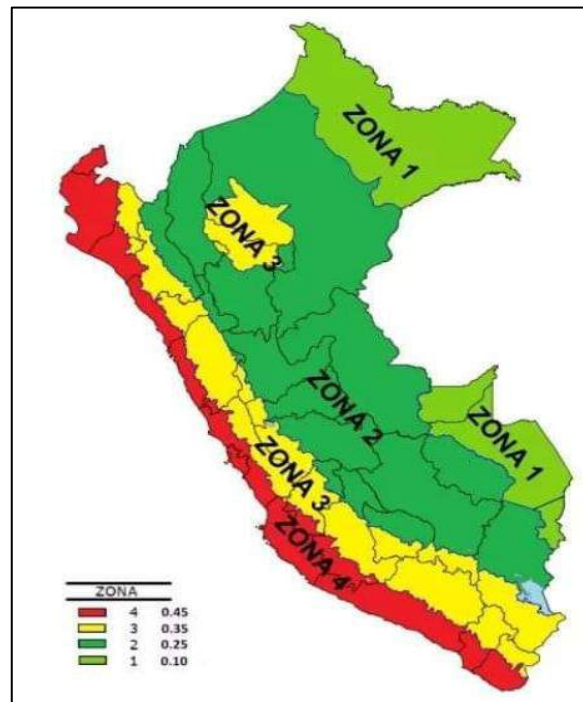
a. Factor de Uso (U):

Como la edificación a diseñar está dentro de la categoría C (Edificaciones Importantes), el valor de $U = 1.0$.

b. Factor de Zona (Z):

La zonificación del territorio peruano está dada de la siguiente manera, según la E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

FIGURA N° 4
ZONIFICACIÓN DEL PERÚ



Fuente: E.030 Reglamento Nacional de Edificaciones

El lugar donde se realizó el estudio fue Nuevo Chimbote, el cual se encuentra dentro de la **ZONA 4**. Por ello el valor de $Z = 0.45$.

c. Parámetros de Sitio (S, TP y TL):

Mediante el EMS realizado en el área de estudio se determinó tipo de suelo, el cual es de S_1 (**Roca o Suelos Muy Rígidos**) ya que tiene un SPT mayor que 50.

TABLA N° 4
FACTOR DE SUELO

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	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: E.030 Reglamento Nacional de Edificaciones

Ya que el suelo es un S_1 y la zona es Z_4 , el valor de $S = 1.00$

TABLA N° 5
PERIODOS TP Y TL

PERIODOS "T _P " Y "T _L "				
	Perfil de Suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T_P (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: E.030 Reglamento Nacional de Edificaciones

$$T_P(S) = 0.4$$

$$T_L(S) = 2.5$$

d. Periodo Fundamenta de Vibración:

El periodo fundamental de vibración en cada dirección se halla con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde h_n es la altura total de la edificación y C_T es un valor asignado, el cual puede ser:

C_T = 35; Si es una estructura aporticada.

C_T = 45; Si es una estructura aporticada con ascensores y escaleras.

C_T = 60; Si es una estructura por muros de corte.

En este caso el valor de $C_T = 35$. Así que el valor de T:

$$T = \frac{11.20 \text{ m}}{35}$$

$$T = 0.32 \text{ m}$$

e. Factor de Amplificación Sísmica (C):

El factor de amplificación sísmica (C) está definida por:

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

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

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

En este caso se cumple la primera consideración $T < T_p$. Es por ello que el factor de amplificación sísmica (C) será: $C = 2.5$.

f. Coeficiente de Reducción Sísmica:

El cual está dado por:

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Donde R_0 depende del sistema estructural, para este caso al ser de sistema aporticado, el valor de R_0 es de 8.

I_a que es la irregularidad en altura.

I_p que es la irregularidad en planta.

1.4.1.2. Peso Propio:

Asumiremos un peso propio de la columna de 100 kg/m^2

1.4.1.3. Carga Muerta y Carga Viva:

• **Carga Muerta:**

Será la suma de los pesos propios de los materiales y elementos hasta ahora mencionados. Incluido de la columna.

$$W_D = W_{LA} + W_{TM} + W_{Acab.} + W_V + W_C$$

$$W_D = 300 \text{ kg/m}^2 + 210 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_D = 810 \text{ kg/m}^2$$

• **Carga Viva:**

Se tiene 2 cargas vivas, una para los pisos de primero al tercero y otra carga viva para el techo.

La primera carga viva (del primer al tercer piso) se explicó en la tabla 1.

$$W_{L1} = 200 \text{ kg/m}^2$$

La segunda carga viva (del techo) será de 200 kg/m^2 porque se tendrá un tanque elevado y por ello, se estima que caminarán personas por esas áreas.

$$W_{L2} = 200 \text{ kg/m}^2$$

1.4.1.4. Carga Total:

Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna cada piso:

$$W_U = (1.4 \times W_D) + (1.7 \times W_L)$$

$$W_U = (1.4 \times 810 \text{ kg/m}^2) + (1.7 \times 200 \text{ kg/m}^2)$$

$$W_U = 1474 \text{ kg/m}^2$$

Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna del primer al tercer piso:

$$W_{U(1^\circ-3^\circ)} = 1474 \text{ kg/m}^2 * 3 = 4422 \text{ kg/m}^2$$

Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna del último piso:

$$W_{U(4^\circ)} = [1.4x(W_{LA} + W_{TM} + W_{Acab.} + W_V + W_C)] + (1.7xW_{L2})$$

$$W_{U(4^\circ)} = [1.4x(300 \frac{\text{kg}^2}{\text{m}} + 210 \frac{\text{kg}^2}{\text{m}} + 100 \frac{\text{kg}^2}{\text{m}} + 100 \frac{\text{kg}^2}{\text{m}} + 100 \frac{\text{kg}^2}{\text{m}})] + (1.7x200 \frac{\text{kg}^2}{\text{m}})$$

$$W_{U(4^\circ)} = 1180 \text{ kg/m}^2$$

Entonces el peso total de cargas de gravedad en todos los niveles:

$$W_U = W_{U(1^\circ-3^\circ)} + W_{U(4^\circ)}$$

$$W_U = (4422 \text{ kg/m}^2) + (1180 \text{ kg/m}^2)$$

$$W_U = 5602 \text{ kg/m}^2$$

1.4.1.5. Datos Adicionales:

- **Distorsión Permisible:**

Al ser de concreto armado el material predominante de la edificación, la distorsión será:

$$\Delta_i = 0.007$$

- **Módulo de Elasticidad del Concreto:**

$$E = 15000 * \sqrt{f'c}$$

$$E = 15000 * \sqrt{210}$$

$$E = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$$

- **Módulo de Corte del Concreto:**

$$G = \frac{E}{2 * (1 + \mu)}$$

Donde μ es el coeficiente de Poisson, el cual para el concreto es 0.2.

$$G = \frac{217370.65 \text{ kg/cm}^2}{2 * (1 + 0.2)}$$

$$G = 90643.56 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cortante Basal:**

Es la fuerza cortante por sismo generada en la base del edificio, la cual está determinado por:

$$V_s = \frac{ZUCS}{R} * PE$$

Donde PE es el peso total de cargas de gravedad en todos los niveles, calculado en el ítem 1.4.

El valor de R es de 8.

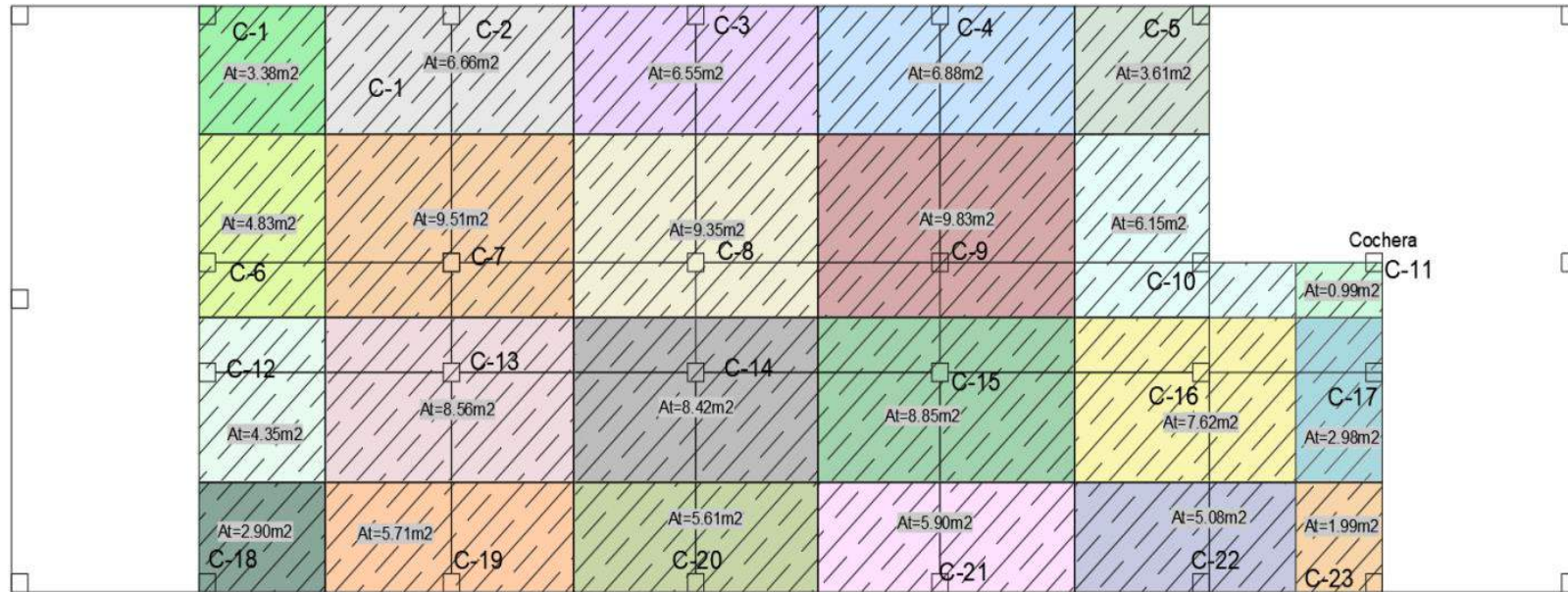
$$V_s = \frac{(0.45). (1.00). (2.5). (1.00)}{8} * (5602.00 \text{ kg/m}^2)$$

$$V_s = 787.78 \text{ kg/m}^2$$

1.4.1.6. Dimensionamiento de Columnas:

FIGURA N° 5

ÁREAS TRIBUTARIAS DE LAS COLUMNAS



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Aquí se muestran las áreas tributarias de las 23 columnas para el posterior cálculo de sus dimensiones iniciales.

TABLA N° 6
DIMENSIONAMIENTO DE LAS COLUMNAS POR SISMO

DIMENSIONAMIENTO		ESTRUCTURACION SIMETRICA							
Tipo de Columna	Área Tributaria	Vs (1)	b x D (2)	Si b=D (3)	b (mínimo) (4)	D (calc.) (5)	b x D (6)	USAR	
C-1	E	3.3800 m2	21,301.61	811.18	28.48 cm	30 cm	30 cm	900.00	30x30
C-2	L	6.6600 m2	41,972.99	1,138.66	33.74 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	35x35
C-3	L	6.5500 m2	41,279.74	1,129.22	33.60 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	35x35
C-4	L	6.8800 m2	43,359.48	1,157.32	34.02 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	35x35
C-5	E	3.6100 m2	22,751.12	838.32	28.95 cm	30 cm	30 cm	900.00	30x30
C-6	L	4.8300 m2	30,439.87	969.69	31.14 cm	30 cm	35 cm	1,050.00	30x35
C-7	C	9.5100 m2	59,934.40	1,360.66	36.89 cm	35 cm	40 cm	1,400.00	35x40
C-8	C	9.3500 m2	58,926.04	1,349.16	36.73 cm	35 cm	40 cm	1,400.00	35x40
C-9	C	9.8300 m2	61,951.12	1,383.36	37.19 cm	40 cm	40 cm	1,600.00	40x40
C-10	C	6.1500 m2	38,758.84	1,094.20	33.08 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	35x35
C-11	E	0.9900 m2	6,239.23	439.01	20.95 cm	25 cm	25 cm	625.00	25x25
C-12	L	4.3500 m2	27,414.79	920.24	30.34 cm	30 cm	35 cm	1,050.00	30x35
C-13	C	8.5600 m2	53,947.26	1,290.91	35.93 cm	35 cm	40 cm	1,400.00	35x40
C-14	C	8.4200 m2	53,064.95	1,280.31	35.78 cm	35 cm	40 cm	1,400.00	35x40
C-15	C	8.8500 m2	55,774.91	1,312.59	36.23 cm	35 cm	40 cm	1,400.00	35x40
C-16	C	7.6200 m2	48,023.15	1,217.97	34.90 cm	35 cm	40 cm	1,400.00	35x40
C-17	L	2.9800 m2	18,780.71	761.67	27.60 cm	30 cm	30 cm	900.00	30x30
C-18	E	2.9000 m2	18,276.53	751.38	27.41 cm	30 cm	30 cm	900.00	30x30
C-19	L	5.7100 m2	35,985.85	1,054.33	32.47 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	35x35
C-20	L	5.6100 m2	35,355.62	1,045.06	32.33 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	35x35
C-21	L	5.9000 m2	37,183.28	1,071.73	32.74 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	35x35
C-22	L	5.0800 m2	32,015.43	994.47	31.54 cm	30 cm	35 cm	1,050.00	30x35
C-23	E	1.990 m2	12,541.48	622.42	24.95 cm	25 cm	25 cm	625.00	25x25

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

Vs = Es la cortante basal por el área tributaria de cada columna.

Este dato está dado en Kg.

(2) = Es la multiplicación de (3) x (3).

$$(3) = \left(\frac{0.25 * (Vs) * (Alt_{1^\circ} P_{iso})^2 * 10000}{\Delta * G} \right)^{0.25}; \text{ en cm.}$$

(4) y (5) = Dimensiones de la columna.

También se le hizo una comprobación a cada columna para ver si las dimensiones calculadas cumplen con el área mínima. Esta

comprobación consiste en que se cumpla las siguientes condiciones:

Que $[(2) < (6)]$ y que $[0.4 < (4) / (5)]$.

De no cumplir una de estas 2 condiciones, se deberá corregir las dimensiones (predimensionar).

1.4.2. Criterio por Gravedad:

1.4.2.1. Dimensionamiento De Las Columnas:

Para conocer el área de la columna se aplicó una fórmula que correlaciona la posición de columna. La fórmula es la siguiente:

$$bxD = \frac{\lambda \times Pg}{n \times f'c}$$

Donde:

b es igual a D y para conocer el valor de ellos se aplica la raíz cuadrada.

λ es un coeficiente que mayor la carga el valor que se le asigna depende de la posición de la columna.

Pg es el producto de la suma de las cargas existentes, el área tributaria y el número de pisos de la edificación. Pg está dado por la siguiente formula:

$$Pg = A_{trib} \times N_{pisos} \times (w_d + w_l)$$

N es un coeficiente cuyo valor depende de la posición de la columna.

$F'c$ es la resistencia del concreto.

Los valores que toman los coeficientes se muestran en la siguiente tabla:

TABLA N° 7
COEFICIENTES SEGÚN LA UBICACIÓN DE LA COLUMNA

TIPO DE COLUMNA	λ	N
C. Centrada (primeros pisos)	1.1	0.30
C. Centrada (4 últimos pisos)	1.1	0.25
C. Excéntrica	1.25	0.25
C. Esquinada	1.50	0.20

Fuente: ACI 318-14

El predimensionamiento de las columnas se muestran en:

TABLA N° 8
DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS POR GRAVEDAD

N. COLUMNA	TIPO DE COLUMNAS	A. TRIBUTARIA	N	λ	PG	bx _d	b=D (min)	b	d	bx _D	Usar
C1	ESQUINADAS	3.38 m ²	0.20	1.50	13,655.20	487.69	22.08 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C2	EXCENTRICAS	6.66 m ²	0.25	1.25	26,906.40	640.63	25.31 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C3	EXCENTRICAS	6.55 m ²	0.25	1.25	26,462.00	630.05	25.10 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C4	EXCENTRICAS	6.88 m ²	0.25	1.25	27,795.20	661.79	25.73 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C5	ESQUINADAS	3.61 m ²	0.20	1.50	14,584.40	520.87	22.82 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C6	EXCENTRICAS	4.83 m ²	0.25	1.25	19,513.20	464.60	21.55 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C7	CENTRADAS_PRIMEROS_PISOS	9.51 m ²	0.30	1.10	38,420.40	670.83	25.90 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C8	CENTRADAS_PRIMEROS_PISOS	9.35 m ²	0.30	1.10	37,774.00	659.55	25.68 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C9	CENTRADAS_PRIMEROS_PISOS	9.83 m ²	0.30	1.10	39,713.20	693.41	26.33 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C10	CENTRADAS_PRIMEROS_PISOS	6.15 m ²	0.30	1.10	24,846.00	433.82	20.83 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C11	ESQUINADAS	0.99 m ²	0.20	1.50	3,999.60	142.84	11.95 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C12	EXCENTRICAS	4.35 m ²	0.25	1.25	17,574.00	418.43	20.46 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C13	CENTRADAS_PRIMEROS_PISOS	8.56 m ²	0.30	1.10	34,582.40	603.82	24.57 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C14	CENTRADAS_PRIMEROS_PISOS	8.42 m ²	0.30	1.10	34,016.80	593.94	24.37 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C15	CENTRADAS_PRIMEROS_PISOS	8.85 m ²	0.30	1.10	35,754.00	624.28	24.99 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C16	CENTRADAS_PRIMEROS_PISOS	6.63 m ²	0.30	1.10	26,785.20	467.68	21.63 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C17	EXCENTRICAS	2.98 m ²	0.25	1.25	12,039.20	286.65	16.93 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C18	ESQUINADAS	2.90 m ²	0.20	1.50	11,716.00	418.43	20.46 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C19	EXCENTRICAS	5.71 m ²	0.25	1.25	23,068.40	549.25	23.44 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C20	EXCENTRICAS	5.61 m ²	0.25	1.25	22,664.40	539.63	23.23 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK
C21	EXCENTRICAS	5.90 m ²	0.25	1.25	23,836.00	567.52	23.82 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C22	EXCENTRICAS	5.08 m ²	0.25	1.25	20,523.20	488.65	22.11 cm	30.00 cm	25.00 cm	750	OK
C23	ESQUINADAS	1.99 m ²	0.20	1.50	8,029.50	286.77	16.93 cm	25.00 cm	25.00 cm	625	OK

Fuente: Elaboración Propia

Utilizaremos el método por sismo ya que nos encontramos en una zona altamente sísmica. Las dimensiones a utilizar, según la ubicación de las columnas, serán las siguientes:

TABLA N° 9
DIMENSIONES DE LAS COLUMNAS

UBICACIÓN	DIMENSIONES
Esquinas	30x30 cm
Laterales	35x35 cm
Centrales	40x40 cm

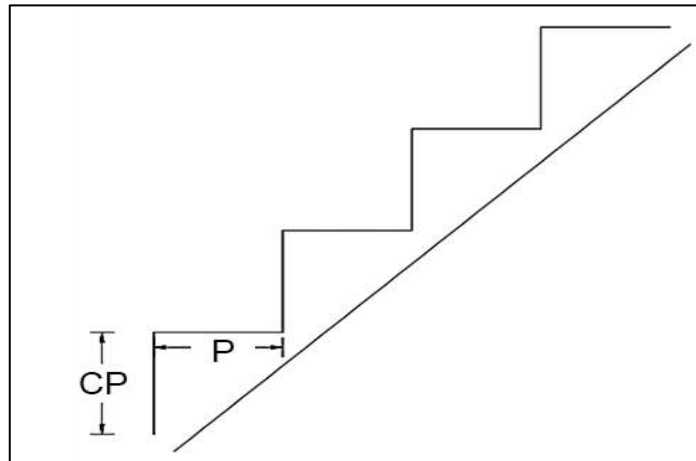
Fuente: Elaboración Propia

1.5. Escalera:

1.5.1. Paso y Contrapaso:

El Art. 29 de la norma A.010 nos indica que la dimensión mínima para el paso es de 25 cm, además la dimensión máxima del contrapaso es de 18 cm, también menciona que las dimensiones de los pasos dependerán del uso de la edificación. Además, indica que el ancho mínimo de una escalera debe ser de 1.2m.

FIGURA N° 6
PASO Y CONTRAPASO



Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 10
LONGITUD DEL PASO SEGÚN SU USO

USO	PASO (m)
Vivienda	0.25
Comercio	0.28
Lugares de afluencia masiva	0.30

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, la misma normativa indica que la suma de dos veces el contrapaso y el paso debe ser mayor o igual que 0.60 y menor o igual que 0.64 es decir: $0.60 \leq 2cp + p \leq 0.64$.

1.5.2. N° de Pasos:

Para conocer las dimensiones de la escalera, primero determinamos el número de contrapasos, que sería la división de la altura de entrepiso y la altura del contrapaso.

$$N_{cp} = \frac{H}{c_p} = \frac{2.80}{0.18} = 15.556 \approx 16 \text{ pasos}$$

Considerando que tendremos 16 contrapasos, definimos la altura final del contrapaso.

$$c_p = \frac{H}{N_{cp}} = \frac{2.80}{16} = 0.175$$

1.5.3. Verificación de P y CP:

Verificamos las dimensiones del paso y contrapaso $2cp + p = 2(0.175) + 0.25 = 0.6$, debido a que esta dentro del intervalo antes mencionado, si cumple con lo establecido en la normativa.

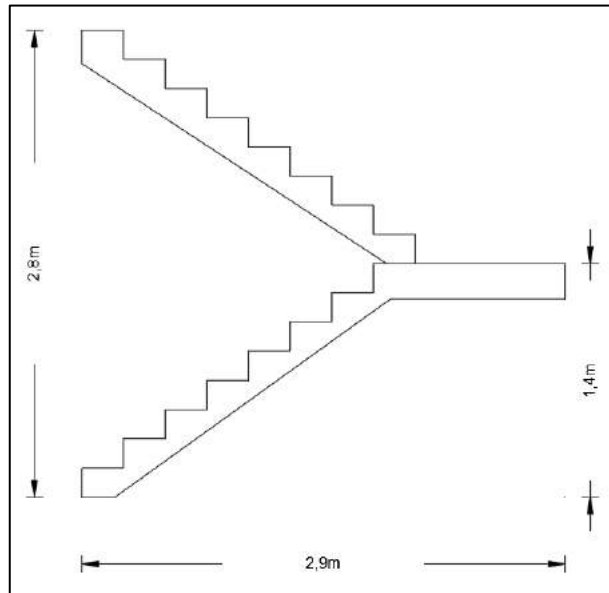
Luego, determinamos el largo de la escalera que sería el producto del número de contrapasos y la longitud del paso.

$$L = N_{cp} \times p = 16 \times 0.25 = 4m$$

1.5.4. Largo de la Escalera:

Calculamos el largo de la escalera con descanso. Aplicamos la siguiente formula: $L_d = \frac{L}{2} + 0.90$, entonces la longitud de la escalera será 2.90m.

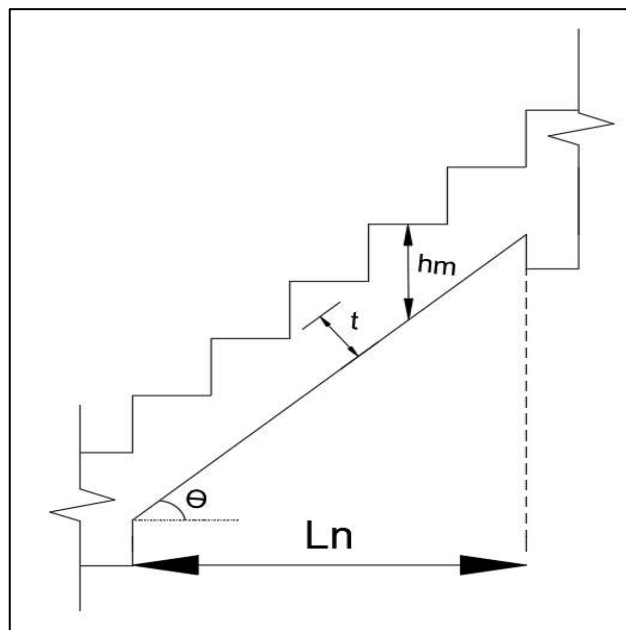
FIGURA N° 7
LONGITUDES DE LA ESCALERA



Fuente: Elaboración Propia

1.5.5. Garganta:

FIGURA N° 8
DETALLE DE LONGITUDES EN ESCALERA



Fuente: Elaboración Propia

Para el dimensionamiento de la garganta (t) utilizaremos la siguiente fórmula:

$$t = \frac{L_n}{20} \text{ o } \frac{L_n}{25}$$

Donde Ln es la distancia donde inicia la cimentación de la escalera hasta la parte donde se apoyará o se empotrará la escalera.

$$t = \frac{2.65 \text{ m}}{20}; \frac{2.65 \text{ m}}{25} = 0.1325 \text{ m}; 0.106 \text{ m}$$

Utilizaremos 0.15 m \approx 15 cm.

1.5.6. Acero en Escalera:

Primero hallaremos $\cos \theta$ de la escalera con respecto al piso terminado.

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + CP^2}}$$

$$\cos \theta = \frac{25}{\sqrt{25^2 + 17.5^2}}$$

$$\cos \theta = 0.819$$

$$h = \frac{t}{\cos \theta} = \frac{15}{0.819} = 18.32 \text{ cm}$$

$$h_m = h + \frac{CP}{2} = 18.32 + \frac{17.5}{2} = 27.07 \text{ cm}$$

Realizamos el metrado de cargas en escalera:

Determinamos las cargas existentes en el tramo entre el inicio de la escalera y el inicio del descanso.

Peso propio : $hm \times b \times Pe = 0.2707 \times 1.2 \times 2.4 = 0.78 \text{ Tn/m}$

Peso de los acabados: $Esp \times b \times Pe = 0.1 \times 1.2 \times 2.4 = 0.29 \text{ Tn/m}$

Sobre Carga : $Sc \times b = 0.2 \times 1.2 = 0.24 \text{ Tn/m}$

Luego determinamos la Carga ultima:

$$W_u = 1.4W_D + 1.7W_L$$

$$W_u = 1.4(0.78 + 0.29 + 1.7(0.24))$$

$$W_{u1} = 1.9 \text{ Tn/m}$$

También determinamos las cargas existentes en el tramo entre del descanso.

Peso propio : $hm \times b \times Pe = 0.2 \times 1.2 \times 2.4 = 0.58 \text{ Tn/m}$

Peso de los acabados: $Esp \times b \times Pe = 0.1 \times 1.2 \times 2.4 = 0.29 \text{ Tn/m}$

Sobre Carga : $Sc \times b = 0.2 \times 1.2 = 0.24 \text{ Tn/m}$

Finalmente determinamos la Carga ultima:

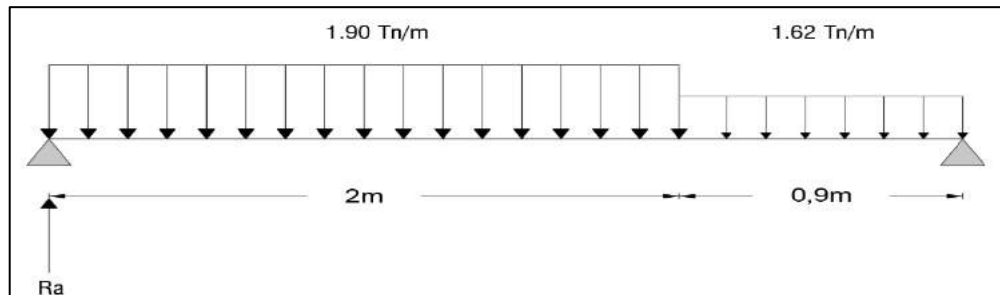
$$W_u = 1.4W_d + 1.7W_l$$

$$W_u = 1.4(0.58 + 0.29) + 1.7(0.24)$$

$$W_{u2} = 1.62 \text{ Tn/m}$$

Graficando las cargas existentes tendríamos:

FIGURA N° 9
CARGAS SOBRE LA ESCALERA



Fuente: Elaboración Propia

Calculamos la reacción en el punto A:

$$2.90xR_a = \frac{1.90 \times 2.90^2}{2} + (1.90 - 1.62)x2.00x\left(0.90 + \frac{2.00}{2}\right)$$

Despejando obtenemos:

$$R_a = \frac{1.90 \times 2.90}{2} + (0.28)x2.00x\left(\frac{1.90}{2.90}\right)$$

Con ello, obtenemos que $R_a = 3.12 \text{ t}$.

Ahora por condiciones de equilibrio, determinamos la distancia a donde se encuentra R_a :

$$V_x = R_a - W_{u1} \cdot X = 0 ; \text{ despejando obtenemos}$$

$$X = \frac{3.12}{1.90}$$

$$X = 1.64$$

Ahora con estos datos calculamos el momento máximo

$$M_{max} = R_a X - W_{u1} x \frac{x^2}{2}$$

$$M_{max} = 3.12x1.64 - 1.9x\frac{1.64^2}{2}$$

$$M_{max} = 2.56 \text{ t.m}$$

Calculamos el momento de diseño:

$$M_{diseño} = 0.8M_{max}$$

$$M_{diseño} = 0.8 * 2.56$$

$$M_{diseño} = 2.048$$

Determinamos la cuantía para escaleras:

$$A_{s \text{ temperatura}} = 0.0018 \times b \times t$$

$$A_{s \text{ temperatura}} = 0.0018 \times 120 \times 15$$

$$A_{s \text{ temperatura}} = 3.24$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f' y \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad ; \quad a = \frac{A_s \times f' y}{0.85 \times b \times f' c}$$

Determinamos d:

$$d = t - \left(r + \frac{\Phi}{2}\right) = 15 - \left(2 + \frac{1.27}{2}\right) = 12.37$$

Por iteraciones determinamos que A_s y a :

$$A_s = 3.646$$

$$a = 0.715$$

II. Modelado Estructural Inicial:

Una vez realizado el predimensionamiento de los elementos estructurales, se procedió a realizar el modelado estructural en el software ETABS.

El concreto para el diseño tendrá un peso de 2400 kg/m^3 .

También tendrá una masa por unidad de volumen de $244.732 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$. El cual es el peso del concreto sobre la gravedad.

El módulo de elasticidad (E) que se haya de la siguiente manera: $15000 \times \sqrt{f'c}$, el cual será $217,370.65 \text{ kg/cm}^2 \approx 2173706512 \text{ kg/m}^2$.

El factor de Poisson (U), para concreto es de 0.2.

FIGURA N° 10
CONFIGURACIÓN DEL MATERIAL DE CONCRETO

Material Property Data

General Data

Material Name: CC210

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: [Text Area] Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2400 kg/m³

Mass per Unit Volume: 244.732 kg-g³/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2173706512 kgf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 905711046.64 kgf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Fuente: ETABS

También tendrá una resistencia al concreto ($f'c$) de 210 kg/cm^2 :

FIGURA N° 11
CONFIGURACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: FC210

Material Type: Concrete, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 2100000 kgf/m²

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor: [Empty Field]

OK Cancel

Fuente: ETABS

Luego definimos el material del acero.

El cual tendrá una densidad de 7800 kg/m^3 .

Una masa por unidad de volumen de $795.379 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$.

Un módulo de elasticidad (E) el cual se será $2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

FIGURA N° 12 CONFIGURACIÓN DEL ACERO

Material Property Data

General Data

Material Name: FY4200

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Blue] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7800 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 795.379 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 20000000000 kgf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Fuente: ETABS

También tendrá una fluencia (Fy) de 4200 kg/cm^2 .

Una tensión última o resistencia a la tracción (Fu) de 6300 kg/cm^2 .

FIGURA N° 13 CONFIGURACIÓN DE FLUENCIA ACERO

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: FY4200

Material Type: Rebar, Uniaxial

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy: 42000000 kgf/m²

Minimum Tensile Strength, Fu: 63000000 kgf/m²

Expected Yield Strength, Fye: 46402595.33 kgf/m²

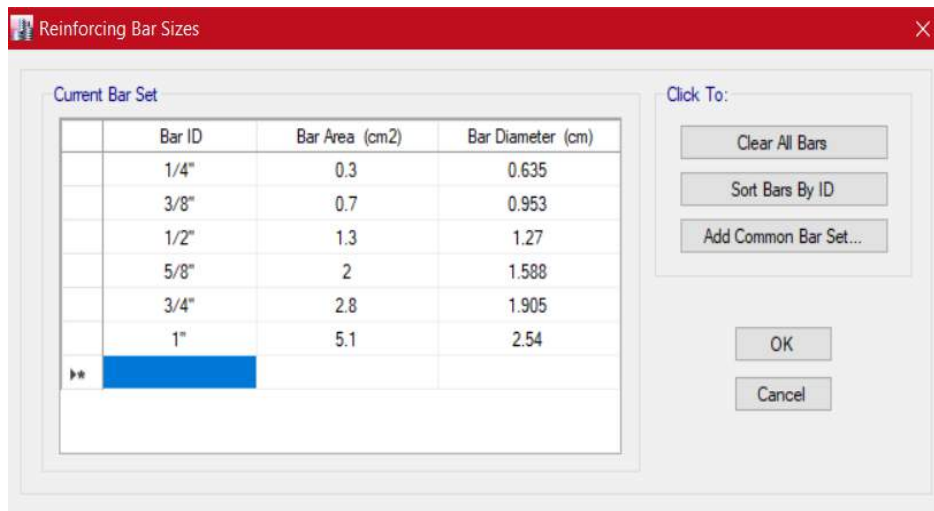
Expected Tensile Strength, Fue: 69603892.99 kgf/m²

OK Cancel

Fuente: ETABS

Luego procedemos a la configuramos de los diámetros de las barras:

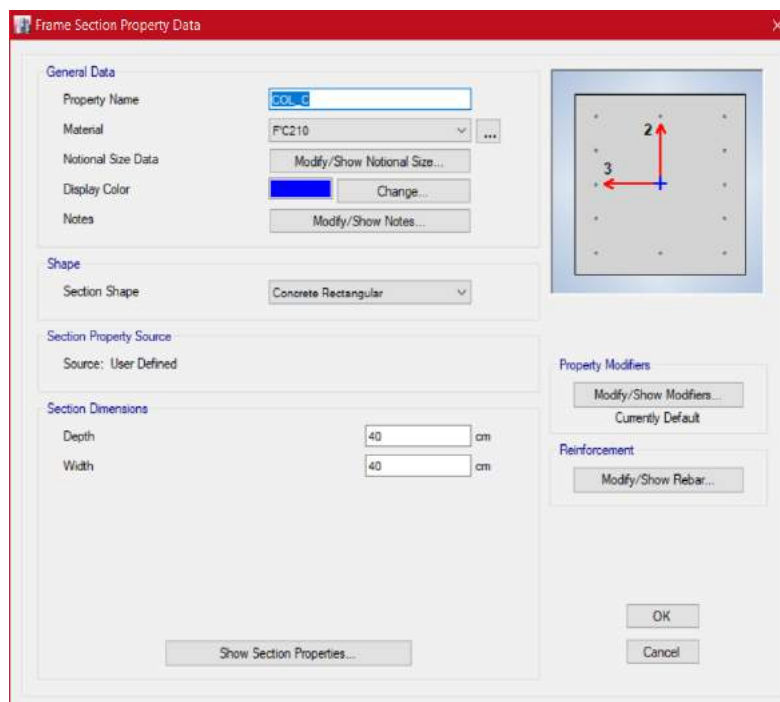
FIGURA N° 14
CONFIGURACIÓN DE BARRAS DE ACERO



Fuente: ETABS

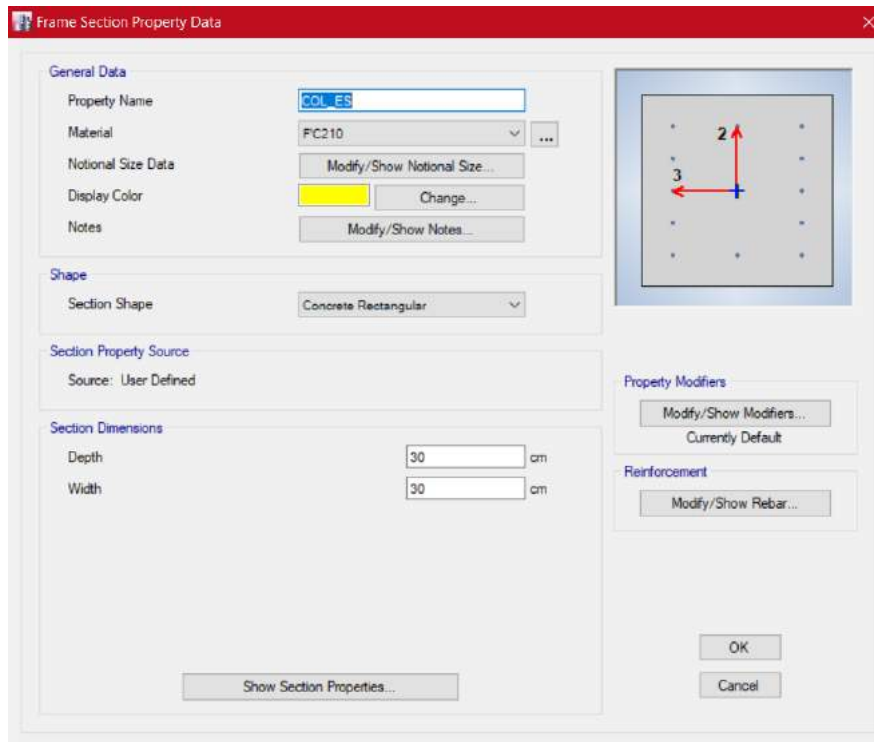
Configuramos las vigas y columna.

FIGURA N° 15
SECCIÓN DE COLUMNA CENTRAL



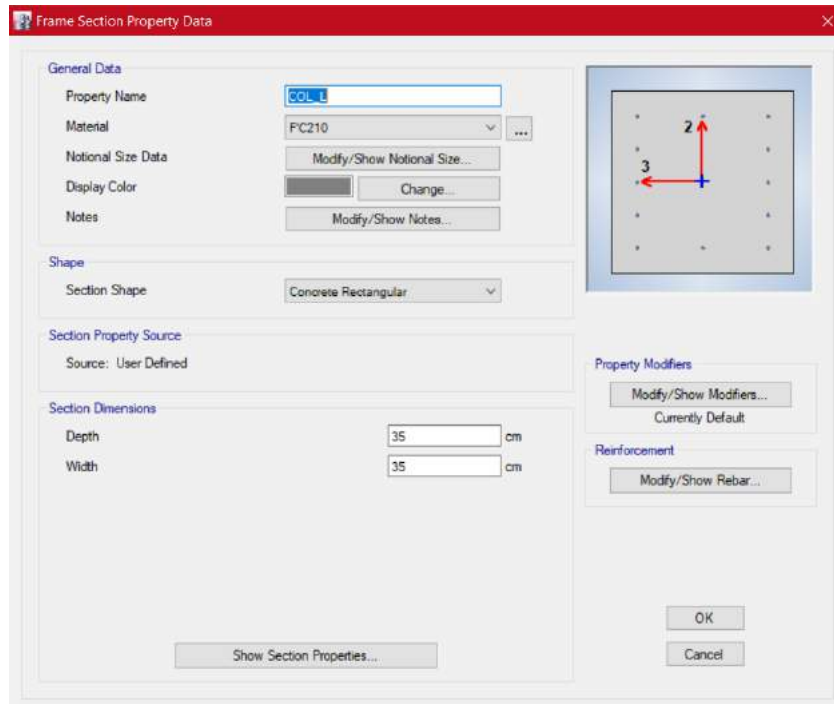
Fuente: ETABS

FIGURA N° 16
SECCIÓN DE COLUMNA ESQUINERA



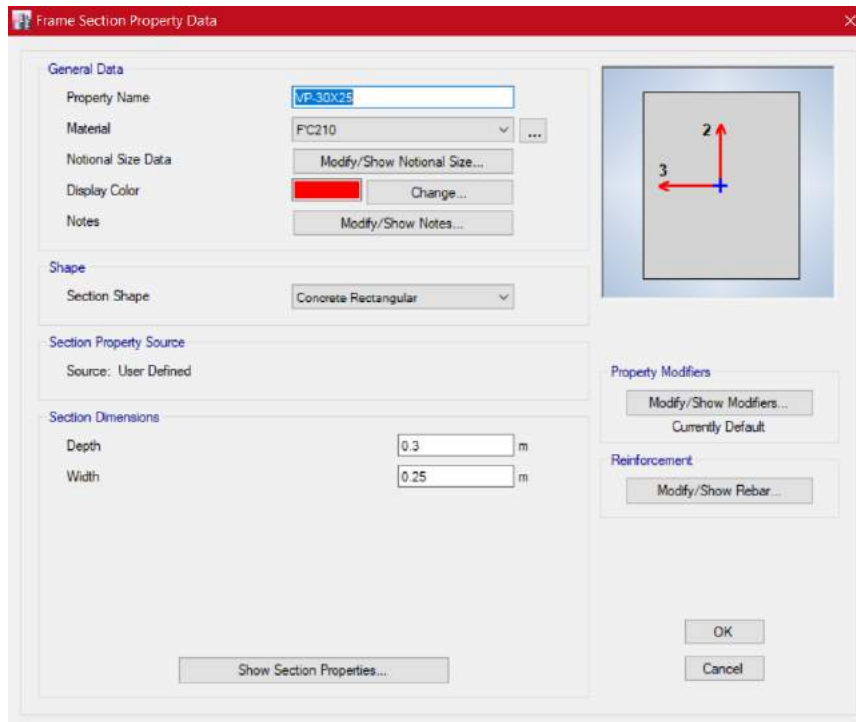
Fuente: ETABS

FIGURA N° 17
SECCIÓN DE COLUMNA LATERAL



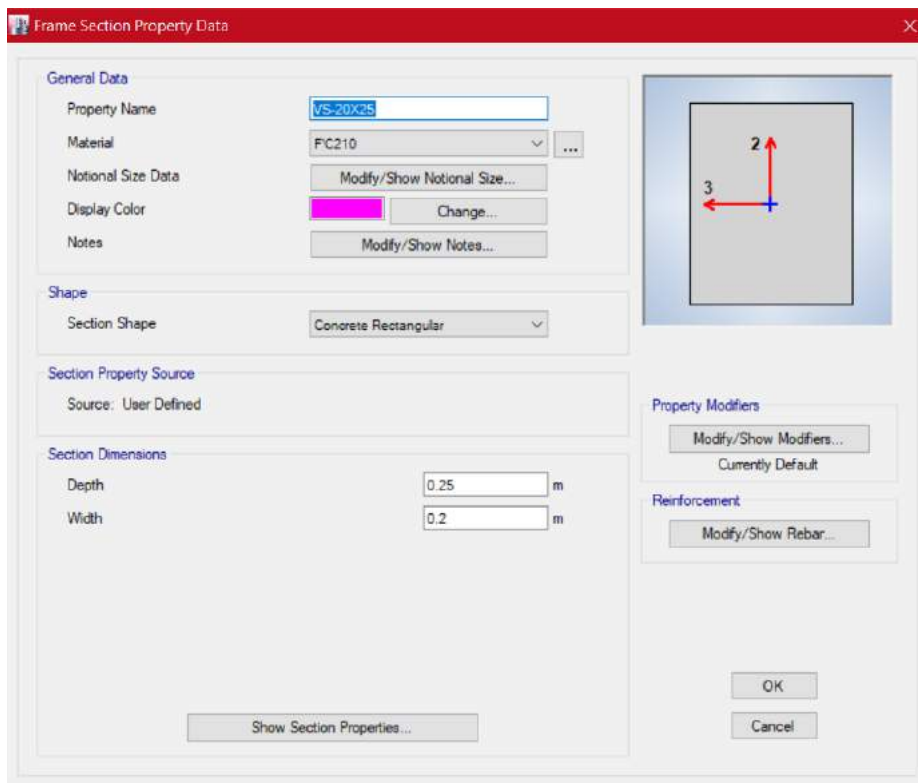
Fuente: ETABS

FIGURA N° 18
SECCIÓN DE VIGAS PRINCIPALES



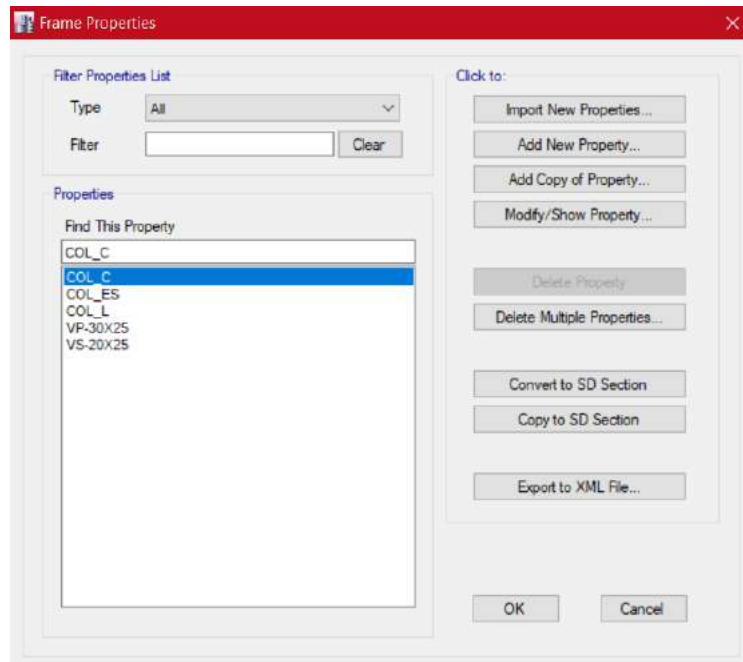
Fuente: ETABS

FIGURA N° 19
SECCIÓN DE VIGAS SECUNDARIAS



Fuente: ETABS

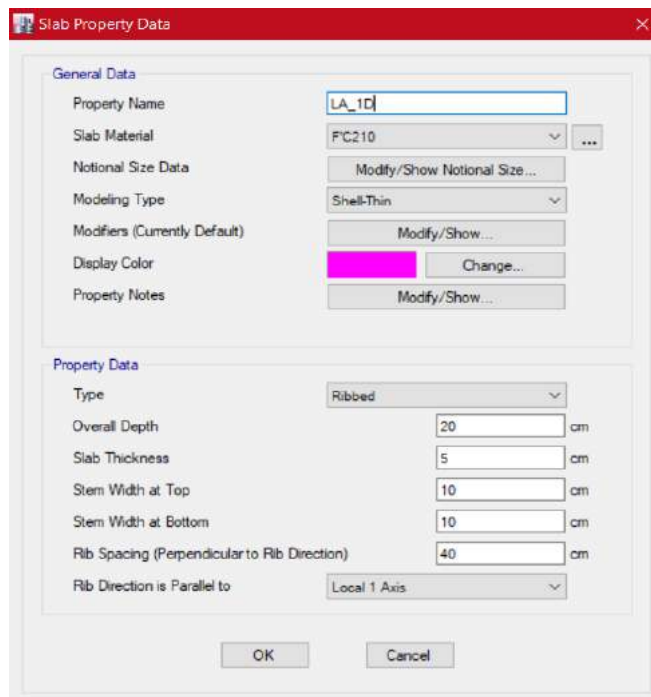
FIGURA N° 20 ELEMENTOS ESTRUCTURALES CONFIGURADOS



Fuente: ETABS

Configuramos la losa aligerada que irá en los 4 pisos, la losa masiza para la plataforma donde irán las posibles tnques y la losa para la escalera.

FIGURA N° 21 CONFIGURACIÓN DE LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCIÓN



Fuente: ETABS

FIGURA N° 22
CONFIGURACIÓN DE LOSA MACIZA

The image shows a screenshot of the 'Slab Property Data' dialog box in ETABS software. The dialog is titled 'Slab Property Data' and has a red header bar with a close button. It is divided into two main sections: 'General Data' and 'Property Data'.
General Data:
- Property Name: LM_CISTERNA
- Slab Material: FC210
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Shell-Thin
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: A blue color swatch with a 'Change...' button.
- Property Notes: Modify/Show...
Property Data:
- Type: Slab
- Thickness: 15 cm
At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

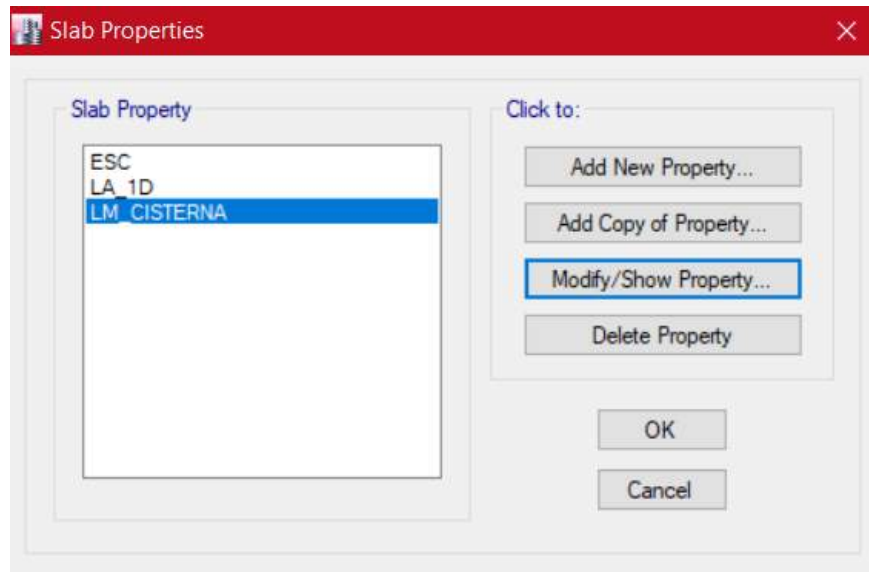
Fuente: ETABS

FIGURA N° 23
CONFIGURACIÓN DE ESCALERA

The image shows a screenshot of the 'Slab Property Data' dialog box in ETABS software, configured for a staircase. The dialog is titled 'Slab Property Data' and has a red header bar with a close button. It is divided into two main sections: 'General Data' and 'Property Data'.
General Data:
- Property Name: ESC
- Slab Material: FC210
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Shell-Thin
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: A blue color swatch with a 'Change...' button.
- Property Notes: Modify/Show...
Property Data:
- Type: Slab
- Thickness: 15 cm
At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Fuente: ETABS

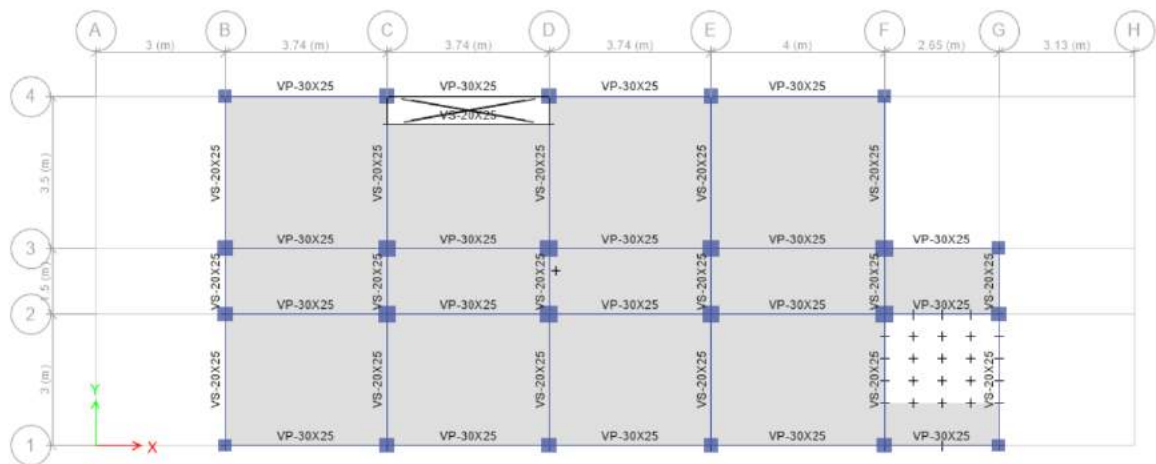
FIGURA N° 24
LOSAS CONFIGURADAS



Fuente: ETABS

Una vez definidos los elementos en el programa, se colocaron en el lugar previsto.

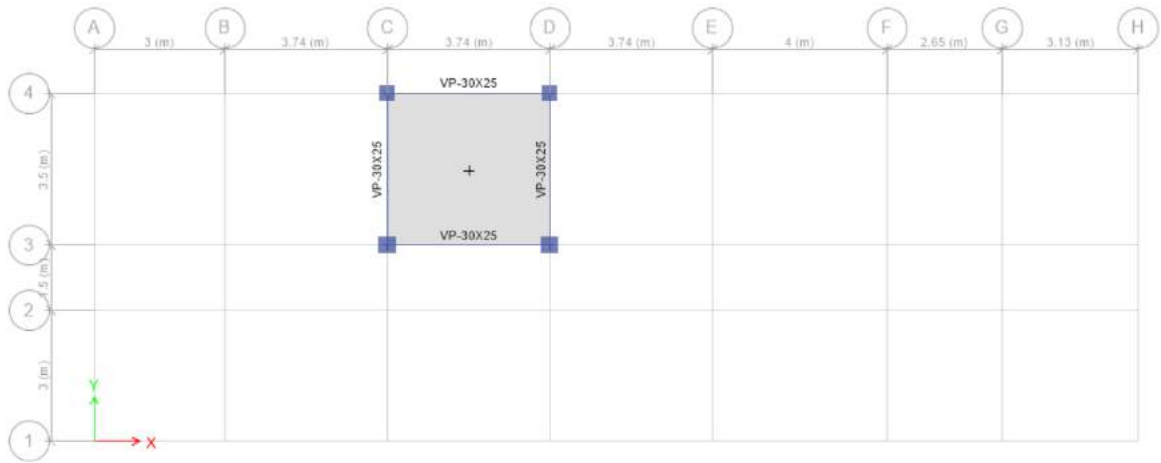
FIGURA N° 25
VISTA EN PLANTA DE ELEMENTOS COLOCADOS



Fuente: ETABS

FIGURA N° 26

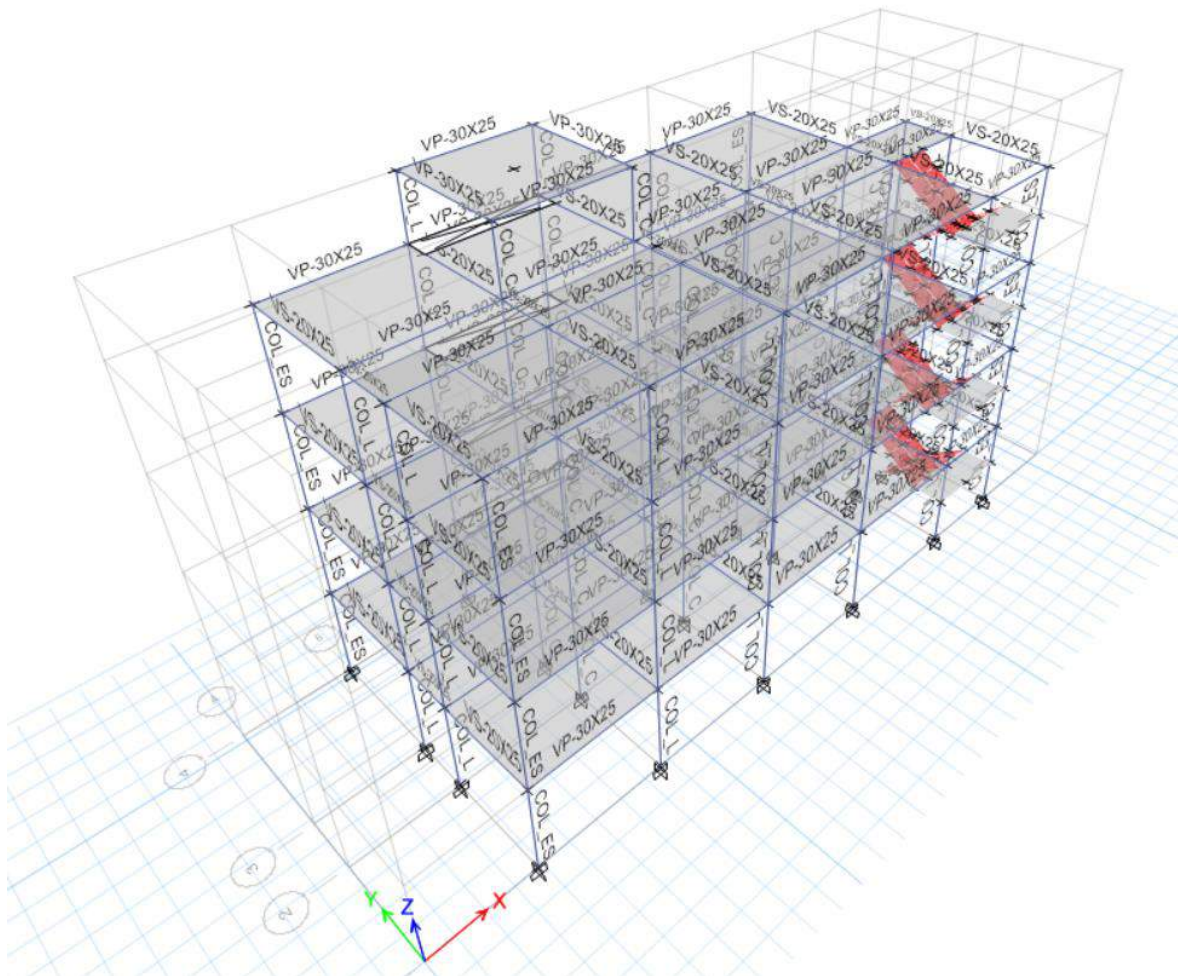
VISTA EN PLANTA DE LOS ELEMENTOS COLOCADOS EN CISTERNA



Fuente: ETABS

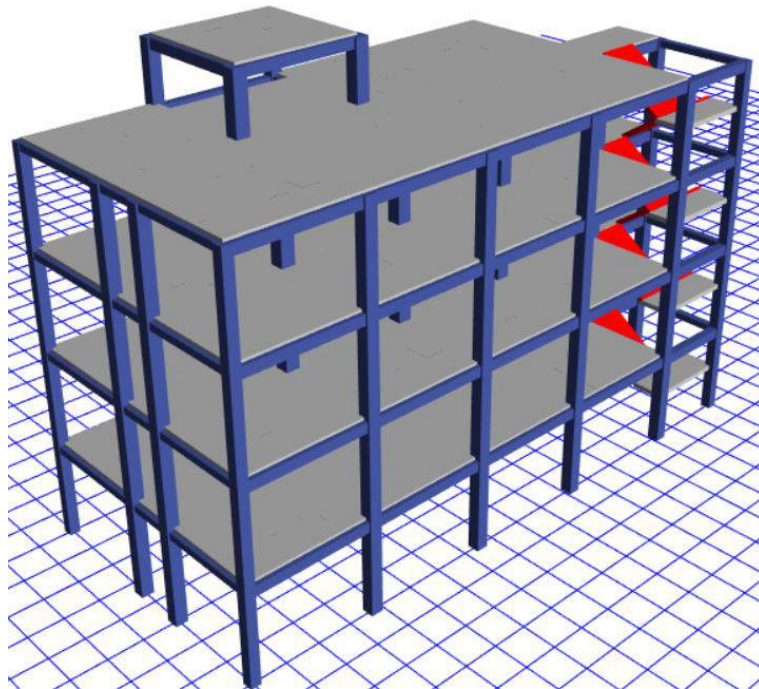
FIGURA N° 27

MODELADO EN LOS CUATROS NIVELES Y CISTERNA



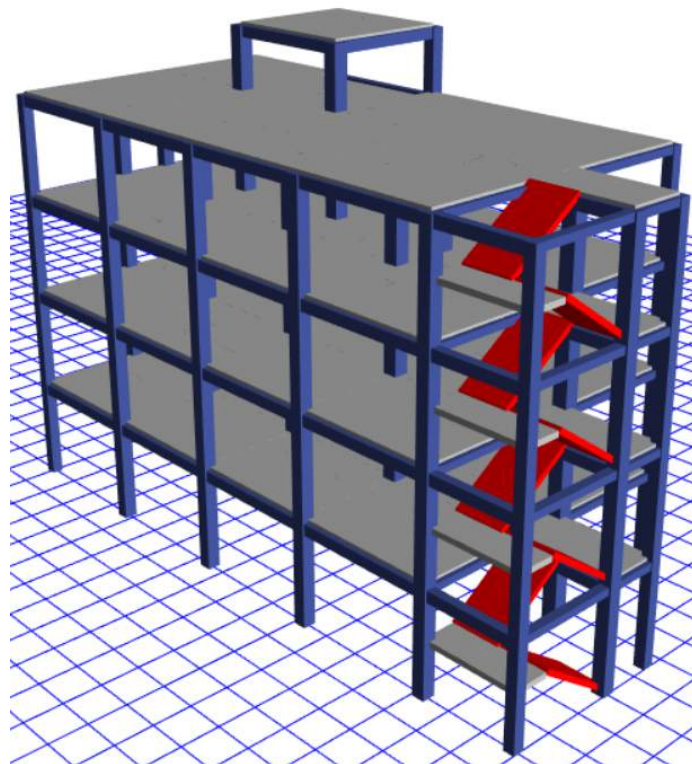
Fuente: ETABS

FIGURA N° 28
RENDERIZADO DEL MODELO ESTRUCTURAL



Fuente: ETABS

FIGURA N° 29
RENDERIZADO EN 3D



Fuente: ETABS

III. Análisis Estructural:

Comenzamos con el espectro de respuesta según la NTE E.030.

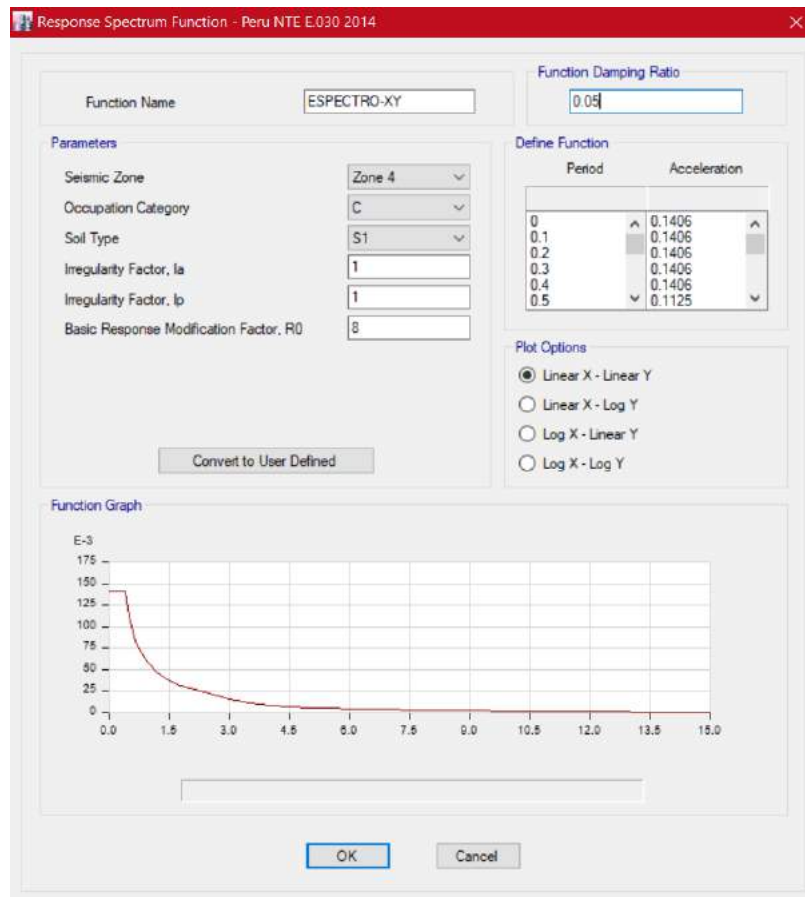
Los datos mencionados a continuación fueron explicados en el ítem 1.4.1.1.

TABLA N° 11
DATOS PARA ANÁLISIS

Zonificación	Z4	Z = 0.45
Parámetros de Sitio	S1	S = 1.00
		Tp = 0.40
		Ti = 2.50
Categoría	Común (C)	U = 1.00
Coeficiente de Reducción Sísmica	Concreto Armado con Pórticos	R0 = 8
		la = 1
		lp = 1

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 30
CONFIGURACIÓN DE LA ACELERACIÓN ESPECTRAL



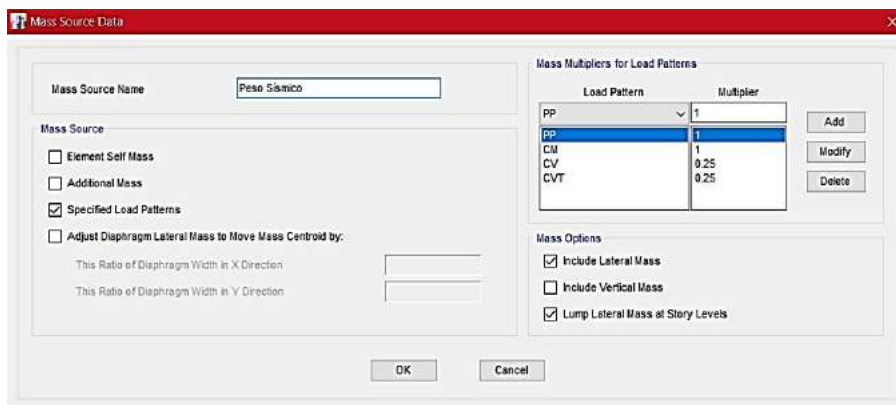
Fuente: ETABS

Function Damping Ratio, que aparece en el gráfico n° 32, es la función de amortiguamiento que la norma nos dice que es 5%.

El gráfico de la aceleración espectral, sale de relacionar S_a que es la aceleración espectral y T que es el periodo fundamental. donde a T se le van asignando valores desde 0. Según varíe el valor de T , la aceleración espectral va cambiando.

Para las estimaciones del peso, según la NTE E.030, para una edificación de tipo C será el 25% de la carga viva. Para azoteas y techos se tomará el 25% de la carga viva. La carga muerta y el peso propio (tabiquerías y acabados) son permanentes, por ende, serán al 100%.

FIGURA N° 31
CONFIGURACIÓN DE LAS CARGAS DE ANÁLISIS

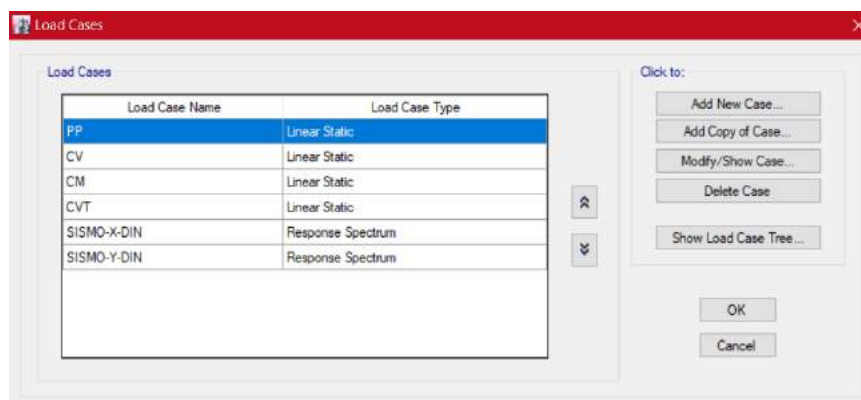


Fuente: ETABS

Donde PP es el peso propio, CM la carga muerta, CV la carga viva y CVT la carga viva de texto.

Para los casos de carga, le añadimos los casos de sismo dinámico en X y Y:

FIGURA N° 32
CONFIGURACIÓN DE LOS CASOS DE CARGA



Fuente: ETABS

Al añadir los casos de sismos, también consideramos el amortiguamiento que es del 5%; a su vez también se consideró la excentricidad accidental de 0.05 según la NTE E.030:

FIGURA N° 33
CONFIGURACIÓN DEL AMORTIGUAMIENTO Y EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL



The screenshot shows two input fields in a software interface. The first field is labeled 'Modal Damping' and contains the text 'Constant at 0.05'. The second field is labeled 'Diaphragm Eccentricity' and contains the text '0.05 for All Diaphragms'.

Fuente: ETABS

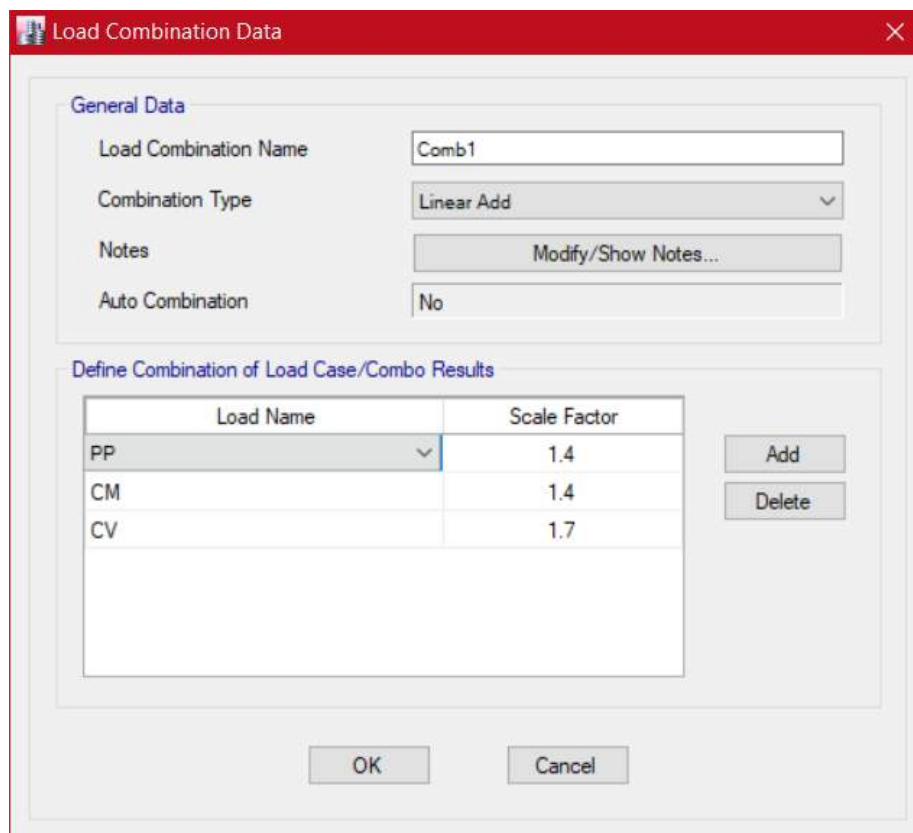
Luego agregamos las siguientes combinaciones de carga según la E.060:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9CM \pm CS$$

FIGURA N° 34
CONFIGURACIÓN DE COMBINACIÓN DE CARGA DE CV Y CM



The screenshot shows the 'Load Combination Data' dialog box. It has a red title bar with the text 'Load Combination Data' and a close button. The dialog is divided into two sections: 'General Data' and 'Define Combination of Load Case/Combo Results'. In the 'General Data' section, there are four fields: 'Load Combination Name' (text box with 'Comb1'), 'Combination Type' (dropdown menu with 'Linear Add'), 'Notes' (text box with 'Modify/Show Notes...'), and 'Auto Combination' (text box with 'No'). In the 'Define Combination of Load Case/Combo Results' section, there is a table with two columns: 'Load Name' and 'Scale Factor'. The table contains three rows: 'PP' with a scale factor of 1.4, 'CM' with a scale factor of 1.4, and 'CV' with a scale factor of 1.7. To the right of the table are 'Add' and 'Delete' buttons. At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Load Name	Scale Factor
PP	1.4
CM	1.4
CV	1.7

Fuente: ETABS

Se consideró al PP y al CM como cargas muertas.

FIGURA N° 35
CONFIGURACIÓN DE COMBINACIÓN DE CARGA POR SISMO EN X

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Comb2

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
PP	1.25
CM	1.25
CV	1.25
SISMO-X-DIN	1

Add

Delete

OK Cancel

Fuente: ETABS

FIGURA N° 36
CONFIGURACIÓN DE COMBINACIÓN DE CARGA POR SISMO EN Y

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Comb3

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
PP	1.25
CM	1.25
CV	1.25
SISMO-Y-DIN	1

Add

Delete

OK Cancel

Fuente: ETABS

Para casos de sismo se considera en las 2 direcciones, es por ello que se aplicó 2 combinaciones de carga; una para sismo en X y otra para sismo en Y.

FIGURA N° 37
COMBINACIÓN DE CARGA POR SISMO EN X

The screenshot shows the 'Load Combination Data' dialog box for 'Comb4'. The 'General Data' section includes: 'Load Combination Name' (Comb4), 'Combination Type' (Linear Add), 'Notes' (Modify/Show Notes...), and 'Auto Combination' (No). The 'Define Combination of Load Case/Combo Results' section contains a table with the following data:

Load Name	Scale Factor
PP	0.9
CM	0.9
SISMO-X-DIN	1

Buttons for 'Add', 'Delete', 'OK', and 'Cancel' are visible.

Fuente: ETABS

FIGURA N° 38
COMBINACIÓN DE CARGA POR SISMO EN Y

The screenshot shows the 'Load Combination Data' dialog box for 'Comb5'. The 'General Data' section includes: 'Load Combination Name' (Comb5), 'Combination Type' (Linear Add), 'Notes' (Modify/Show Notes...), and 'Auto Combination' (No). The 'Define Combination of Load Case/Combo Results' section contains a table with the following data:

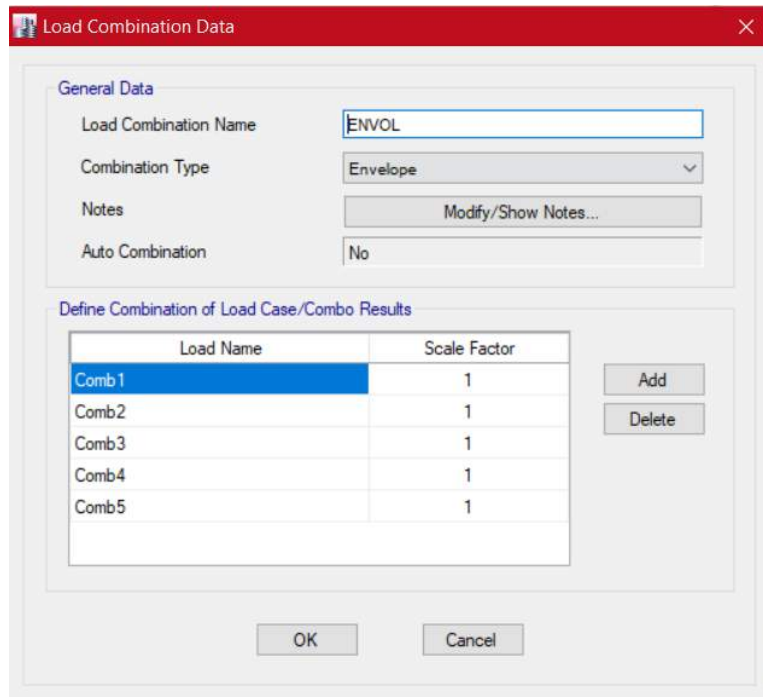
Load Name	Scale Factor
PP	0.9
CM	0.9
SISMO-Y-DIN	1

Buttons for 'Add', 'Delete', 'OK', and 'Cancel' are visible.

Fuente: ETABS

Y finalmente una envolvente con las combinaciones agregadas.

FIGURA N° 39
COMBINACIÓN DE CARGA POR ENVOLVENTE



Fuente: ETABS

Una vez realizado el modelado se le añadió las cargas sobre las losas y sobre las vigas.

FIGURA N° 40
CONFIGURACIÓN DE CARGAS EN LA ESTRUCTURA EN LOS 3 PRIMEROS PISOS



Fuente: ETABS

FIGURA N° 41
CONFIGURACIÓN DE CARGAS EN LA ESTRUCTURA EN LA ÚLTIMA LOSA



Fuente: ETABS

FIGURA N° 42
CONFIGURACIÓN DE CARGAS EN LA ESTRUCTURA DE LA ESCALERA

Geometry	Assignments	Loads
▼	Load Pattern: CM	
>	Uniform	100 kgf/m ²
▼	Load Pattern: CV	
>	Uniform	200 kgf/m ²

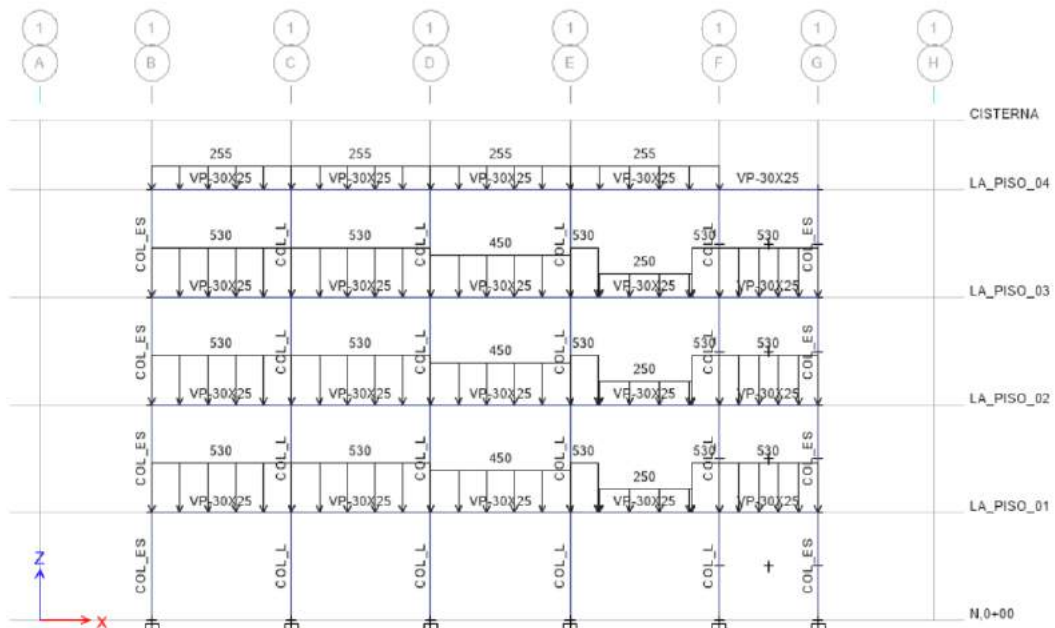
Fuente: ETABS

FIGURA N° 43
CONFIGURACIÓN DE CARGAS EN LA LOSA DE CISTERNA

Geometry	Assignments	Loads
▼	Load Pattern: CM	
>	Uniform	100 kgf/m ²
▼	Load Pattern: CV	
>	Uniform	200 kgf/m ²

Fuente: ETABS

FIGURA N° 44
CARGAS DISTRIBUIDAS ACTUANTES EN LAS VIGAS



Fuente: ETABS

Se procesa el modelamiento y se verifica el periodo fundamental.

TABLA N° 12
PERIODOS FUNDAMENTALES

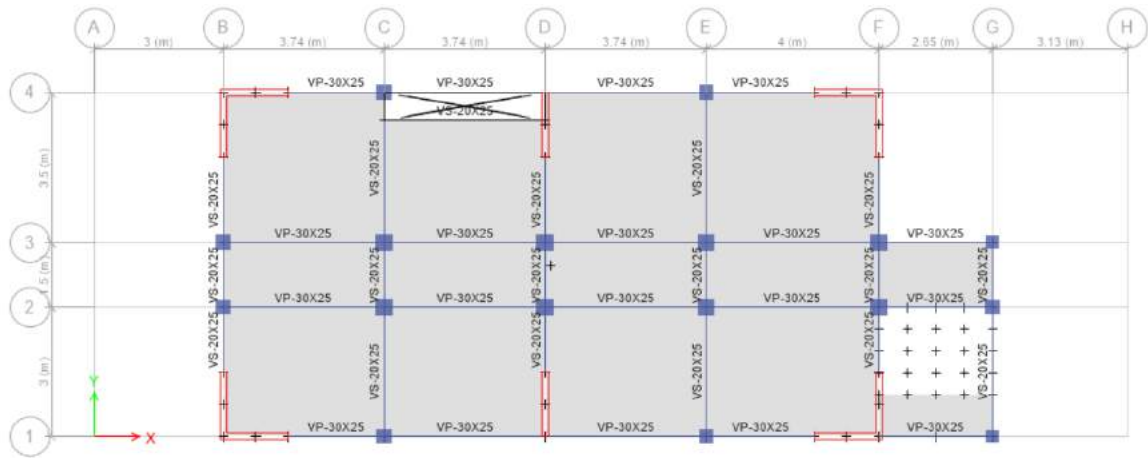
TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1	0.604	0.0566	0.5402	0.2324
Modal	2	0.502	0.7086	0.1101	0.0084
Modal	3	0.412	0.0614	0.1765	0.5923
Modal	4	0.187	0.0086	0.0736	0.0314
Modal	5	0.16	0.0978	0.016	0.0007
Modal	6	0.132	0.009	0.0242	0.0782
Modal	7	0.104	0.0036	0.0268	0.0121
Modal	8	0.092	0.0331	0.0061	0.0002
Modal	9	0.076	0.0039	0.0107	0.0197
Modal	10	0.07	0.0002	0.0087	0.0063
Modal	11	0.066	0.013	0.0018	0.0008
Modal	12	0.056	0.0013	0.0001	0.002
Modal	13	0.055	0.0001	0.0031	0.0061
Modal	14	0.014	0.0019	0.00001735	0.0007
Modal	15	0.013	0.00001247	0.0019	0.0054

Fuente: ETABS

El periodo fundamental (T) debe aproximarse a $\frac{h_n}{C_t}$ en el modo 1; donde h_n es la altura total del edificio y C_t que es un coeficiente que depende del tipo de edificación, para este caso es 35 ya que es una estructura de concreto armado. Haciendo esta operación, el valor de T es 0.371.

En la tabla n.º 12 se muestra que el periodo fundamental del modo 1 es 0.604, esto no se aproxima al valor de T, es por ello que se optó por añadirle placas, las cuales serán de 15 cm de ancho y la distribución fue de la siguiente manera:

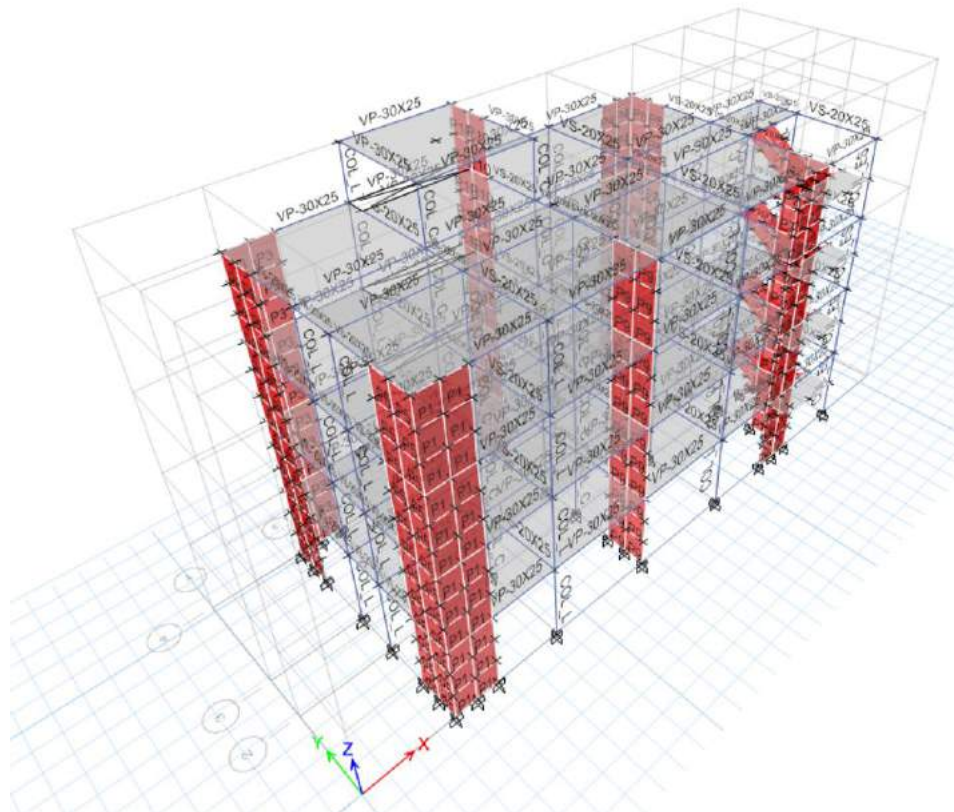
FIGURA N° 45
MODELADO CON PLACAS O MUROS ESTRUCTURALES



Fuente: ETABS

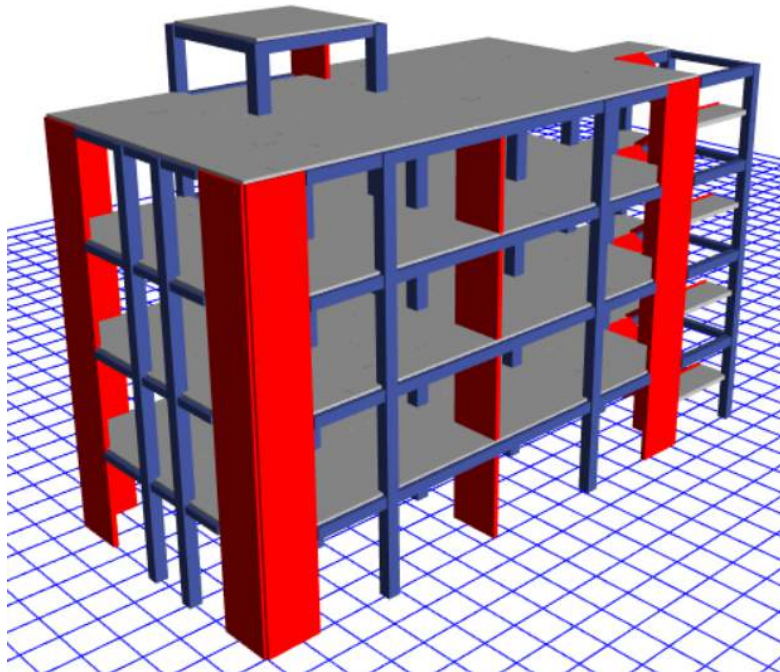
Los rectángulos de bordes rojo son las placas añadidas al modelo principal, las cuales tienen una longitud de 1.5 m en cada eje; viéndose de la siguiente manera en una vista 3D:

FIGURA N° 46
MODELADO EN 3D



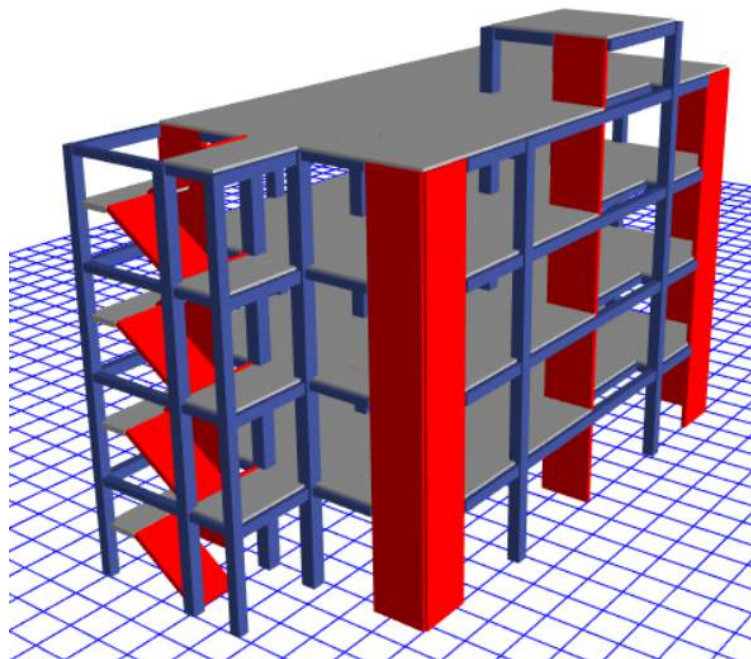
Fuente: ETABS

FIGURA N° 47
MODELADO RENDERIZADO CON PLACAS



Fuente: ETABS

FIGURA N° 48
MODELADO RENDERIZADO CON PLACAS



Fuente: ETABS

Corremos el modelo y nuevamente verificamos el periodo fundamental:

TABLA N° 13
PERIODOS FUNDAMENTALES VERIFICADOS

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1	0.339	0.7253	0.0198	0.0094
Modal	2	0.312	0.011	0.6673	0.0674
Modal	3	0.205	0.0215	0.0685	0.6665
Modal	4	0.093	0.1525	0.0026	0.0029
Modal	5	0.085	0.001	0.138	0.0126
Modal	6	0.064	0.0235	0.0009	0.0081
Modal	7	0.061	9.567E-07	0.0369	0.0179
Modal	8	0.054	0.0001	0.0003	0.1354
Modal	9	0.048	0.0027	0.0001	0.0111
Modal	10	0.043	0.046	0.0006	0.0004
Modal	11	0.038	0.0004	0.0481	0.000008634
Modal	12	0.03	0.0134	0.0001	0.0002
Modal	13	0.026	0.0001	0.0138	0.0014
Modal	14	0.015	0.000007266	0.0025	0.0078
Modal	15	0.009	0.0018	0.0001	0.0043

Fuente: ETABS

De esta manera el periodo si se aproxima al valor de T tanto en X como en Y.

Por otro lado, también se debe verificar que en el modo 1 el mayor porcentaje de masa participativa supere el 50% en UX, que el modo 2 supere el 50% en UY y de igual modo que el modo 3 supere el 50% en RZ. En este caso también cumple con estos criterios.

Al añadirle placas a nuestra edificación, el tipo de nuestra edificación puede cambiar. Es por ello que debemos determinar el tipo de edificación, por eso se realiza la siguiente comprobación:

TABLA N° 14
FUERZAS CORTANTES EN "X" Y "Y"

TABLE: Story Forces				
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
CISTERNA	SISMO-X-DIN Max	Top	3.1397	0.3135
CISTERNA	SISMO-X-DIN Max	Bottom	3.1397	0.3135
CISTERNA	SISMO-Y-DIN Max	Top	0.5386	3.4483
CISTERNA	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	0.5386	3.4483
LA_PISO_04	SISMO-X-DIN Max	Top	20.4095	2.6174
LA_PISO_04	SISMO-X-DIN Max	Bottom	21.0416	2.816
LA_PISO_04	SISMO-Y-DIN Max	Top	2.7758	19.5047
LA_PISO_04	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	2.867	19.9115
LA_PISO_03	SISMO-X-DIN Max	Top	41.3324	5.7565
LA_PISO_03	SISMO-X-DIN Max	Bottom	41.7541	5.8992
LA_PISO_03	SISMO-Y-DIN Max	Top	5.8042	38.9905
LA_PISO_03	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	5.8761	39.2655
LA_PISO_02	SISMO-X-DIN Max	Top	54.5502	7.7352
LA_PISO_02	SISMO-X-DIN Max	Bottom	54.7917	7.8162
LA_PISO_02	SISMO-Y-DIN Max	Top	7.7444	51.2221
LA_PISO_02	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	7.786	51.3833
LA_PISO_01	SISMO-X-DIN Max	Top	60.3787	8.5431
LA_PISO_01	SISMO-X-DIN Max	Bottom	60.4512	8.569
LA_PISO_01	SISMO-Y-DIN Max	Top	8.5577	56.5449
LA_PISO_01	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	8.5688	56.5985

Fuente: ETABS

En la tabla n.º 14 se muestra las fuerzas cortantes debido al sismo en ambas direcciones, donde verificamos cual es la mayor fuerza cortante del sismo en X y en Y. Como bien sabemos las fuerzas cortantes actúan en mayor intensidad en el primer nivel. Es por ello que la mayor fuerza cortante en X es 60.45 Tn y en dirección Y, 56.60 Tn.

TABLA N° 15

FUERZAS CORTANTES EN PLACAS, EN EJE "X" Y "Y"

TABLE: Pier Forces					
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2	V3
				tonf	tonf
LA_PISO_01	P1	SISMO-X-DIN Max	Top	10.2695	0.0473
LA_PISO_01	P1	SISMO-X-DIN Max	Bottom	10.2297	0.0358
LA_PISO_01	P1	SISMO-Y-DIN Max	Top	5.6279	0.326
LA_PISO_01	P1	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	5.6145	0.224
LA_PISO_01	P2	SISMO-X-DIN Max	Top	10.3286	0.1452
LA_PISO_01	P2	SISMO-X-DIN Max	Bottom	9.8092	0.1291
LA_PISO_01	P2	SISMO-Y-DIN Max	Top	3.4219	0.1243
LA_PISO_01	P2	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	4.3781	0.342
LA_PISO_01	P3	SISMO-X-DIN Max	Top	11.6839	0.0515
LA_PISO_01	P3	SISMO-X-DIN Max	Bottom	11.6433	0.0343
LA_PISO_01	P3	SISMO-Y-DIN Max	Top	5.7634	0.3265
LA_PISO_01	P3	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	5.7377	0.2127
LA_PISO_01	P4	SISMO-X-DIN Max	Top	12.2794	0.0923
LA_PISO_01	P4	SISMO-X-DIN Max	Bottom	12.2421	0.0679
LA_PISO_01	P4	SISMO-Y-DIN Max	Top	2.9078	0.2109
LA_PISO_01	P4	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	2.8893	0.1553
LA_PISO_01	P5	SISMO-X-DIN Max	Top	4.3626	0.1591
LA_PISO_01	P5	SISMO-X-DIN Max	Bottom	4.3516	0.1989
LA_PISO_01	P5	SISMO-Y-DIN Max	Top	10.8671	0.0417
LA_PISO_01	P5	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	10.9683	0.0532
LA_PISO_01	P6	SISMO-X-DIN Max	Top	5.1858	0.1716
LA_PISO_01	P6	SISMO-X-DIN Max	Bottom	5.1981	0.2121
LA_PISO_01	P6	SISMO-Y-DIN Max	Top	10.6785	0.0338
LA_PISO_01	P6	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	10.7915	0.0559
LA_PISO_01	P7	SISMO-X-DIN Max	Top	2.9909	0.0423
LA_PISO_01	P7	SISMO-X-DIN Max	Bottom	3.5654	0.6144
LA_PISO_01	P7	SISMO-Y-DIN Max	Top	3.5376	0.0448
LA_PISO_01	P7	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	12.3515	0.2746
LA_PISO_01	P8	SISMO-X-DIN Max	Top	6.9156	0.1779

LA_PISO_01	P8	SISMO-X-DIN Max	Bottom	6.9391	0.2152
LA_PISO_01	P8	SISMO-Y-DIN Max	Top	6.6686	0.0367
LA_PISO_01	P8	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	6.7235	0.0368
LA_PISO_01	P9	SISMO-X-DIN Max	Top	0.8346	0.2234
LA_PISO_01	P9	SISMO-X-DIN Max	Bottom	0.8346	0.2234
LA_PISO_01	P9	SISMO-Y-DIN Max	Top	5.1263	0.0494
LA_PISO_01	P9	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	5.1263	0.0494
LA_PISO_01	P10	SISMO-X-DIN Max	Top	0.8085	0.294
LA_PISO_01	P10	SISMO-X-DIN Max	Bottom	0.8085	0.294
LA_PISO_01	P10	SISMO-Y-DIN Max	Top	4.962	0.058
LA_PISO_01	P10	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	4.962	0.058

Fuente: ETABS

En la tabla n.º 15 se muestran las cortantes máximas que actúan en las placas en el primer nivel.

En X:

$$10.2695 + 10.3286 + 11.6839 + 12.2794 = 44.5614 Tn$$

En Y:

$$10.9683 + 10.7915 + 12.3515 + 6.7235 + 5.1263 + 4.9620 = 50.9231 Tn$$

Para determinar el tipo de edificación, debemos conocer el porcentaje de cortante que absorben las placas.

En X:

$$\frac{44.5614 Tn}{60.4512 Tn} * 100 = 73.71\%$$

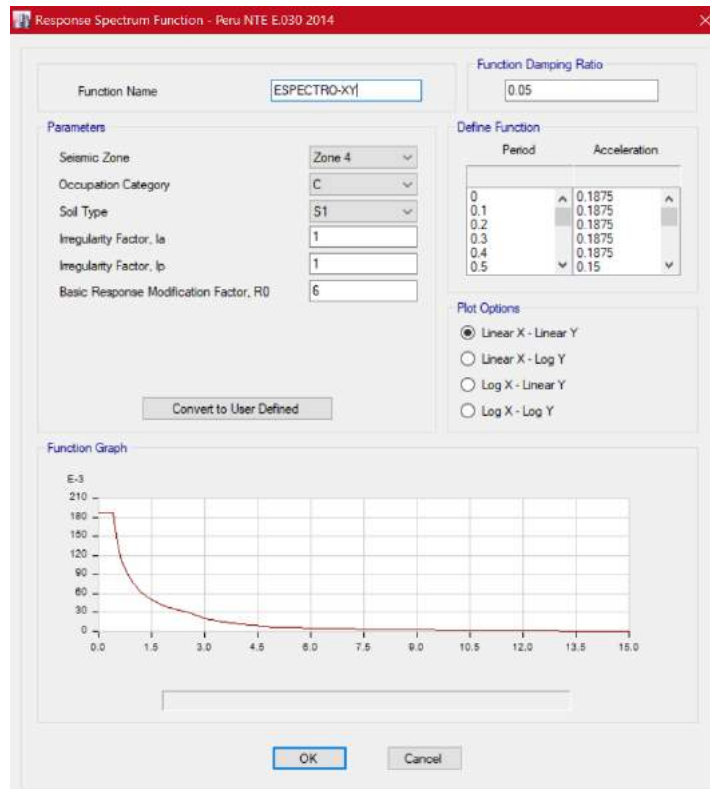
En Y:

$$\frac{50.9231 Tn}{56.5985 Tn} * 100 = 89.97\%$$

Según el RNE, cuando la resistencia sísmica actúa sobre los muros por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base, el sistema estructural es de muros estructurales. En este caso en ambas direcciones superan el 70% por lo que el tipo de edificación es de muros estructurales en ambas direcciones.

Debido al cambio del sistema estructural, el coeficiente básico de reducción sísmica (R_0) cambia a 6. Con ello también cambia aceleración espectral:

FIGURA N° 49
CORRECCIÓN A LA ACELERACIÓN ESPECTRAL



Fuente: ETABS

Una vez modificado el espectro procesamos otra vez el modelado, para conocer el nuevo periodo fundamental.

TABLA N° 16
NUEVOS PERIODOS FUNDAMENTALES

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1	0.339	0.7253	0.0198	0.0094
Modal	2	0.312	0.011	0.6673	0.0674
Modal	3	0.205	0.0215	0.0685	0.6665
Modal	4	0.093	0.1525	0.0026	0.0029
Modal	5	0.085	0.001	0.138	0.0126
Modal	6	0.064	0.0235	0.0009	0.0081
Modal	7	0.061	9.567E-07	0.0369	0.0179
Modal	8	0.054	0.0001	0.0003	0.1354

Modal	9	0.048	0.0027	0.0001	0.0111
Modal	10	0.043	0.046	0.0006	0.0004
Modal	11	0.038	0.0004	0.0481	8.634E-06
Modal	12	0.03	0.0134	0.0001	0.0002
Modal	13	0.026	0.0001	0.0138	0.0014
Modal	14	0.015	7.266E-06	0.0025	0.0078
Modal	15	0.009	0.0018	0.0001	0.0043

Fuente: ETABS

Como el modelo estructural cambió el periodo fundamental ($\frac{h_n}{C_t}$) cambia, ahora será 0.217 ya que el valor de C_t es de 60 debido a que es un edificio de muros estructurales.

En la tabla n.º 16 se muestra que si se aproxima al periodo fundamental (T) tanto en X como en Y y también se muestra que las masas participativas en UX, UY y UZ siguen cumpliendo.

Luego realizaremos un análisis estático; calcularemos el factor de amplificación sísmica con los periodos de la tabla antes mencionada:

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right), C \leq 2.5$$

Para X:

$$C = 2.5 \left(\frac{0.40}{0.339} \right) = 2.950$$

Para Y:

$$C = 2.5 \left(\frac{0.40}{0.312} \right) = 3.205$$

Como en ambos casos es mayor a 2.5, se utilizará dicho valor ya que es el valor máximo.

También se evaluó $C/R \geq 0.11$. Para este caso $C/R = 2.5/6 = 0.417$, este valor si cumple al ser mayor que 0.11, es por ello que se tomará para calcular el coeficiente de cortante en la base:

$$ZUS * \frac{C}{R}$$

$$0.45 * 1.00 * 1.00 * 0.417$$

$$0.1875$$

De igual modo la E.030 también nos dice que k es un exponente relacionado con el periodo fundamental (T) y se calcula dependiendo de:

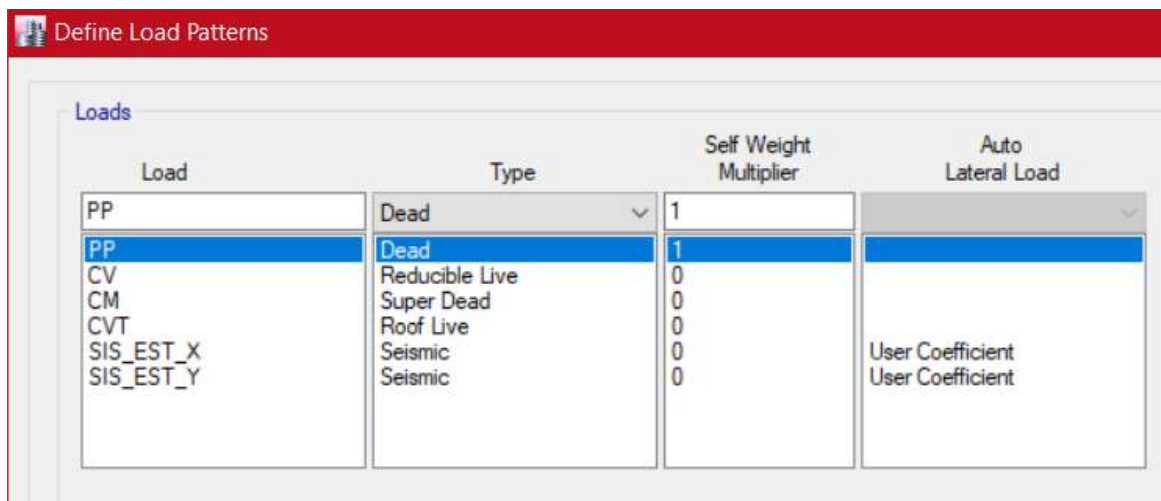
$$T \leq 0.5 \text{ seg}, K = 1.0$$

$$T \geq 0.5 \text{ seg}, K = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$$

Para este caso $T \leq 0.5 \text{ seg}$, es por ello que K equivale a 1.

Creamos nuevos patrones de carga de sismo para casos estáticos en X y en Y:

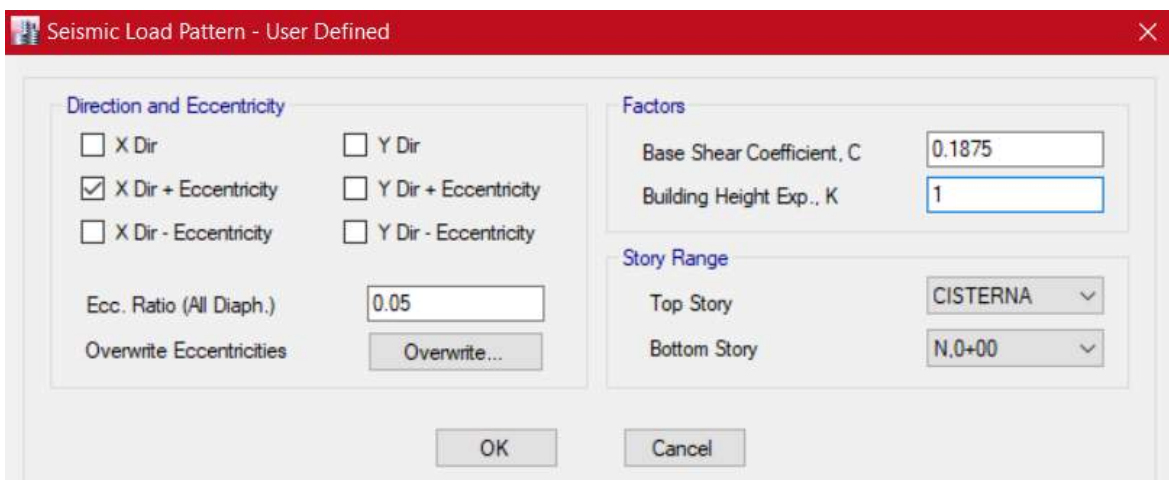
FIGURA N° 50
NUEVOS CASOS DE CARGAS



Fuente: ETABS

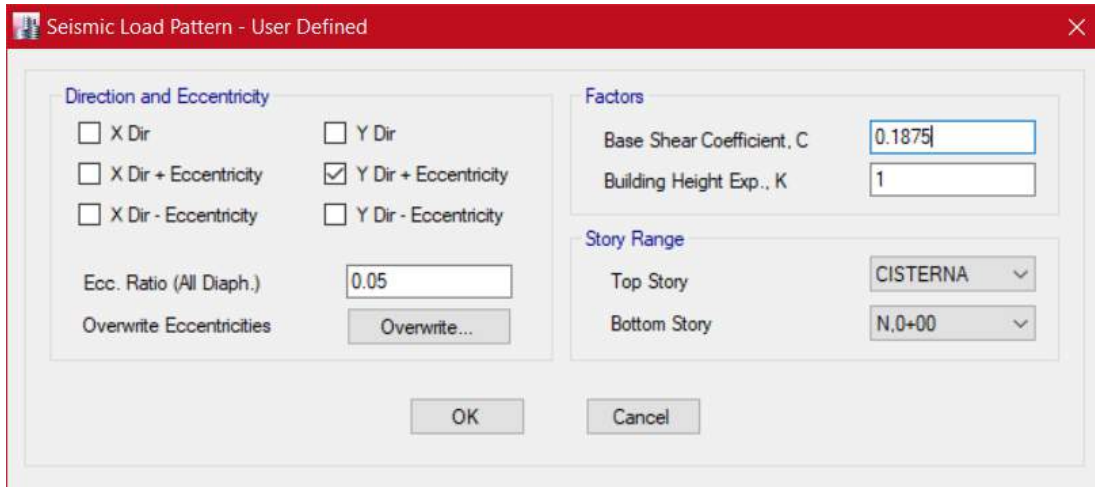
En la figura n.º 50 se muestra el título de SIS_EST_X y SIS_EST_Y, que son los nombres asignados para los casos de sismos estáticos.

FIGURA N° 51
CASOS DE CARGA POR SISMO ESTÁTICO EN X



Fuente: ETABS

FIGURA N° 52
CASOS DE CARGA POR SISMO ESTÁTICO EN Y



Fuente: ETABS

En las figuras n.º 51 y 52 se agregó los datos del K y del C anteriormente calculados; mientras que el 0.05 es la excentricidad accidental que nos dice la E.030.

Una vez hecho esto se procesa el modelo nuevamente.

TABLA N° 17
FUERZAS CORTANTES

TABLE: Story Forces				
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
LA_PISO_01	SISMO-X-DIN Max	Top	80.5049	11.3907
LA_PISO_01	SISMO-X-DIN Max	Bottom	80.6016	11.4253
LA_PISO_01	SISMO-Y-DIN Max	Top	11.4103	75.3932
LA_PISO_01	SISMO-Y-DIN Max	Bottom	11.425	75.4646
LA_PISO_01	SIS_EST_X	Top	-106.8159	0.0153
LA_PISO_01	SIS_EST_X	Bottom	-107.1396	0.0159
LA_PISO_01	SIS_EST_Y	Top	0.0211	-106.737
LA_PISO_01	SIS_EST_Y	Bottom	0.0212	-107.0604

Fuente: ETABS

En la tabla n.º 17 se muestra las fuerzas cortantes para los casos de sismos dinámicos y casos estáticos en el primer nivel ya que ahí se encuentra la mayor fuerza cortante. Con los datos resaltados se realiza una comparación para determinar un factor de escala para el espectro.

Luego, la E.030 nos dice que la fuerza cortante en el primer entrepiso no puede ser menor que el 80% para estructuras regulares, es por ello que a las cortantes estáticas en X y Y, los multiplicamos por este porcentaje.

Para Cortante Estática en X:

$$107.1396 * 0.8 = 85.71$$

Para Cortante Estática en Y:

$$107.0604 * 0.8 = 85.65$$

Después hallamos un factor dividiendo a estos últimos valores con las cortantes dinámicas.

Para Cortante Dinámica en X:

$$\frac{85.71}{80.60} = 1.06$$

Para Cortante Dinámica en Y:

$$\frac{85.65}{75.46} = 1.13$$

Finalmente multiplicaremos al factor de escala del espectro (9.8067) por los factores antes obtenidos.

En X:

$$9.8067 * 1.06 = 10.43$$

En Y:

$$9.8067 * 1.13 = 11.13$$

Con estos últimos datos obtenidos obtendremos, reemplazaremos a los factores para el espectro:

FIGURA N° 53
CORRECCIÓN DEL FACTOR DE ESCALA EN CASO DE CARGA POR SISMO
EN X

Load Case Data

General

Load Case Name: SISMO-X-DIN [Design...]

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

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso Sismico)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESPECTRO-X	10.43

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

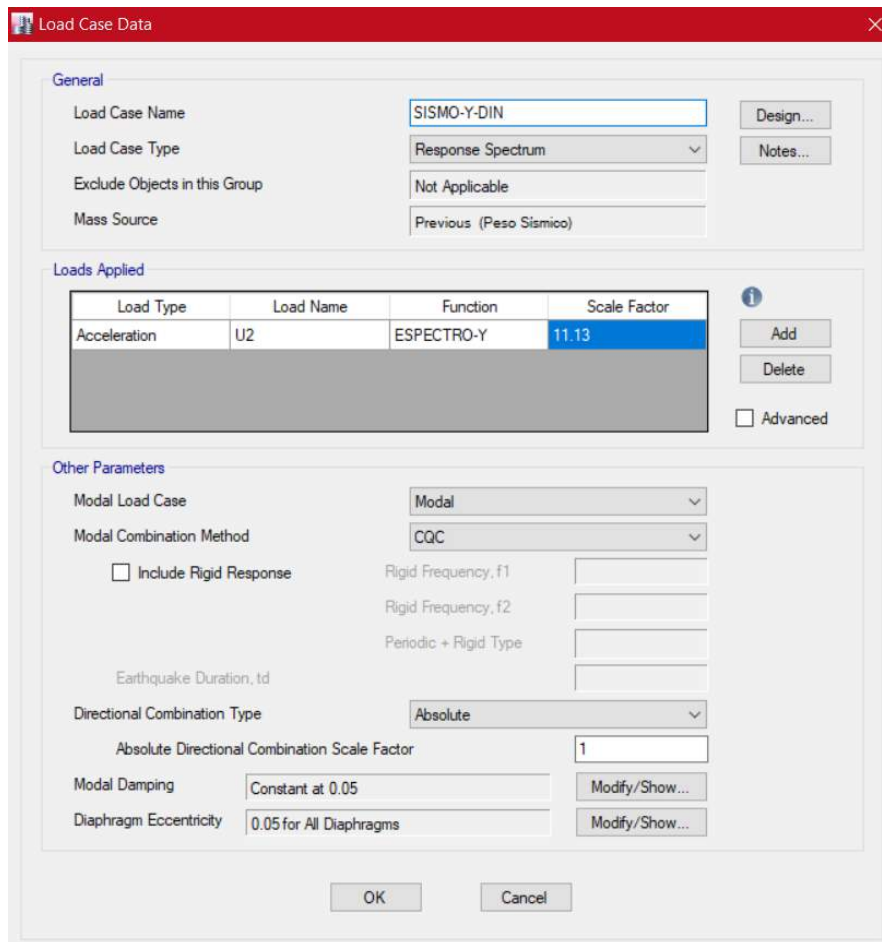
Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: ETABS

FIGURA N° 54
CORRECCIÓN DE FACTOR DE ESCALA EN CASO DE CARGA POR SISMO
EN Y



Fuente: ETABS

En las figuras n° 53 y 54 se muestran a los casos de sismo tanto en X como en Y con sus factores de escalas ya modificados.

Siguiendo con el análisis, verificamos si las placas colocadas requieren de elementos de borde. Para eso el software nos muestra los siguientes resultados:

FIGURA N° 55
VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS A COMPRESIÓN

Boundary Element Check (ACI 21.9.6.3, 21.9.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (cm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-cm	Stress Comp kgf/cm ²	Stress Limit kgf/cm ²	C Depth cm	C Limit cm
Top-Left	Leg 1	17.83	ENVOL	56262.57	-661206.36	36.76	42	32.83	33.333
Top-Right	Leg 1	17.83	ENVOL	56262.57	518120	34.22	42	32.83	33.333
Bottom-Left	Leg 1	25.508	ENVOL	73929.42	-3233377.77	90.34	42	40.508	33.333
Bottom-Right	Leg 1	25.508	ENVOL	73929.42	3294075.48	91.42	42	40.508	33.333

Fuente: ETABS

En la figura n° 55 se observa una comprobación para determinar si las placas necesitarán de un elemento de borde. En dicha figura se muestra al Stress Limit, que es el esfuerzo a compresión límite, esto quiere decir que los valores del Stress Comp (esfuerzo a compresión obtenido), no deben superarlos. Por otro lado, los valores del C Limit, que es la distancia límite del eje neutro, no debe ser superado por las distancias de C Depth.

Como se muestra, los límites fueron superados, esto quiere decir que las placas requerirán de elementos de borde ya que, al superar esos límites, significa que sobre las placas actúan mayor esfuerzo a compresión de la que puede soportar; y al ser añadidos los elementos de borde, aumentaría el esfuerzo a compresión límite.

A su vez el software nos muestra cuales podrían ser las dimensiones de los elementos de borde, así como el área del acero requerido.

FIGURA N° 56

POSIBLES DIMENSIONES DE ELEMENTOS DE BORDE

Flexural Design for P and M₃ —Compression Reinforcement

Station Location	Edge Length cm	Rebar Area cm ²	Compression Combo	P _u kgf	M _{u3} kgf-cm
Left Top	15	5.81	ENVOL	56262.57	-661206.38
Right Top	15	5.3	ENVOL	56262.57	518120
Left Bot	30	10.69	ENVOL	73929.42	-3233377.77
Right Bot	30	10.83	ENVOL	73929.42	3294075.46

Fuente: ETABS

Aquí se muestran las recomendaciones que el software nos indica respecto a las dimensiones para el elemento de borde, las cuales serán de 15x30cm.

Procedemos a añadir los elementos de borde a las placas, las cuales tendrán dimensiones de 30x35 cm las cuales superan a las que el software nos recomienda en la tabla n.º 56; esto con la finalidad de que tenga una mayor resistencia a la compresión. De igual modo aumentamos la resistencia al concreto de las pacas y de los elementos de borde a 280 kg/cm². Por otro lado, aumentamos las dimensiones de las columnas para que todas tengan las mismas dimensiones, esto también ayudará a que el primer nivel tenga mayor resistencia a la compresión.

FIGURA N° 57

VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS A COMPRESIÓN CON ELEMENTOS CON OPTIMIZACIÓN DE ELEMENTOS DE BORDE

Boundary Element Check (ACI 21.9.6.3, 21.9.6.4)

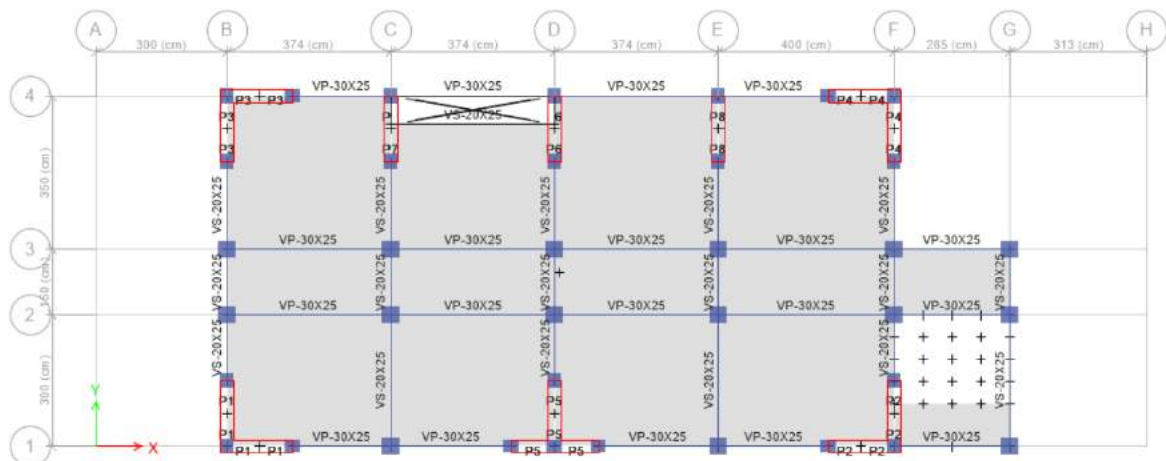
Station Location	ID	Edge Length (cm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-cm	Stress Comp kgf/cm ²	Stress Limit kgf/cm ²	C Depth cm	C Limit cm
Top-Left	Leg 1	Not Required	ENVOL	66402.81	-530462.2	19.47	56	8.106	33.333
Top-Right	Leg 1	Not Required	ENVOL	66402.81	706683.65	21.04	56	8.423	33.333
Top-Left	Leg 2	Not Required	ENVOL	64069.94	-919162.96	22.41	56	8.553	33.333
Top-Right	Leg 2	Not Required	ENVOL	64069.94	802781.58	21.37	56	8.344	33.333
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	ENVOL	87668.11	-2195194.87	38.99	56	13.387	33.333
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	ENVOL	87668.11	2468542.5	41.42	56	13.877	33.333
Bottom-Left	Leg 2	7.512	ENVOL	82168.95	-3436822.97	48.81	56	15.024	33.333
Bottom-Right	Leg 2	7.611	ENVOL	82168.95	3547308.02	49.79	56	15.222	33.333

Fuente: ETABS

Como se ve en la figura n.º 57 una vez optimizado los elementos de placas, los esfuerzos de compresión actuantes ya no supera las condiciones límites, por lo que la placa cumple con las condiciones óptimas.

FIGURA N° 58

IMAGEN CON ELEMENTOS OPTIMIZADOS



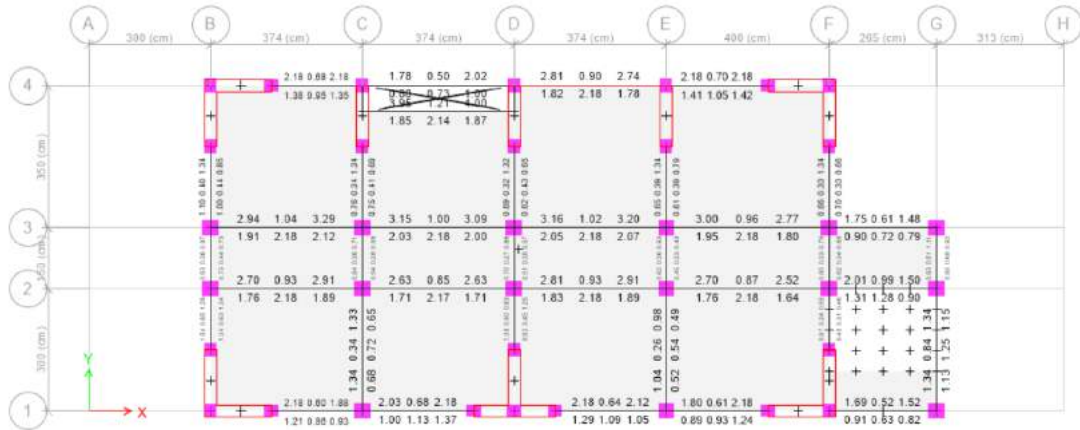
Fuente: ETABS

En la figura n.º 58 se muestra la distribución final de las placas con sus respectivos elementos de borde, como se puede apreciar también le añadimos más placas (Eje C-C, E-E y 1-1) ya que sin ellas el análisis no cumplía con las condiciones necesarias y la edificación superaba los límites mencionados en la figura n.º 55.

En cuanto a las vigas, se muestran las siguientes figuras en donde se verificará si las vigas presentan dimensiones incorrectas:

FIGURA N° 59

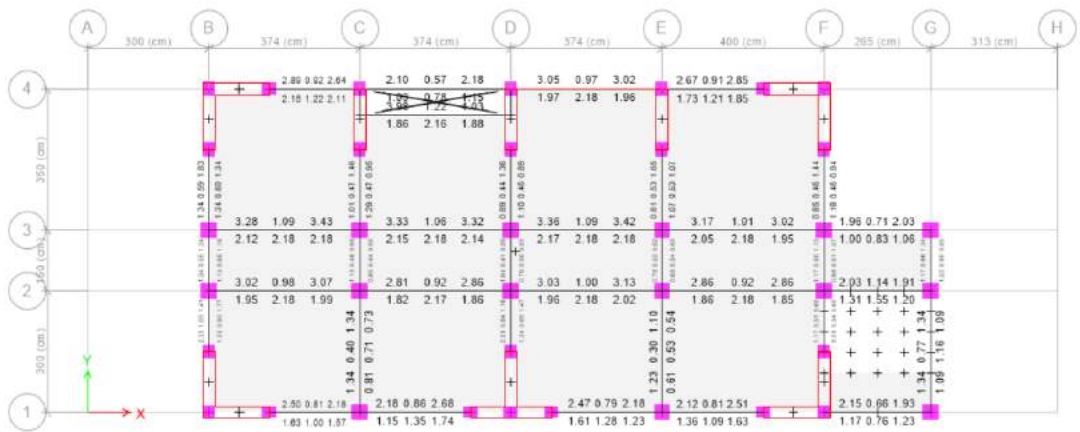
VIGAS ESTRUCTURALES EN EL PRIMER NIVEL



Fuente: ETABS

FIGURA N° 60

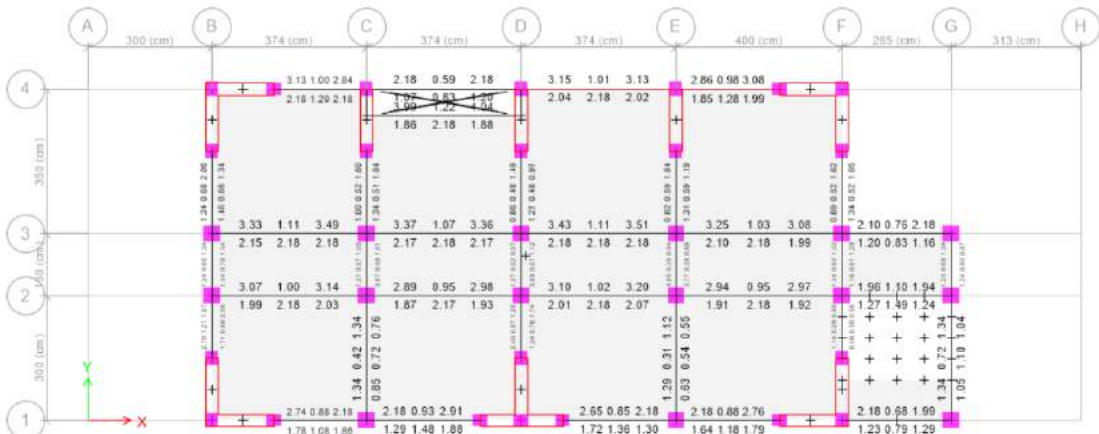
VIGAS ESTRUCTURALES EN EL SEGUNDO NIVEL



Fuente: ETABS

FIGURA N° 61

VIGAS ESTRUCTURALES EN EL TERCER NIVEL

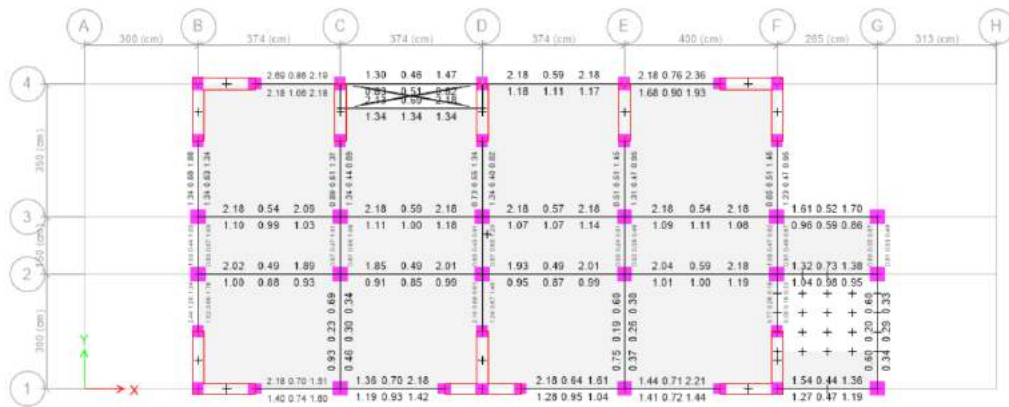


Fuente: ETABS

Las figuras n.º 59, 60 y 61 representan el análisis de las vigas en planta del piso 1, 2 y 3 respectivamente. Se debe verificar que los elementos tengan un correcto dimensionamiento, para ello el software nos muestra las líneas que representan a las vigas las cuales si tienen un color negro es porque las dimensiones que se le asignó son adecuadas, mientras que si sale de un color rojo es porque se debe aumentar la sección.

Como se puede observar en el eje 4-4, desde el eje D-D al E-E, dicho elemento se encuentra de color rojo por lo que se aumentará su sección; por otro lado, los números que aparecen sobre las líneas representan el área del acero longitudinal.

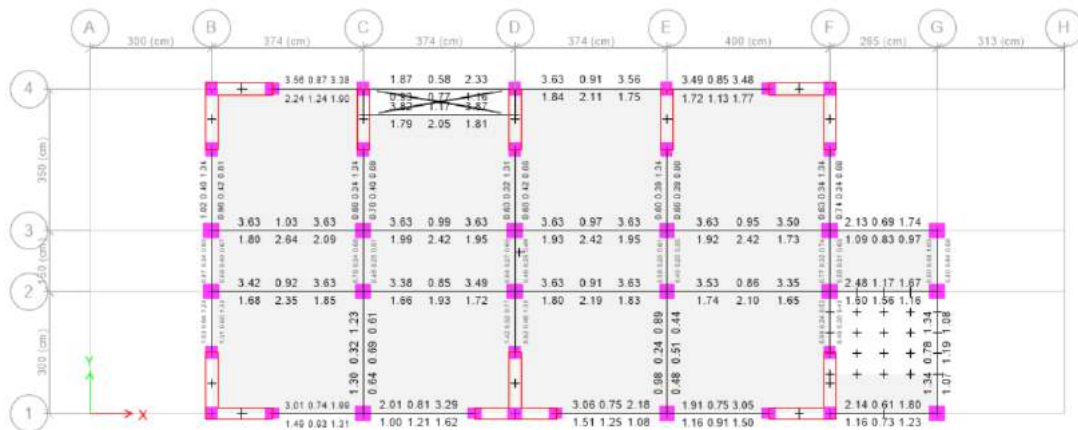
FIGURA N° 62
VIGAS ESTRUCTURALES DEL CUARTO NIVEL



Fuente: ETABS

En la figura n.º 62 se muestra la planta del nivel 4 en donde, a diferencia de los pisos 1, 2 y 3, todas sus vigas se encuentran con las dimensiones correctas.

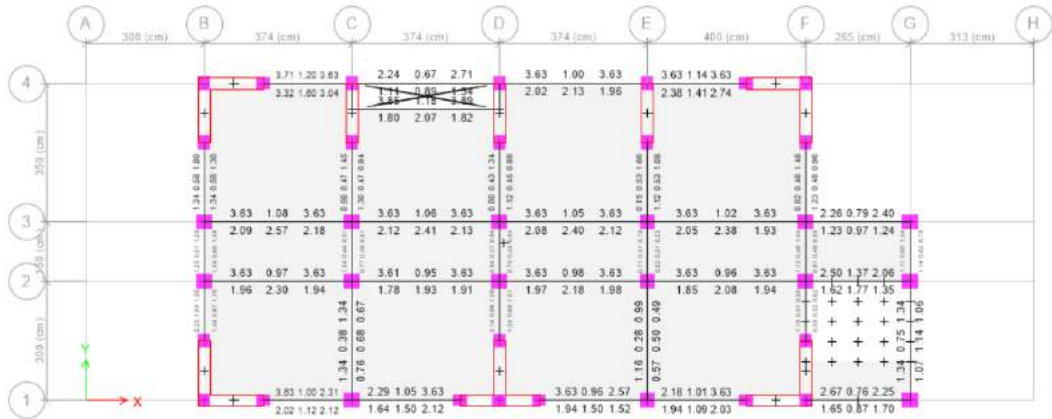
FIGURA N° 63
VIGAS ESTRUCTURALES OPTIMIZADAS EN EL PRIMER NIVEL



Fuente: ETABS

FIGURA N° 64

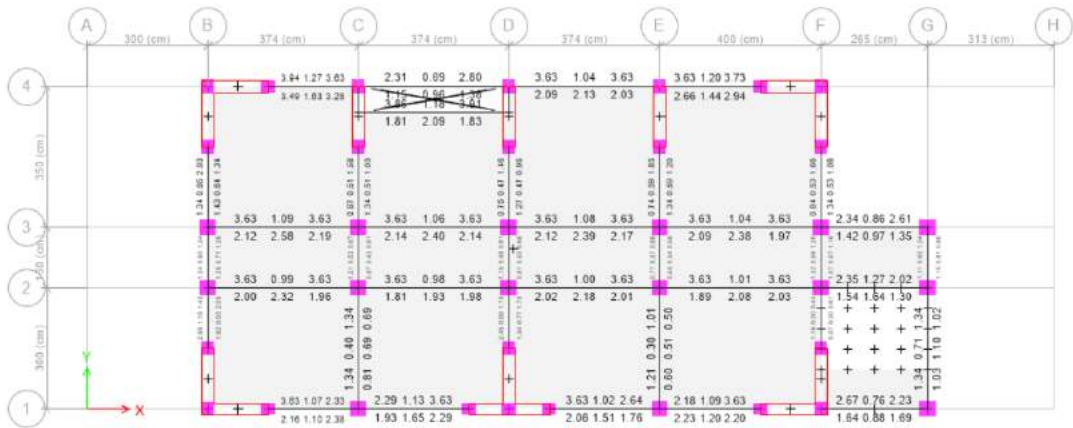
VIGAS ESTRUCTURALES OPTIMIZADAS EN EL SEGUNDO NIVEL



Fuente: ETABS

FIGURA N° 65

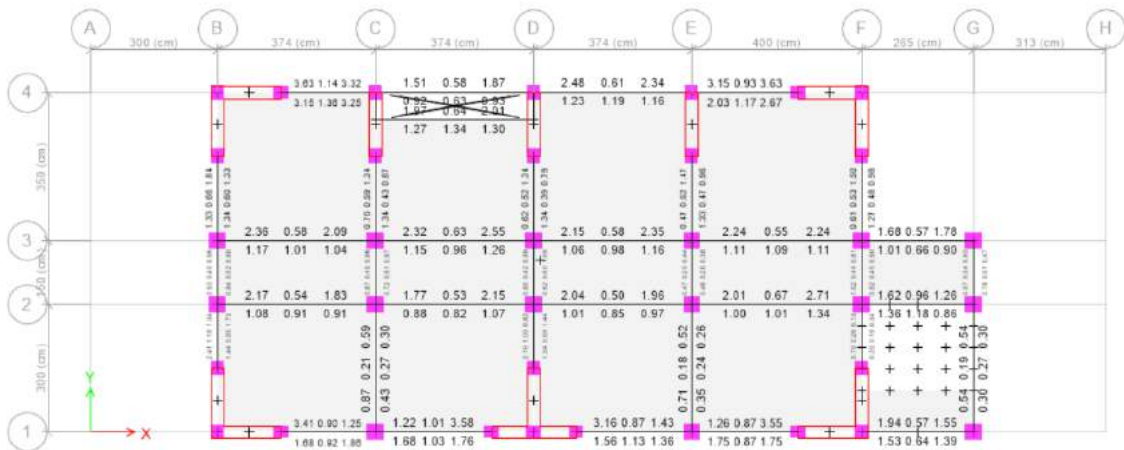
VIGAS ESTRUCTURALES OPTIMIZADAS EN EL TERCER NIVEL



Fuente: ETABS

FIGURA N° 66

VIGAS ESTRUCTURALES EN CUARTO NIVEL



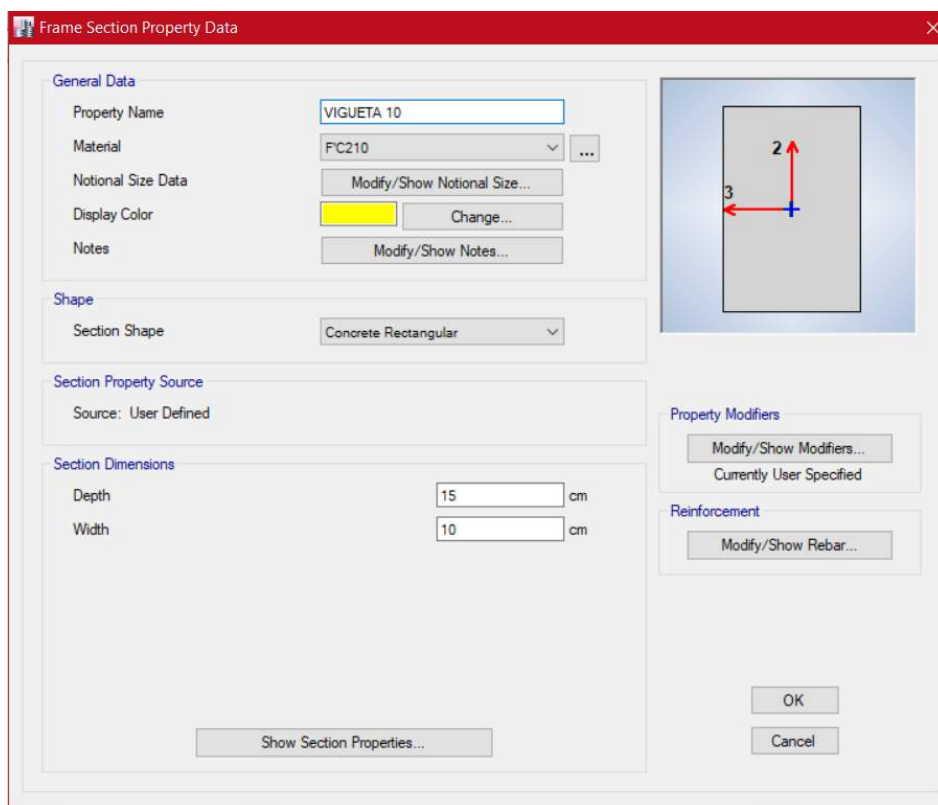
Fuente: ETABS

En las figuras n.º 63, 64, 65 y 66 se muestran los pisos 1, 2, 3 y 4 respectivamente donde se ve el análisis de las vigas que al aumentar sus dimensiones a 35x35cm vemos que todas las vigas están de color negro por lo que dichas dimensiones están correctas.

Finalmente quitamos el análisis estático y nos quedaremos solo con el análisis dinámico modal espectral ya que, según el RNE, nos dice que se deberá utilizar uno de esos 2 métodos de análisis sísmico; y en el análisis se utilizó ambos métodos solo con la finalidad de obtener los casos y valores más críticos para que la estructura pueda cumplir con los requisitos mínimos ante un eventual sismo.

Posteriormente se procede al análisis de las losas aligeradas. Crearemos un elemento de vigueta el cual tendrá las siguientes dimensiones:

FIGURA N° 67
ELEMENTO DE VIGUETA

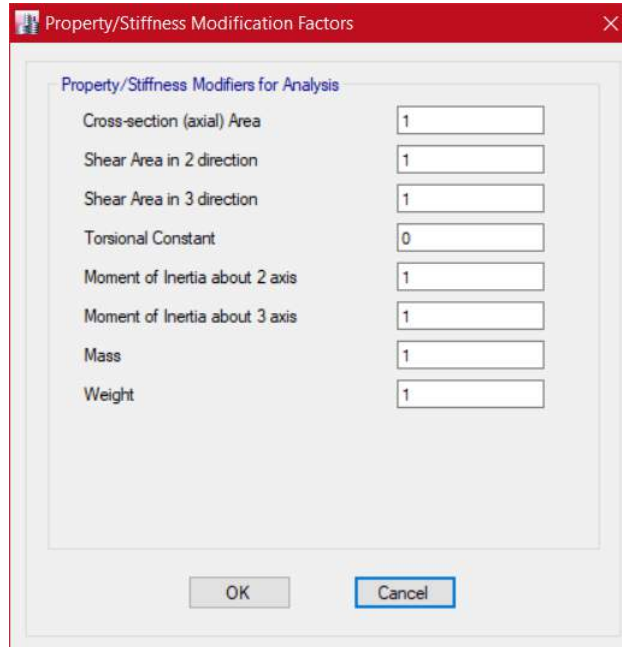


Fuente: ETABS

La vigueta tiene un ancho de 10 cm y un alto de 15 cm, ya que completaría a los 20 cm de losa, la losita de 5 cm.

Generalmente las losas solo se diseñan por los factores de su peso propio o sus combinaciones de carga, es por eso que debemos de omitirle los factores de torsión:

FIGURA N° 68
PROPIEDADES DE LA VIGUETA



Fuente: ETABS

Como se muestra en la figura n.º 68 colocamos el valor de 0 a Torsional Constant, ya que como se mencionó anteriormente, a las losas se le omiten estos factores de torsión.

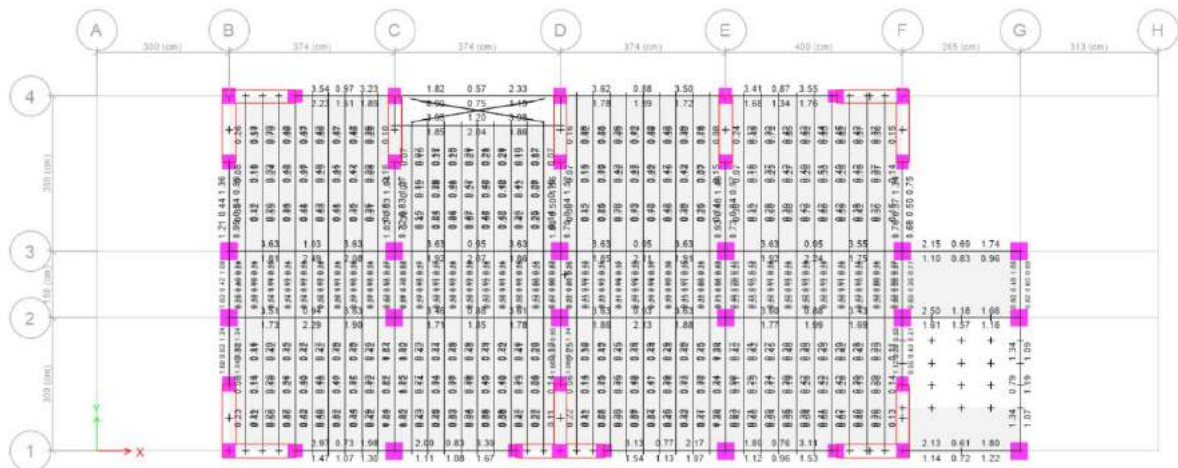
FIGURA N° 69
VIGUETAS EN LOSAS ALIGERADAS



Fuente: ETABS

En la figura n.º 69 se muestra a las viguetas ya colocadas en las losas aligeradas, como se puede observar son en una dirección y están separadas de eje a eje a cada 40 cm. Luego se procesa el modelo para obtener los resultados del acero en losa aligerada:

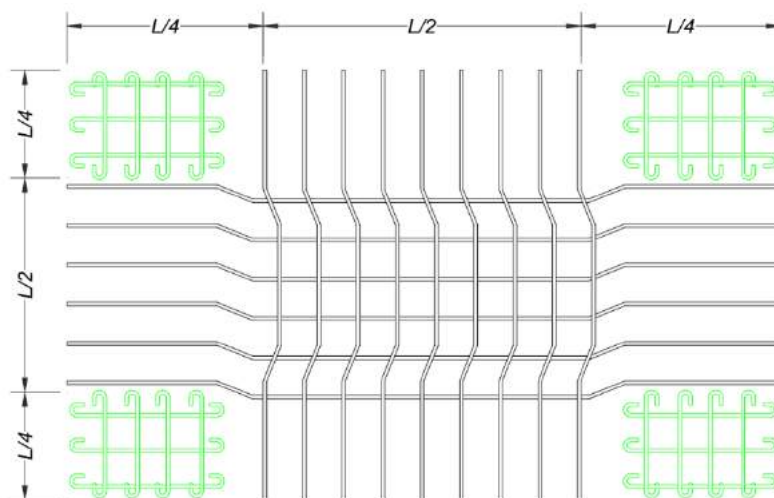
FIGURA N° 70
ANÁLISIS DE ACERO EN VIGUETAS



Fuente: ETABS

En la figura n.º 70 se muestra la vista en planta de uno de los niveles de la edificación donde se puede ver el área requerida para el acero en las viguetas. Luego realizamos el análisis para la losa maciza en donde se alojará la cisterna. Primero le asignamos mallas en X y Y a dicha losa, ya que se optó por una losa maciza en 2 direcciones.

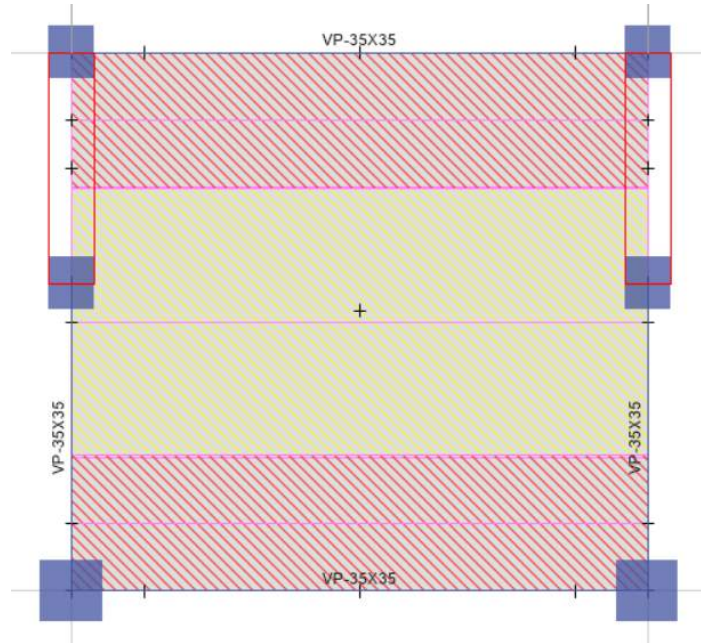
FIGURA N° 71
ANCHO DE FRANJAS DE LOSA MACIZA



Fuente: Elaboración Propia

En la figura n.º 71 se muestra el ancho que tendrán las franjas de las mallas, de esta manera fue colocada las mallas en el software en X y Y:

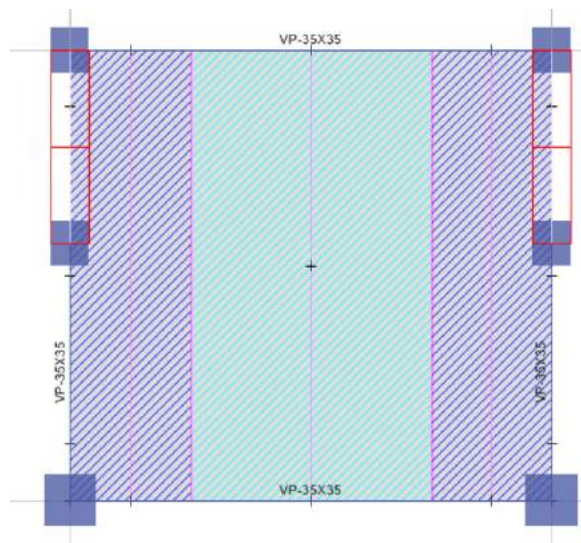
FIGURA N° 72
MALLAS EN LOSA MACIZA EN X



Fuente: ETABS

Como se muestra en la figura n.º 72, se ha colocado las mallas con las medidas de la figura n.º 71, es decir que para los extremos tiene un ancho de $L/4$, siendo en este caso el ancho de 88 cm. Mientras que para la parte media el ancho será de $L/2$, para este caso 1.75 m.

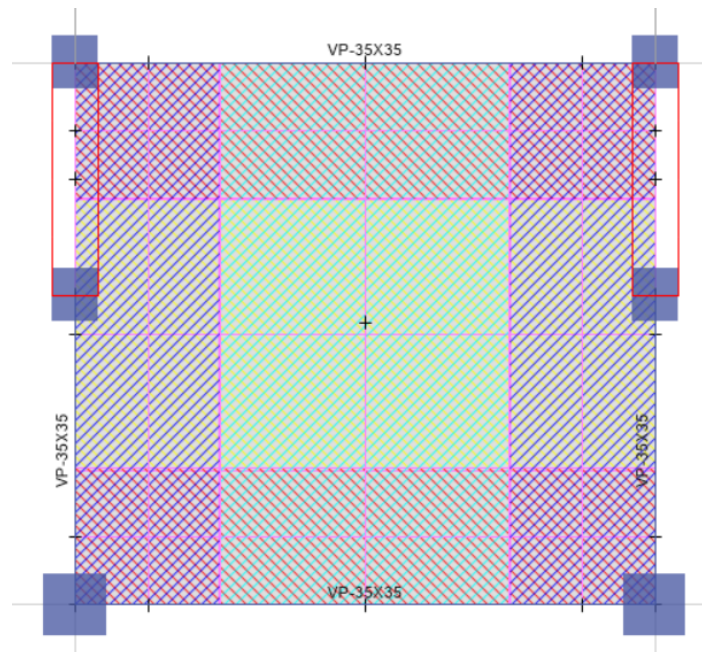
FIGURA N° 73
MALLA EN LOSA MACIZA EN Y



Fuente: ETABS

Como se muestra en la figura n.º 73, se ha colocado las mallas de igual manera que en la figura n.º 72 siendo el ancho en los extremos 94 cm, mientras que en la parte central será 1.87 m.

FIGURA N° 74
MALLAS EN LOSA MACIZA EN X Y Y



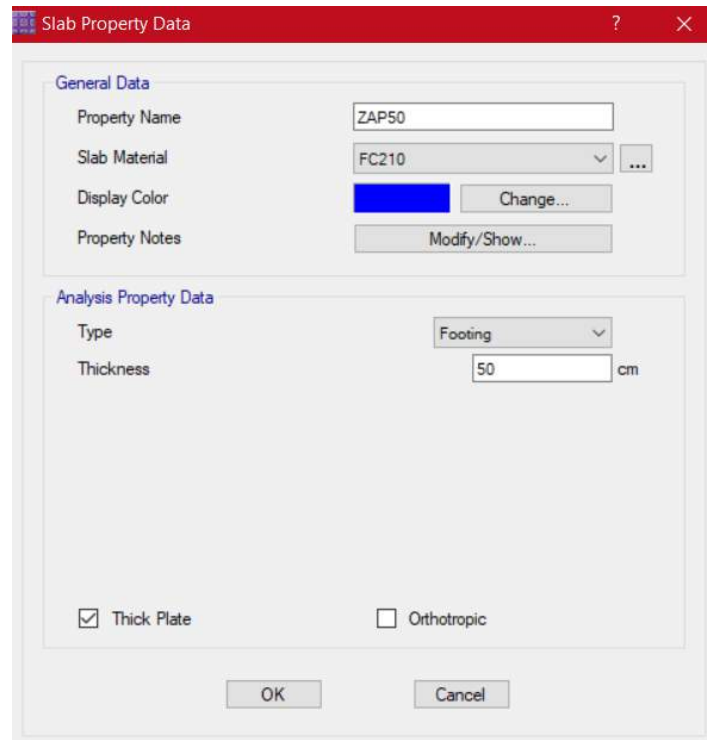
Fuente: ETABS

En la figura n.º 74 se muestra la losa maciza con las mallas colocadas en X y Y. Una vez colocadas se procesa el modelado para que el software nos muestre el área requerida.

Una vez hallamos realizado todo el análisis para la superestructura procederemos con el diseño y análisis para las cimentaciones de la edificación. Para ello se utilizó el software SAFE en el que se exportó el análisis de la edificación realizado por el software ETABS.

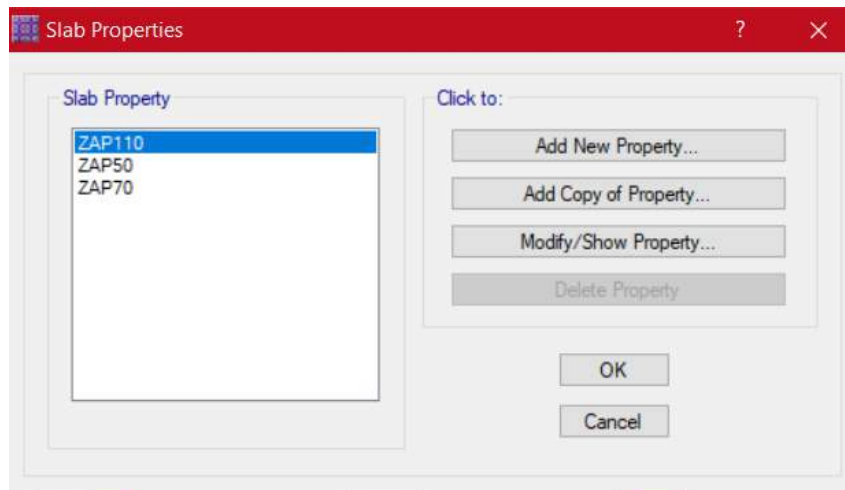
Asumiremos un alto de zapata de 50 cm, 70 cm y 1.10 m:

FIGURA N° 75
CONFIGURACIÓN DE ZAPATA



Fuente: SAFE

FIGURA N° 76
ZAPATAS CONFIGURADAS



Fuente: SAFE

También definimos las propiedades del suelo, que según el EMS realizado en el área estudiada, la capacidad admisible (Q_{adm}) es de 2.27 kg/cm² ; y el módulo de reacción del suelo, que está en base a la capacidad admisible, es de 4.6 kg/cm³:

FIGURA N° 77

CONFIGURACIÓN DEL SUELO

Soil Subgrade Property Data

General Data

Property Name: Qadm = 2.27 kg/cm2

Display Color: [Cyan] Change...

Property Notes: Modify/Show Notes...

Property

Subgrade Modulus (Compression Only): 4.6 kgf/cm3

Nonlinear Option (Nonlinear Cases Only)

None (Linear)

Tension Only

Compression Only

Elasto-Plastic

Compression Stiffness: []

Compression Strength: []

Tension Stiffness: []

Tension Strength: []

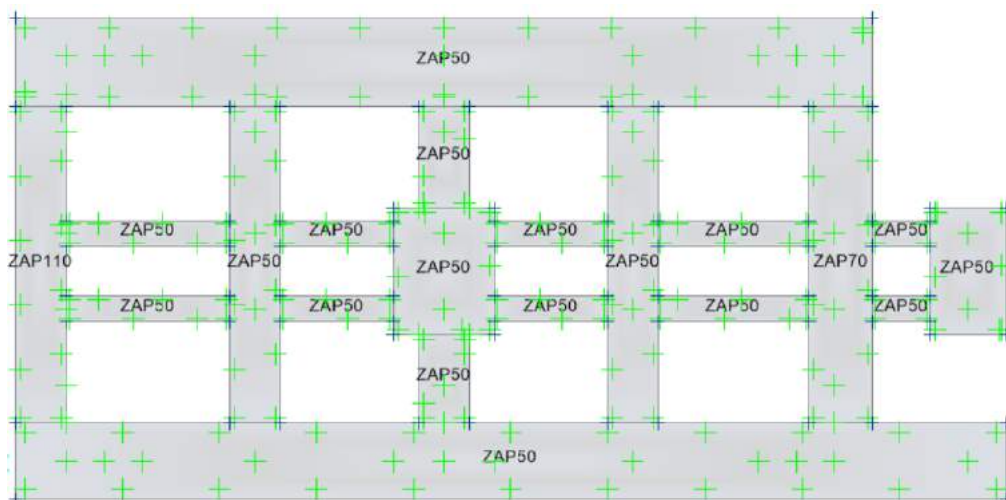
OK Cancel

Fuente: SAFE

Una vez definidos las propiedades del suelo, colocamos las zapatas en los puntos de apoyos de la edificación (columnas y placas). Se colocó las cimentaciones de la siguiente manera:

FIGURA N° 78

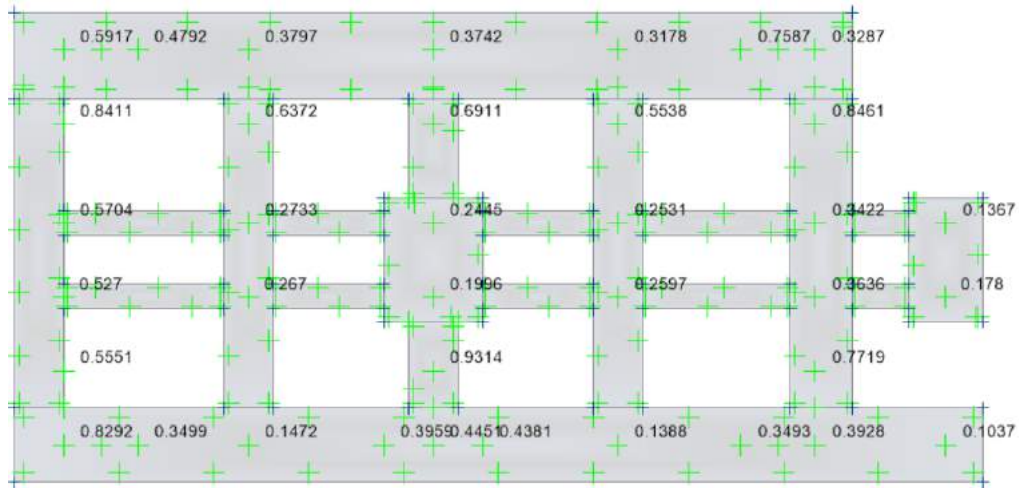
DISTRIBUCIÓN DE CIMENTACIONES



Fuente: SAFE

Una vez colocados y procesado el modelado de las cimentaciones, se debe de revisar el punzonamiento, que no supere el valor de 1, en caso lo supere se le deberá aumentar el peralte a la zapata.

FIGURA N° 79
COMPROBACIÓN POR PUNZONAMIENTO

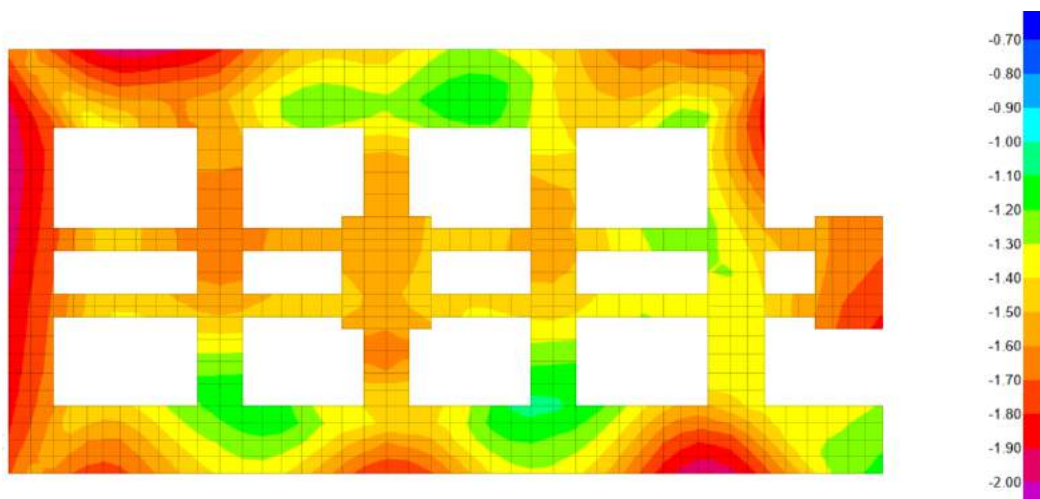


Fuente: SAFE

Como se puede apreciar, no supera la unidad, por lo que los peraltes colocados fueron correctos.

También revisaremos la presión en el suelo, que no debe ser superar la carga admisible del suelo, de superar se tendrá que aumentar el área de la zapata.

FIGURA N° 80
COMPROBACIÓN POR PRESIÓN DEL SUELO



Como se aprecia, el valor más crítico es de 2.00, esto quiere decir que las presiones en el suelo no supera a la carga admisible (2.27 kg/cm²). Por lo que no se tendrá que aumentar las áreas.

NORMAS LEGALES

NORMA TÉCNICA A.010

CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

NORMA A.010

CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Artículo 1.- La presente Norma establece los criterios y requisitos mínimos de diseño arquitectónico que deberán cumplir las edificaciones con la finalidad de garantizar lo estipulado en el Artículo 5° de la Norma G.010 del TÍTULO I del presente Reglamento.

Artículo 2.- Excepcionalmente, los proyectistas, podrán proponer soluciones alternativas y/o innovadoras

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA E.020
CARGAS

LIMA - PERÚ
2020

PUBLICACIÓN OFICIAL



El Peruano

190 AÑOS

1825-2015. LA HISTORIA PARA CONTAR | **DIARIO OFICIAL**



Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2016-VIVIENDA**

**DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA
LA NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO
SISMORRESISTENTE” DEL REGLAMENTO
NACIONAL DE EDIFICACIONES,
APROBADA POR DECRETO SUPREMO
N° 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON
DECRETO SUPREMO
N° 002-2014-VIVIENDA**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 400-2018-VIVIENDA**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL QUE
MODIFICA LA NORMA TÉCNICA
EM.020 INSTALACIONES DE
TELECOMUNICACIONES DEL
REGLAMENTO NACIONAL DE
EDIFICACIONES**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 406-2018-VIVIENDA**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL QUE MODIFICA
LA NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y
CIMENTACIONES DEL REGLAMENTO
NACIONAL DE EDIFICACIONES**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN

E.060 CONCRETO ARMADO

MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS FINES DE CIMENTACION

TESIS:

"DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA
VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS, NUEVO
CHIMBOTE – 2020"



TESISTAS:

GAVIDIA OBREGÓN CESAR JHAMIR
Y GONZALES DEL CASTILLO YUKI

NUEVO CHIMBOTE, MAYO DEL 2021

INFORME, GM-LB21-446 / 51 PAGINAS

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

INDICE

1.0 GENERALIDADES

- 1.1 Objeto del estudio
- 1.2 Normatividad
- 1.3 Ubicación del área de estudio

2.0 GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1 Geomorfología
- 2.2 Geología del área
- 2.3 Intemperismo
- 2.4 Sismicidad

3.0 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS DE CAMPO Y LABORATORIO

- 3.1 Prospecciones de campo
- 3.2 Ensayos de laboratorio
- 3.3 Clasificación de suelos

4.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

5.0 ANALISIS DE CIMENTACION

- 5.1 Tipo y profundidad de los cimientos
- 5.2 Cálculo de la capacidad portante
- 5.3 Análisis de asentamiento
- 5.4 Coeficientes de presión del terreno
- 5.5 Aspectos sísmicos

6.0 ANALISIS QUIMICO

7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

- Anexo I (Registro de excavaciones)
- Anexo II (Registro de auscultaciones DPL)
- Anexo III (Resultados de ensayos de laboratorio)
- Anexo IV (Memoria de cálculo)
- Anexo V (Plano de ubicación de calicatas y DPL)
- Anexo VI (Panel fotográfico)

GEOMG S.A.C.


Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

1.0 GENERALIDADES

1.1 Objeto del estudio

El presente estudio de mecánica de suelos tiene por objeto determinar las propiedades físico - mecánicas y químicas, del subsuelo del terreno en estudio para la Tesis: "DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS, NUEVO CHIMBOTE – 2020". El estudio fue realizado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigráfico, propiedades de esfuerzo y deformación.

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

- Elaboración de un estudio geológico superficial de la zona, que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Elaboración de los perfiles geotécnicos del área del estudio.
- Elaboración de las recomendaciones técnicas para el diseño de las cimentaciones.

1.2 Normatividad

Este estudio fue realizado de acuerdo a la normativa vigente de Perú para estudios de mecánica de suelos, basado en:

- Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones.
- Norma Técnica E.030 Diseño Sismo Resistente.

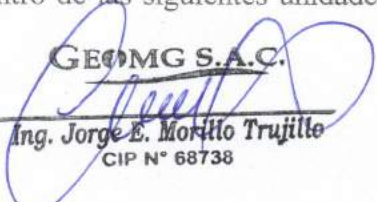
1.3 Ubicación del área en estudio

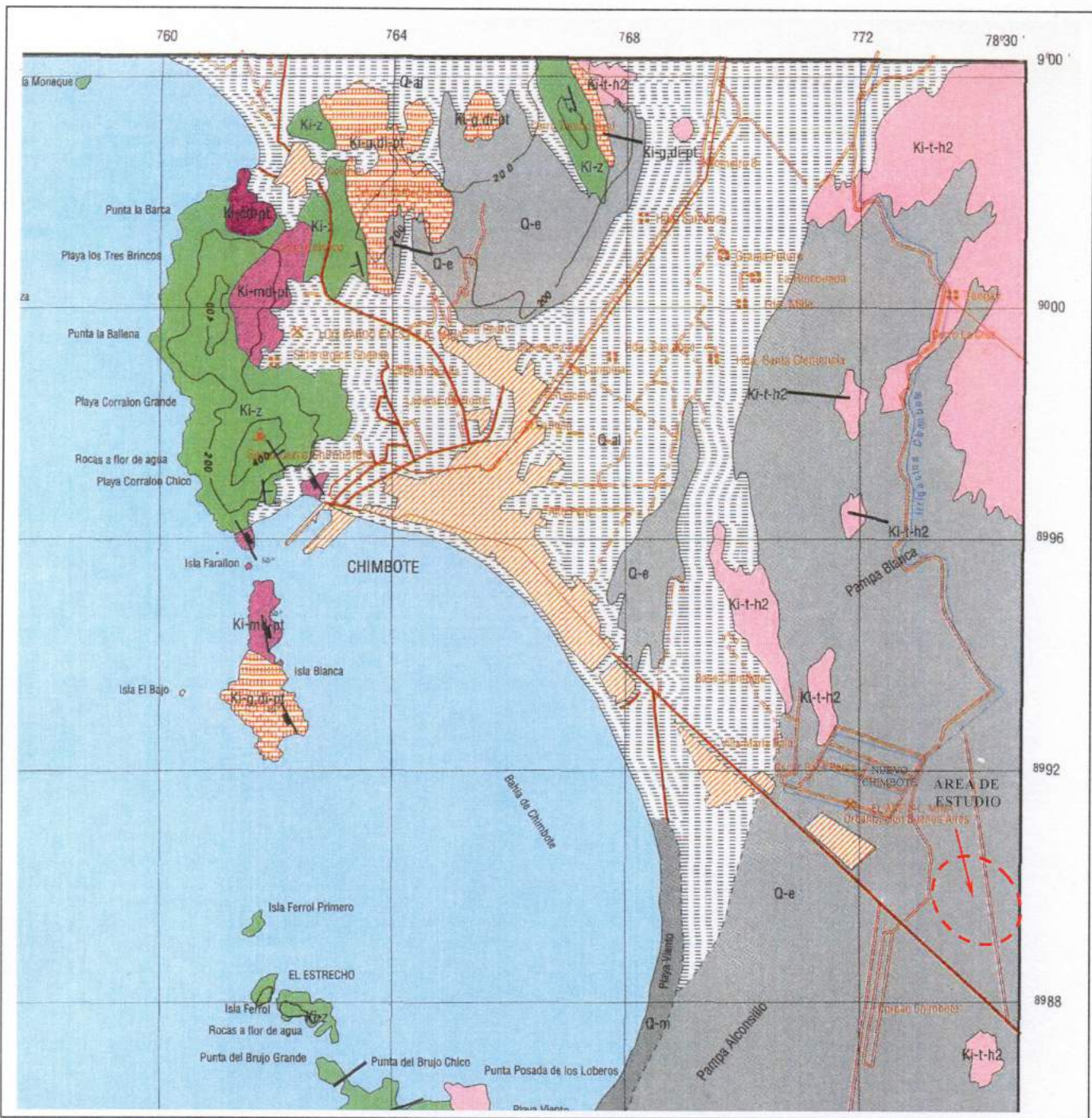
El terreno en estudio se ubica en el AA.HH. 19 DE MARZO, a espaldas de la Universidad San Pedro - Facultad de Medicina, en el distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash.

2.0 GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

2.1 Geomorfología

El área de estudio y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes unidades geomorfológicas:

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738



LEYENDA

ERA	SISTEMA	SERIE	FASIS	UNIDADES LITESTRATIGRAFICAS	UNIDADES INTRUSIVAS
CENOZOICA	CUATERNARIO			Depositos Aluviales	
				Depositos Deltaicos	
				Depositos Marinos	
MESOZOICA	CRETACEO	MORSA	LIMB	Uca	
					Granito
					Granito
					Granito
					Granito

**GEOLOGIA DE REGIONAL
NUEVO CHIMBOTE**

GEOMG S.A.C.

 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

- Unidad de colinas
- Unidad de arenas eólicas

a) Unidad de colinas

Constituidas por elevaciones de rocas intrusivas, cubiertas parcialmente por arenas eólicas, formando colinas cuyas pendientes varían de 10° a 30°.

b) Unidad de arenas eólicas

Son acumulaciones superficiales formando dunas que cubren los afloramientos rocosos, tales como en la zona Norte y zona Este del área del terreno en estudio.

2.2 Geología Local

En el área de estudio y sus alrededores, se han reconocido las siguientes unidades estratigráficas:

a) Cuaternario

Depósitos de arenas eólicas (Q-e)

Son los depósitos eólicos que cubren gran parte de las elevaciones rocosas, la formación de masas de arenas comienza desde el litoral de la costa y termina en los cerros de los primeros tramos de las estribaciones de la Cordillera Andina, desplazando en las laderas, hasta alcanzar una altura considerable.

b) Rocas Intrusivas (K-t-h2)

Son tonalitas Huaricanga 2 de la Super Unidad Santa Rosa, que afloran a lo largo de la vertiente de la costa. Son rocas de grano medio a grueso y textura equigranular, meteorizada química y mecánicamente en la superficie pero resistentes a profundidad.

2.3 Geodinámica externa

Arenales

Las acumulaciones de las masas de arenas eólicas, se encuentran cubriendo gran parte de los afloramientos rocosos y suelos residuales. Estas masas eólicas, son producto del transporte de los vientos dominantes de la costa que movilizan partículas de arena de las playas o litorales.

2.4 Sismicidad

De acuerdo al mapa de zonificación sísmica del Perú, Nuevo Chimbote se encuentra ubicada en la zona 04 de sismicidad alta, sismoactiva en el presente siglo, con predominio de sismos intermedios.

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

ZONAS SÍSMICAS



ZONA		
	4	0.45
	3	0.35
	2	0.25
	1	0.10

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

Los sismos de mayores intensidades registrados en el área de influencia son:

- Sismo del 24 de mayo de 1940, que afectó las localidades de la costa central, norte y sur del Perú, alcanzando intensidades máximas de VII y VIII en la escala de Mercalli Modificada (MM).
- Sismo del 10 de noviembre de 1946, que afectó al Departamento de Ancash, alcanzando una intensidad máxima de VII MM.
- Sismo del 18 de febrero de 1956, con intensidad promedio de VIII MM, afectando el Callejón de Huaylas.
- Sismo del 17 de octubre de 1966, con intensidades máximas entre VII y VIII MM, afectando las localidades de Lima, Casma y Chimbote.
- Sismo del 31 de mayo de 1970, que ha sido un terremoto catastrófico en las localidades de Chimbote y Huaraz, alcanzando intensidades máximas de VIII MM.
- Sismo del 21 de agosto de 1985, que afectó las ciudades de Chimbote y Chiclayo, alcanzando una intensidad promedio de V MM.
- Sismo del 10 de octubre de 1987, con intensidades máximas de IV y V MM, sentido en las ciudades de Chimbote y Santiago de Chuco.
- Sismo del 23 de Junio del 2001, con intensidades máximas de VIII MM, sentido en las ciudades de Nazca, Ica, Arequipa y Tacna.
- Sismo del 15 de Agosto del 2007, con intensidades máximas de VII MM, sentido en las ciudades de Pisco, Nazca, Ica y Lima.
- Sismo del 26 de mayo del 2019, con intensidades máximas de VI - VII MM y una magnitud de 8.0, con epicentro en Lagunas, Yurimaguas - Loreto. Sentido en todo el norte del Perú.

El análisis de los sismos registrados nos permite aseverar que los sismos más destructivos alcanzaron intensidades de VIII MM, los mismos que se caracterizaron por ser de tipo intermedios y profundos. La información histórica e instrumental no ha registrado sismos de tipo superficial en las inmediaciones del área de estudio.

3.0 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS DE CAMPO Y LABORATORIO

3.1 Prospecciones de campo

3.1.1 Calicatas

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico, se realizaron dos calicatas hasta los 3.40m de profundidad. Anexo III (Plano de ubicación calicatas)

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

Calicata	Profundidad (m)	Nivel freático (m)
C-01	3.40	N.R.
C-02	3.25	N.R.

3.1.2 Auscultación con DPL

Penetrometro dinámico ligero de punta cónica (DPL), consiste en introducir una sonda en el suelo empleado un martinete de 10 kg, con una altura de 50 cm, registrando la resistencia a la penetración cada 10 cm (Normas PNTP 339.159, DIN 4020). Se realizó dos auscultaciones con DPL hasta los 3.60m de profundidad por la presencia de roca tonalita.

Auscultación DPL	Profundidad (m)
DPL-01	3.30
DPL-02	2.90

3.1.3 Muestreo Disturbado

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

3.1.4 Registros de Excavaciones

Paralelamente al avance de las excavaciones de las calicatas, se realizó el registro de excavación vía clasificación manual visual según ASTM D2488, descubriéndose las principales características de los suelos encontrados tales como: espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad, etc. Ver Anexo I (Registro de excavaciones).

3.2 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos se realizaron según normas:

➤ Ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos:

- 02 Análisis Granulométrico SUCS (ASTM- D6913)
- 02 Límite líquido (ASTM D-4318)
- 02 Límite plástico (ASTM D-4318)
- 02 Contenido de humedad (ASTM-D-2216)

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

➤ Ensayos químicos del suelo:

- 01 Contenido de Sulfatos (NTP339.178-2002)
- 01 Contenido de Cloruros (NTP339.177-2002)
- 01 Contenido de Sales Solubles Totales (NTP339.152-2002)
- 01 pH (ASTM D4972)

Ver Anexo II (Resultados de los ensayos de laboratorio)

3.3 Clasificación de Suelos

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

CALICATA	C-01	C-02
Profundidad (m)	0.00 a 3.40 m.	0.00 a 3.25 m.
Muestra	M-01	M-01
Nivel Freático (m)	N.P.	N.P.
% Grava (No.4 < Diam < 3")	0.00%	0.00%
% Arena (No.200 < Diam < No.4)	95.52%	94.51%
% Finos (Diam < No.200)	4.48%	5.49%
Límite Líquido (%)	N.P.	N.P.
Límite Plástico (%)	N.P.	N.P.
Índice Plasticidad (%)	N.P.	N.P.
Contenido de Humedad, (%)	1.71%	1.48%
Clasificación SUCS	SP	SP-SM

4.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

El suelo de fundación ha sido investigado a través de las calicatas y auscultaciones siguientes: C-01, C-02, DPL-01 y DPL-02.

CALICATA C-01: De 0.00m a 3.40m de profundidad, presencia de arena mal graduada (SP), medianamente compacto a compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro. No se registró la presencia del nivel freático.

CALICATA C-02: De 0.00m a 3.25m de profundidad, presencia de arena mal graduada con limo (SP-SM), compacto a muy compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro. No se registró la presencia del nivel freático.

AUSCULTACION DPL-01: De 0.00m a 3.30m de profundidad, medianamente compacto a compacto.

AUSCULTACION DPL-02: De 0.00m a 2.90m de profundidad, compacto a muy compacto.

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

5.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION

5.1 Tipo y Profundidad de los Cimientos

De acuerdo a los trabajos de campo, laboratorio y análisis correspondiente se recomienda:

- **Pórticos principales de la estructura:** Se recomienda una profundidad de desplante a partir de 1.80m, medido desde el nivel medio de terreno existente y cimentado a través de zapatas con vigas de cimentación armada.
- **En los muros de albañilería:** Se recomienda una profundidad de desplante a partir de 1.20m, medido desde el nivel de terreno existente y cimentado a través de cimientos continuos.

5.2 Cálculo de la Capacidad Portante

Para el cálculo de la capacidad admisible, se ha utilizado la fórmula de Terzaghi y Peck (1967) con factores de carga dados por Vesic (1973).

$$q_{ult} = Sc \cdot c' \cdot N'c + Sq \cdot \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.5 \cdot S\gamma \cdot \gamma \cdot B \cdot N'\gamma$$

$$q_{ad} = q_{ult} / F.S.$$

Donde:

q_{ult} : Capacidad última de carga (Kg/cm²)

q_{ad} : Capacidad admisible de carga (Kg/cm²)

F.S. : Factor de seguridad

γ : Peso específico total (gr/cm³)

B : Ancho de la zapata (m)

Df : Profundidad de cimentación (m)

Sc, S γ , Sq : Factores de forma

N'c, N'q, N'\gamma : Factores de carga, en función de ϕ

ϕ : Angulo de fricción interna del suelo

c' : Cohesión (kg/cm²)

5.3 Análisis de Asentamiento

Para el análisis de asentamiento en suelos sin cohesión, se ha utilizado la relación dada por la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman), para un asentamiento máximo de 2.54cm:

$$S = \Delta q \cdot B (1 - \nu^2) / E_s \cdot I_w$$

Donde:

S = Asentamiento total (cm)

Δq = Presión de contacto (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

Es = Modulo de elasticidad secante (ton/m²)

ν = Relacione de Poisson (-)

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la cimentación (cm/m)

(Bowles, 1977)

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

CUADRO DE RESUMEN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)
Cuadrada	1.80	1.10	6.82	2.27
	1.80	1.20	6.87	2.29
	1.80	1.30	6.92	2.31
	1.80	1.40	6.97	2.32
	1.80	1.50	7.02	2.34
	1.80	1.60	7.07	2.36
	1.80	1.70	7.12	2.37
	1.80	1.80	7.17	2.39
	1.80	1.90	7.22	2.41
	1.80	2.00	7.27	2.42
	1.80	2.10	7.32	2.44
	1.80	2.20	7.37	2.46
1.80	2.30	7.42	2.47	
Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)
Rectangular	1.80	1.00	6.18	2.06
	1.80	1.10	6.24	2.08
	1.80	1.20	6.30	2.10
	1.80	1.30	6.35	2.12
	1.80	1.40	6.41	2.14
	1.80	1.50	6.47	2.16
	1.80	1.60	6.53	2.18
	1.80	1.70	6.58	2.19
	1.80	1.80	6.64	2.21
	1.80	1.90	6.70	2.23
	1.80	2.00	6.76	2.25
	1.80	2.10	6.82	2.27
	1.80	2.20	6.87	2.29
	1.80	2.30	6.93	2.31
1.80	2.40	6.99	2.33	
Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)
Continuo	1.20	0.60	2.88	0.96
	1.20	0.70	2.96	0.99
	1.20	0.80	3.05	1.02
	1.20	0.90	3.13	1.04

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Cuadrada	1.80	1.10	16.53	0.23	0.31	0.15	0.26
		1.80	1.20	13.89	0.21	0.28	0.14	0.24
		1.80	1.30	11.83	0.19	0.26	0.13	0.22
		1.80	1.40	10.20	0.18	0.24	0.12	0.21

Si: **0.31** cm
De acuerdo

δ= Distorsión angular x L

δ: Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5 m
5.0 m

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

δ= **0.70** cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Cuadrada	1.80	1.50	17.78	0.33	0.45	0.23	0.38
		1.80	1.60	15.63	0.31	0.42	0.21	0.36
		1.80	1.70	13.84	0.29	0.40	0.20	0.34
		1.80	1.80	12.35	0.28	0.38	0.19	0.32

Si: **0.45** cm
De acuerdo

δ= Distorsión angular x L

δ: Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5 m
5.0 m

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

δ= **0.70** cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Cuadrada	1.80	1.70	20.76	0.44	0.60	0.30	0.51
		1.80	1.80	18.52	0.41	0.57	0.28	0.48
		1.80	1.90	16.62	0.39	0.54	0.27	0.46
		1.80	2.00	15.00	0.37	0.51	0.25	0.43

Si: **0.60** cm
De acuerdo

δ= Distorsión angular x L

δ: Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5 m
5.0 m

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

δ= **0.70** cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Cuadrada	1.80	2.00	20.00	0.50	0.68	0.34	0.58
		1.80	2.10	18.14	0.47	0.65	0.32	0.55
		1.80	2.20	16.53	0.45	0.62	0.31	0.52
		1.80	2.30	15.12	0.43	0.59	0.30	0.50

Si: **0.68** cm
De acuerdo

δ= Distorsión angular x L

δ: Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5 m
5.0 m

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

δ= **0.70** cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Rectangular	1.80	1.00	15.00	0.27	0.35	0.18	0.30
		1.80	1.10	12.40	0.25	0.32	0.16	0.27
		1.80	1.20	10.42	0.23	0.29	0.15	0.25
		1.80	1.30	8.88	0.21	0.27	0.13	0.23

Si: **0.35** cm
De acuerdo

δ= Distorsión angular x L
δ: Asentamiento diferencial
L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5 m
5.0 m

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

δ= **0.70** cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Rectangular	1.80	1.30	17.75	0.42	0.54	0.27	0.46
		1.80	1.40	15.31	0.39	0.50	0.25	0.42
		1.80	1.50	13.33	0.36	0.46	0.23	0.39
		1.80	1.60	11.72	0.34	0.44	0.22	0.37

Si: **0.54** cm
De acuerdo

δ= Distorsión angular x L
δ: Asentamiento diferencial
L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5 m
5.0 m

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

δ= **0.70** cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena graduada	Rectangular	1.80	1.60	17.58	0.51	0.65	0.33	0.55
		1.80	1.70	15.57	0.48	0.61	0.31	0.52
		1.80	1.80	13.89	0.46	0.58	0.29	0.49
		1.80	1.90	12.47	0.43	0.55	0.28	0.47

Si: **0.65** cm
De acuerdo

δ= Distorsión angular x L
δ: Asentamiento diferencial
L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5 m
5.0 m

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

δ= **0.70** cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Rectangular	1.80	2.10	13.61	0.52	0.66	0.33	0.56
		1.80	2.20	12.40	0.50	0.63	0.32	0.54
		1.80	2.30	11.34	0.47	0.61	0.30	0.51
		1.80	2.40	10.42	0.46	0.58	0.29	0.49

Si: **0.66** cm
De acuerdo

δ= Distorsión angular x L
δ: Asentamiento diferencial
L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5 m
5.0 m

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

δ= **0.70** cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

5.4 Coeficientes de presión del terreno

Las arenas son inestables y deleznales una vez que pierden su humedad y confinamiento natural, generándose socavaciones y derrumbes en el terreno. Afín de dar estabilidad a la cimentación de las estructuras proyectadas y colindantes, se recomienda realizar trabajos de calzadura en las propiedades colindantes, conforme lo indica la Norma E-050.

En las zonas de excavación hasta los primeros 2.00m de profundidad, se tiene un ángulo de fricción interna de $\phi = 36^\circ$.

El método simplificado propuesto por Seed y Whitman proporciona un valor adecuado que permite tomar en cuenta en el cálculo de los empujes laterales el efecto de los sismos. De acuerdo a su investigación, el valor del coeficiente de empuje activo sísmico K_{as} puede calcularse como:

$$K_{as} = K_a + \frac{3}{4} K_h$$

Donde:

K_{as} : Coeficiente de empuje activo en caso de sismo,

K_a : Coeficiente de empuje activo estático,

k_h : Coeficiente sísmico horizontal.

Por otro lado el coeficiente de empuje pasivo es menor en el caso sísmico que en el caso estático, Prakash y Basavanna indican que K_{ps} , es 15% menor que el K_p . Por lo tanto, podemos asumir como regla práctica para muros de contención convencionales que:

$$K_{ps} = 0.85 K_p$$

Los valores recomendados para la evaluación de los empujes laterales son los siguientes:

CUADRO DE RESUMEN DE PARAMETROS FISICOS DEL SUELO		
Peso específico de arena mal graduada (gr/cm ³)	γ	1.74
Angulo de fricción interna	ϕ°	36
Coeficiente activo estatico	K_a	0.260
Coeficiente pasivo estatico	K_p	3.852
Coeficiente en reposo	K_o	0.412
Coeficiente activo dinamico	K_{as}	0.428
Coeficiente pasivo dinamico	K_{ps}	3.274

5.5 Aspectos Sísmicos

Según Norma Sismo Resistente E.030 (2018), el terreno en estudio se ubica en la Zona 04, correspondiéndole un factor de zona $Z = 0.45$.

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

Clasificación del Sitio

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{s}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	SUELO			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₁	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₂	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₃	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₄	0,80	1,00	1,60	2,00

PERÍODOS "T _p " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Para el diseño sísmico estructural se tienen los siguientes parámetros:

Factor de ampliación del suelo S1 = 1.00

Periodo predominante T_p (s) = 0.4

Periodo predominante T_L (s) = 2.5

6.0 ANÁLISIS QUÍMICO

Del análisis químico a las muestras de suelos de las calicatas siguientes se tiene:

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ION CLORUROS (ppm)	ION SULFATOS (ppm)	SALES SOLUBLES TOTALES (ppm)	pH
C-01	M-01	0.00 - 3.40	167	604	2608	7.2

De estos resultados el suelo no será agresivo a las estructuras de concreto y acero expuestas al suelo. Se recomienda el uso de cemento Portland Tipo I.

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

- El área del terreno en estudio está conformado por arenas medias a finas, sobreyaciendo al basamento de rocas tonalitas.
- La estructura proyectada se ubicará en depósitos eólicos que cubren gran parte de las elevaciones rocosas, la formación de masas de arenas comienza desde el litoral de la costa y termina en los cerros de los primeros tramos de las estribaciones de la Cordillera Occidental Andina, desplazando en las laderas, hasta alcanzar una altura considerable.
- De los trabajos de exploración de campo, se concluye.

CALICATA C-01: De 0.00m a 3.40m de profundidad, presencia de arena mal graduada (SP), medianamente compacto a compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro. No se registró la presencia del nivel freático.

CALICATA C-02: De 0.00m a 3.25m de profundidad, presencia de arena mal graduada con limo (SP-SM), compacto a muy compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro. No se registró la presencia del nivel freático.

AUSCULTACION DPL-01: De 0.00m a 3.30m de profundidad, medianamente compacto a compacto.

AUSCULTACION DPL-02: De 0.00m a 2.90m de profundidad, compacto a muy compacto.

- Del análisis de cimentación se recomienda lo siguiente:
 - **Pórticos principales de la estructura:** Se recomienda una profundidad de desplante a partir de 1.80m, medido desde el nivel medio de terreno existente y cimentado a través de zapatas con vigas de cimentación armada.
 - **En los muros de albañilería:** Se recomienda una profundidad de desplante a partir de 1.20m, medido desde el nivel de terreno existente y cimentado a través de cimientos continuos.

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

CUADRO DE RESUMEN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)
Cuadrada	1.80	1.10	6.82	2.27
	1.80	1.20	6.87	2.29
	1.80	1.30	6.92	2.31
	1.80	1.40	6.97	2.32
	1.80	1.50	7.02	2.34
	1.80	1.60	7.07	2.36
	1.80	1.70	7.12	2.37
	1.80	1.80	7.17	2.39
	1.80	1.90	7.22	2.41
	1.80	2.00	7.27	2.42
	1.80	2.10	7.32	2.44
	1.80	2.20	7.37	2.46
1.80	2.30	7.42	2.47	
Rectangular	1.80	1.00	6.18	2.06
	1.80	1.10	6.24	2.08
	1.80	1.20	6.30	2.10
	1.80	1.30	6.35	2.12
	1.80	1.40	6.41	2.14
	1.80	1.50	6.47	2.16
	1.80	1.60	6.53	2.18
	1.80	1.70	6.58	2.19
	1.80	1.80	6.64	2.21
	1.80	1.90	6.70	2.23
	1.80	2.00	6.76	2.25
	1.80	2.10	6.82	2.27
	1.80	2.20	6.87	2.29
	1.80	2.30	6.93	2.31
1.80	2.40	6.99	2.33	
Continuo	1.20	0.60	2.88	0.96
	1.20	0.70	2.96	0.99
	1.20	0.80	3.05	1.02
	1.20	0.90	3.13	1.04

Para el tipo de cimentación, profundidad de desplante y cargas actuantes, el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1”

- Los valores recomendados para la evaluación de los empujes laterales del suelo en los 2.00m de profundidad son los siguientes:

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68736

CUADRO DE RESUMEN DE PARAMETROS FISICOS DEL SUELO		
Peso específico de arena mal graduada (gr/cm ³)	γ	1.74
Angulo de fricción interna	ϕ°	36
Coefficiente activo estatico	Ka	0.260
Coefficiente pasivo estatico	Kp	3.852
Coefficiente en reposo	Ko	0.412
Coefficiente activo dinamico	Kas	0.428
Coefficiente pasivo dinamico	Kps	3.274

- Para el diseño sísmico estructural se tienen los siguientes parámetros:

Factor de ampliación del suelo $S1 = 1.00$

Periodo predominante $Tp (s) = 0.4$

Periodo predominante $TL (s) = 2.5$

- Del análisis químico el suelo no será agresivo a las estructuras de concreto y acero expuestas al suelo. Se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo I en la cimentación de las estructuras.

GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

ANEXO I
REGISTRO DE EXCAVACIONES

Proyecto	: Tesis: "Diseño y Análisis Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos, Nuevo Chimbote - 2020"		
Solicita:	: Srs: Gavidia Obregón Cesar Jhamir y Gonzales del Castillo Yuki		
Departamento	: Ancash	Provincia	: Santa
Calicata	: C-01	Distrito	: Nvo. Chimbote
Fecha	: 06.05.2021	Profundidad Alcanzada (m)	: 3.40
		Nivel Freático (m)	: N.P.

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN, g/cm ³	HN, %			
0.00							
		M-1		1.71		<p>Arena Mal Graduada (SP): 95.52% de arena media a fina, y 4.48% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto a compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro.</p>	SP
3.40							

Ejecutado: K.A.J.

Revisado: M.T.J.


GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

Proyecto	: Tesis: "Diseño y Análisis Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos, Nuevo Chimbote - 2020"		
Solicita:	: Srs: Gavidia Obregón Cesar Jhamir y Gonzales del Castillo Yuki		
Departamento	: Ancash	Provincia	: Santa
Calicata	: C-02	Distrito	: Nvo. Chimbote
Fecha	: 06/05/2021	Profundidad Alcanzada (m)	: 3.25
		Nivel Freático (m)	: N.P.

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN, g/cm3	HN, %			
0.00							
		M-1		1.48		Arena Mal Graduada con Limo (SP-SM): 94.51% de arena fina y 5.49% de finos no plásticos. Condición in situ: Compacto a muy compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro.	SP-SM
3.25							

Ejecutado: K.A.J.

Revisado: M.T.J.

GEOMG S.A.C.

 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

PROYECTO : Tesis: "Diseño y Análisis Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos, Nuevo Chimbote - 2020"	REALIZADO : J.M.T.
SOLICITA : Srs: Gavidia Obregón Cesar Jhamir y Gonzales del Castillo Yuki	PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 3.30
UBICACION : Distrito: Nuevo Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	PROF. NIVEL FREÁTICO (m) : N.P.
FECHA DE PERFORACION : 06/05/2021	

Nivel: Terreno Natural Existente

AUSCULTACION : **DPL-01**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	DN, gr/cm3	NDPL	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA N _{DPL} = N° de golpes / 10 cm			
					N SPT	Dr (%)	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm2) suelo cohesivo				
0.10	<p>Arena Mal Graduada (SP): 95.52% de arena media a fina, y 4.48% de finos no plásticos.</p> <p>Condición in situ: Medianamente compacto a compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro.</p>	SP	1.62	8								
				10								
				11								
0.50				9			17	46.1		31.9	-	
				21								
				23								
				34								
				39								
1.00				57		1.78	54	82.2		37.3	-	
				54								
				52								
				61								
				64								
1.50				53		1.76	57	79.8		37.0	-	
				57			51					
				43								
				39								
				47								
2.00				54		1.77	52	80.6		37.1	-	
				52			52					
				51								
				55								
				63								
2.40				72		1.83	69	90.8		38.8	-	
2.50				69			66					
				58								
				64								
				62								
3.00				71		1.87	87	97.5		39.6	-	
				87			76					
				71								
				89								
3.40				100								
3.50				Desciende Lentamente								
4.00												
4.50												
5.00												

VºBº :

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash

Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com

www.geomsac.com

PROYECTO : Tesis: "Diseño y Análisis Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos, Nuevo Chimbote – 2020"	REALIZADO : J.M.T.
SOLICITA : Srs: Gavidia Obregón Cesar Jhamir y Gonzales del Castillo Yuki	PROFUNDIDAD TOTAL (m): 2.90
UBICACION : Distrito: Nuevo Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	PROF. NIVEL FREATICO (m): N.P.
FECHA DE PERFORACION : 06/05/2021	

Nivel: Terreno Natural Existente

AUSCULTACION : **DPL- 02**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	DN, gr/cm3	N D P L	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA N _{DPL} = N° de golpes / 10 cm
					N SPT	Dr (%)	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm2) suelo cohesivo	
0.10				6					
				15					
				27					
0.50			1.69	34					
				35	33	64.2	34.6		
				32					
				43					
				41					
1.00			1.74	52					
				47	46	75.8	36.4		
				39					
				43					
				41					
1.50	Arena Mal Graduada con Limo (SP-SM): 94.51% de arena fina y 5.49% de finos no plásticos. Condición in situ: Compacto a muy compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro.	SP-SM	1.79	48					
				56	57	84.4	37.7		
				67					
				64					
				61					
2.00			1.86	69					
				74	73	95.5	39.3		
				78					
				72					
				79					
2.50			1.88	83					
				76	79	99.4	39.9		
				79					
				86					
				73					
3.00				100					
				Desciende Lentamente					
3.25									
3.50									
4.00									
4.50									
5.00									



V°B° :

GEOMG S.A.C.

 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

ANEXO III
RESULTADOS DE ENSAYOS
DE LABORATORIO

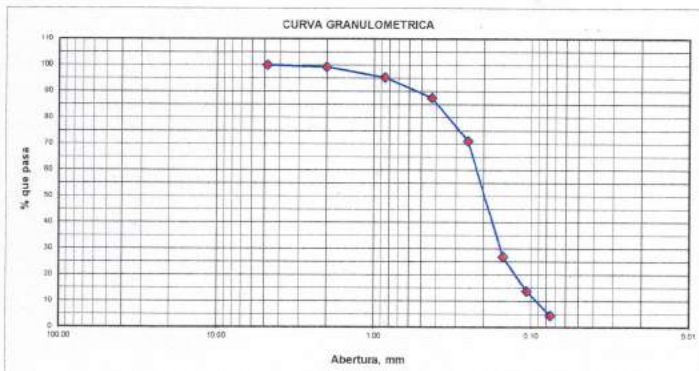
INFORME N° GM-LB21-445-01

Proyecto	: Tesis: "Diseño y Análisis Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos, Nuevo Chimbote - 2020"	
Solicitante	: Srs: Gavidia Obregón Cesar Jhamir y Gonzales del Castillo Yuki	Fecha : 04/05/2021
Ubicación	: Departamento: Ancash, Provincia: Santa, Distrito: Nuevo Chimbote	
Calicata	: C-01	Muestra : M-01 De: 0.00 a 3.40 m.

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D6913)

Peso Inicial Seco, [gr]	160.80
Peso Lavado y Seco, [gr]	153.80

Mallas	Abertura [mm]	Peso Retenido [grs]	% Pasa
3"	75.000		
2"	50.000		
1 1/2"	37.500		
1"	25.000		
3/4"	19.000		
3/8"	9.500		
N° 4	4.750	0.00	100.00
N° 10	2.000	1.10	99.32
N° 20	0.850	6.40	95.34
N° 40	0.425	12.40	87.62
N° 60	0.250	26.50	71.14
N° 100	0.150	71.10	26.93
N° 140	0.106	21.00	13.87
N° 200	0.075	15.10	4.48
< N° 200		7.20	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PLASTICO
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		83
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		10.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		70.10
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	69.10
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	1.00
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	58.50
		1.71



RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	0.00%
Grava Gruesa (3/4" < Diam < 3")	0.00%
Grava Fina (N°4" < Diam < 3/4")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	95.52%
Arena Gruesa (No.10 < Diam < No.4)	0.68%
Arena Media (No.40 < Diam < No.10)	11.69%
Arena Fina (No.200 < Diam < No.40)	83.15%
Finos (Diam < No.200)	4.48%
Límite Líquido	N.P.
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Contenido de Humedad	1.71%
Clasificación SUCS	SP

Realizado por: K.A.J.
Revisado por: M.T.J.

GEOMG S.A.C.
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

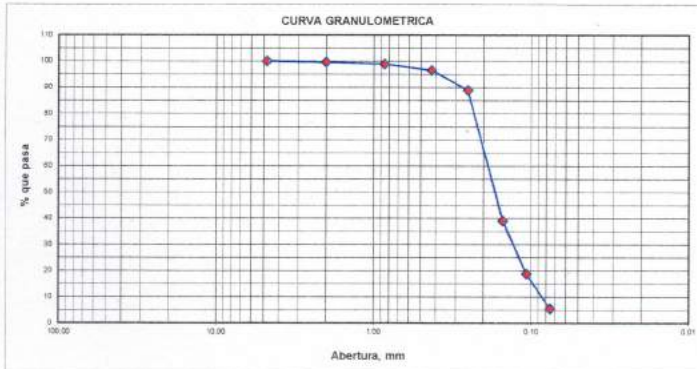


INFORME N° GM-LB21-445-02

Proyecto	: Tesis: "Diseño y Análisis Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos, Nuevo Chimbote - 2020"	Fecha	: 04/05/2021
Solicitante	: Srs: Gavidia Obregón Cesar Jhamir y Gonzales del Castillo Yuki		
Ubicación	: Departamento: Ancash, Provincia: Santa, Distrito: Nuevo Chimbote		
Calicata	: C-02	Muestra	: M-01 De: 0.00 a 3.25 m.

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D6913)

Peso Inicial Seco, [gr]	165.90		
Peso Lavado y Seco, [gr]	156.80		
Mallas	Abertura [mm]	Peso Retenido [grs]	% Pasa
3"	75.000		
2"	50.000		
1 1/2"	37.500		
1"	25.000		
3/4"	19.000		
3/8"	9.500		
N° 4	4.750	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.50	99.70
N° 20	0.850	1.40	98.85
N° 40	0.425	3.80	96.56
N° 60	0.250	12.60	88.97
N° 100	0.150	82.80	39.06
N° 140	0.106	33.50	18.87
N° 200	0.075	22.20	5.49
< N° 200		9.10	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PLASTICO
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		44
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		10.10
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		57.30
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	0.70
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	47.20
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	1.48



RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	0.00%
Grava Gruesa (3/4" < Diam < 3")	0.00%
Grava Fina (N°4" < Diam < 3/4")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	94.51%
Arena Gruesa (No.10 < Diam < No.4)	0.30%
Arena Media (No.40 < Diam < No.10)	3.13%
Arena Fina (No.200 < Diam < No.40)	91.08%
Finos (Diam < No.200)	5.49%
Límite Líquido	N.P.
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Contenido de Humedad	1.48%
Clasificación SUCS	SP-SM

Realizado por: K.A.J.
Revisado por: M.T.J.

GEOMG S.A.C.
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB21-445-03

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

PROYECTO: TESIS: "DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS, NUEVO CHIMBOTE – 2020"

SOLICITADO: Srs: Gavidia Obregón Cesar Jhamir y Gonzales del Castillo Yuki

FECHA: 06/05/2021

CALICATA: C-01

MUESTRA: M-01 de 0.00 a 3.40m

DESCRIPCION DE ENSAYOS	RESULTADO		NORMA
Sales Solubles Totales	0.261%	2608 ppm	NTP339.152-2002
Contenido de ion cloruros Cl-	0.017%	167 ppm	NTP339.177-2002
Contenido de ion sulfatos SO4	0.060%	604 ppm	NTP339.178-2002
pH	7.2		ASTM D4972



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge B. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

V°B°.....

ANEXO IV
MEMORIA DE CALCULO

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

PORTICO PRINCIPALES

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m ²
Peso Específico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m ³
Peso Específico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m ³
Relación	1
Ancho Largo (B/L)	3
Factor de Seguridad	20
Carga Total	ton

(ZAPATA CUADRADA)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Cuadrada	22.16	9.35	12.27	1.55	0.6	1.75

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)
Cuadrada	1.80	1.10	6.82	2.27
	1.80	1.20	6.87	2.29
	1.80	1.30	6.92	2.31
	1.80	1.40	6.97	2.32

Qact (kg/cm ²)	Condición Qadm>Qact
1.65	Cumple
1.39	Cumple
1.18	Cumple
1.02	Cumple

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

PORTICO PRINCIPALES

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m ²
Peso Específico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m ³
Peso Específico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m ³
Relación	1
Ancho Largo (B/L)	3
Factor de Seguridad	40
Carga Total	ton

(ZAPATA CUADRADA)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Cuadrada	22.16	9.35	12.27	1.55	0.6	1.75

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)
Cuadrada	1.80	1.50	7.02	2.34
	1.80	1.60	7.07	2.36
	1.80	1.70	7.12	2.37
	1.80	1.80	7.17	2.39

Qact (kg/cm ²)	Condición Qadm>Qact
1.78	Cumple
1.56	Cumple
1.38	Cumple
1.23	Cumple

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

PORTICO PRINCIPALES

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m ²
Peso Especifico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m ³
Peso Especifico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m ³
Relación	1
Ancho Largo (B/L)	3
Factor de Seguridad	60
Carga Total	ton

(ZAPATA CUADRADA)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Cuadrada	22.16	9.35	12.27	1.55	0.6	1.75

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)
Cuadrada	1.80	1.70	7.12	2.37
	1.80	1.80	7.17	2.39
	1.80	1.90	7.22	2.41
	1.80	2.00	7.27	2.42

Qact (kg/cm ²)	Condición Qadm>Qact
2.08	Cumple
1.85	Cumple
1.66	Cumple
1.50	Cumple

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP-N° 68738

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

PORTICO PRINCIPALES

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m2
Peso Especifico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m3
Peso Especifico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m3
Relación	1
Ancho Largo (B/L)	3
Factor de Seguridad	80
Carga Total	ton

(ZAPATA CUADRADA)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Cuadrada	22.16	9.35	12.27	1.55	0.6	1.75

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Quit (Kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
Cuadrada	1.80	2.00	7.27	2.42
	1.80	2.10	7.32	2.44
	1.80	2.20	7.37	2.46
	1.80	2.30	7.42	2.47

Qact (kg/cm2)	Condición Qadm>Qact
2.00	Cumple
1.81	Cumple
1.65	Cumple
1.51	Cumple

GEOMG S.A.C.

 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

PORTICO PRINCIPALES

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m2
Peso Especifico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m3
Peso Especifico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m3
Relación	0.75
Ancho Largo (B/L)	3
Factor de Seguridad	20
Carga Total	ton

(ZAPATA RECTANGULAR)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Rectangular	22.16	9.35	12.27	1.42	0.70	1.57

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Quit (Kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
Rectangular	1.80	1.00	6.18	2.06
	1.80	1.10	6.24	2.08
	1.80	1.20	6.30	2.10
	1.80	1.30	6.35	2.12

Qact (kg/cm2)	Condición Qadm>Qact
1.50	Cumple
1.24	Cumple
1.04	Cumple
0.89	Cumple

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

PORTICO PRINCIPALES

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m2
Peso Especifico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m3
Peso Especifico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m3
Relación	0.75
Ancho Largo (B/L)	3
Factor de Seguridad	40
Carga Total	ton

(ZAPATA RECTANGULAR)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Rectangular	22.16	9.35	12.27	1.42	0.70	1.57

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
Rectangular	1.80	1.30	6.35	2.12
	1.80	1.40	6.41	2.14
	1.80	1.50	6.47	2.16
	1.80	1.60	6.53	2.18

Qact (kg/cm2)	Condición Qadm>Qact
1.78	Cumple
1.53	Cumple
1.33	Cumple
1.17	Cumple

GEOMG S.A.C.

 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

PORTICO PRINCIPALES

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m2
Peso Especifico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m3
Peso Especifico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m3
Relación	0.75
Ancho Largo (B/L)	3
Factor de Seguridad	60
Carga Total	ton

(ZAPATA RECTANGULAR)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Rectangular	22.16	9.35	12.27	1.42	0.70	1.57

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Quit (Kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
Rectangular	1.80	1.60	6.53	2.18
	1.80	1.70	6.58	2.19
	1.80	1.80	6.64	2.21
	1.80	1.90	6.70	2.23

Qact (kg/cm2)	Condición Qadm>Qact
1.76	Cumple
1.56	Cumple
1.39	Cumple
1.25	Cumple

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

PORTICO PRINCIPALES

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m ²
Peso Especifico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m ³
Peso Especifico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m ³
Relación	0.75
Ancho Largo (B/L)	3
Factor de Seguridad	80
Carga Total	ton

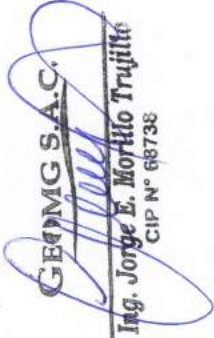
(ZAPATA RECTANGULAR)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Rectangular	22.16	9.35	12.27	1.42	0.70	1.57

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Quit (Kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)
Rectangular	1.80	2.10	6.82	2.27
	1.80	2.20	6.87	2.29
	1.80	2.30	6.93	2.31
	1.80	2.40	6.99	2.33

Qact (kg/cm ²)	Condición Qadm>Qact
1.36	Cumple
1.24	Cumple
1.13	Cumple
1.04	Cumple

GEOMG S.A.C.

 Ing. Jorge E. Moyhlo Trujillo
 CIP N° 68738

MUROS DE ALBAÑILERIA ANALISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACION SUPERFICIAL

DATOS GENERALES	
Angulo de Fricción	37.0 °
Cohesión	0.00 ton/m ²
Peso Específico de Suelo por encima del N.C.	1.62 ton/m ³
Peso Específico de Suelo por debajo del N.C.	1.77 ton/m ³
Relación	>5
Largo Ancho (L/B)	3
Factor de Seguridad	5
Carga Total	ton/m

(CIMENTACION CONTINUO)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	N'c	N'y	N'q	Sc	Sy	Sq
Continuo	22.16	9.35	12.27	1	1	1

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (Kg/cm ²)
Continuo	1.20	0.60	2.88	0.96
	1.20	0.70	2.96	0.99
	1.20	0.80	3.05	1.02
	1.20	0.90	3.13	1.04

Qact (kg/cm ²)	Condición Qadm>Qact
0.83	Cumple
0.71	Cumple
0.63	Cumple
0.56	Cumple

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

PORTICO PRINCIPALES - CALCULO DE ASENTAMIENTOS - METODO ELASTICO

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
	Rígida	82
Cuadrada	Centro	112
	Esquina	56
Circular	Medio	95
	Rígida	88
Rectangular	Centro	100
	Esquina	64
(L/B => 10)	Medio	85
	Rígida	210
	Centro	254
	Esquina	127
	Medio	225

Poisson (u)	0.30
Módulo de Elasticidad (ton/m2)	6000

$$S = \Delta q * B (1 - \nu^2) / E_s * I_w$$

Donde:

S = Asentamiento total (cm)

Δq = Presión de contacto (Ton/m2)

B = Ancho de la cimentación (m)

E_s = Módulo de elasticidad secante (ton/m2)

ν = Relación de Poisson (-)

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la

cimentación (cm/m)

(Bowles, 1977)

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Cuadrada	1.80	1.10	16.53	0.23	0.31	0.15	0.26
		1.80	1.20	13.89	0.21	0.28	0.14	0.24
		1.80	1.30	11.83	0.19	0.26	0.13	0.22
		1.80	1.40	10.20	0.18	0.24	0.12	0.21

Si: **0.31** cm

De acuerdo

$\delta =$ Distorsión angular x L

$\delta:$ Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

$\delta =$

cm	0.70
cm	1.00

m	3.5
m	5.0

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

PORTICO PRINCIPALES - CALCULO DE ASENTAMIENTOS - METODO ELASTICO

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
	Rígida	82	
Cuadrada	Flexible	Centro	112
		Esquina	56
Circular		Medio	95
	Rígida	Centro	88
Rectangular	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
(L/B >= 10)		Medio	85
	Rígida	Centro	210
	Flexible	Esquina	254
		Medio	127
			225

Poisson (u)	0.30
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	6000

$$S = \Delta q * B(1 - \nu^2) / E_s * I_w$$

Donde:

S = Asentamiento total (cm)

Δq = Presión de contacto (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

E_s = Módulo de elasticidad secante (ton/m²)

ν = Relación de Poisson (-)

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la cimentación (cm/m)
(Bowles, 1977)

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Cuadrada	1.80	1.50	17.78	0.33	0.45	0.23	0.38
		1.80	1.60	15.63	0.31	0.42	0.21	0.36
		1.80	1.70	13.84	0.29	0.40	0.20	0.34
		1.80	1.80	12.35	0.28	0.38	0.19	0.32

Si: **0.45** cm
De acuerdo

$\delta =$ Distorsión angular x L
 $\delta:$ Asentamiento diferencial
L: Longitud de ejes de zapatas:

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

$\delta =$ **0.70** cm
1.00 cm

3.5 m
5.0 m

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

GEOMG S.A.C.
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

PORTICO PRINCIPALES

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
	Rígida	82
Cuadrada	Centro	112
	Esquina	56
	Medio	95
Circular	Rígida	88
	Centro	100
	Esquina	64
Rectangular (L/B => 10)	Medio	85
	Rígida	210
	Centro	254
	Esquina	127
	Medio	225

Poisson (u)	0.30
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	6000

$$S = \Delta q \cdot B \cdot (1 - \nu^2) / E_s \cdot I_w$$

Donde:

S = Asentamiento total (cm)

Δq = Presión de contacto (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

E_s = Módulo de elasticidad secante (ton/m²)

ν = Relación de Poisson (-)

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la

cimentación (cm/m)

(Bowles, 1977)

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Cuadrada	1.80	1.70	20.76	0.44	0.60	0.30	0.51
		1.80	1.80	18.52	0.41	0.57	0.28	0.48
		1.80	1.90	16.62	0.39	0.54	0.27	0.46
		1.80	2.00	15.00	0.37	0.51	0.25	0.43

Si: **0.60** cm
De acuerdo

$\delta =$ Distorsión angular x L

$\delta:$ Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$
(límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

3.5 m
5.0 m

0.70 cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

CALCULO DE ASENTAMIENTOS - METODO ELASTICO

PORTICO PRINCIPALES

Cimentación	Valores de If (cm/m)			
	Rígida	Centro	Esquina	Medio
Cuadrada	Flexible	82	112	56
	Rígida	Centro	95	88
		Medio	100	64
Circular	Flexible	85	210	254
	Rígida	Centro	127	225
		Medio		
Rectangular (L/B =>10)	Flexible			
	Rígida	Centro		
		Medio		

Poisson (u)	0.30
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	6000

$$S = \Delta q * B (1 - \nu^2) / E_s * I_w$$

Donde:

S = Asentamiento total (cm)

Δq = Presión de contacto (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

E_s = Módulo de elasticidad secante (ton/m²)

ν = Relación de Poisson (-)

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la cimentación (cm/m)
 (Bowles, 1977)

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Cuadrada	1.80	2.00	20.00	0.50	0.68	0.34	0.58
		1.80	2.10	18.14	0.47	0.65	0.32	0.55
		1.80	2.20	16.53	0.45	0.62	0.31	0.52
		1.80	2.30	15.12	0.43	0.59	0.30	0.50

Si: **0.68** cm
 De acuerdo

$\delta =$ Distorsión angular x L

δ : Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$
 (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

3.5 m
5.0 m

0.70 cm
1.00 cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

CALCULO DE ASENTAMIENTOS - METODO ELASTICO

PORTICO PRINCIPALES

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
	Rígida	82	
Cuadrada	Flexible	Centro	112
		Esquina	56
Circular		Medio	95
	Rígida		88
Rectangular	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
(L/B = 2)		Medio	85
	Rígida		120
	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130

Poisson (u)	0.30
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	6000

$$S = \Delta q \cdot B (1 - \nu^2) / E_s \cdot I_w$$

Donde:
 S = Asentamiento total (cm)
 Δq = Presión de contacto (Ton/m²)
 B = Ancho de la cimentación (m)
 E_s = Módulo de elasticidad secante (ton/m²)
 ν = Relación de Poisson (-)
 I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la cimentación (cm/m) (Bowles, 1977)

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Rectangular	1.80	1.00	15.00	0.27	0.35	0.18	0.30
		1.80	1.10	12.40	0.25	0.32	0.16	0.27
		1.80	1.20	10.42	0.23	0.29	0.15	0.25
		1.80	1.30	8.88	0.21	0.27	0.13	0.23

Si: **0.35** cm
 De acuerdo

$\delta =$ Distorsión angular x L
 $\delta:$ Asentamiento diferencial
 L: Longitud de ejes de zapatas:

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$
 (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

$\delta =$

0.70	cm
1.00	cm

3.5	m
5.0	m

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

CALCULO DE ASENTAMIENTOS - METODO ELASTICO

PORTICO PRINCIPALES

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
	Rígida	82	
Cuadrada	Flexible	Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Flexible	Rígida	88
		Centro	100
		Esquina	64
Rectangular	Flexible	Medio	85
		Rígida	120
		Centro	153
(L/B = 2)	Flexible	Esquina	77
		Medio	130

Poisson (u)	0.30
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	6000

$$S = \Delta q \cdot B (1 - \nu^2) / E_s \cdot I_w$$

Donde:

S = Asentamiento total (cm)

Δq = Presión de contacto (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

E_s = Módulo de elasticidad secante (ton/m²)

ν = Relación de Poisson (-)

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la cimentación (cm/m) (Bowles, 1977)

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Rectangular	1.80	1.30	17.75	0.42	0.54	0.27	0.46
		1.80	1.40	15.31	0.39	0.50	0.25	0.42
		1.80	1.50	13.33	0.36	0.46	0.23	0.39
		1.80	1.60	11.72	0.34	0.44	0.22	0.37

Si: **0.54** cm
De acuerdo

$\delta =$ Distorsión angular x L
 $\delta:$ Asentamiento diferencial
 L: Longitud de ejes de zapatas:

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$
 (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

cm	0.70
cm	1.00

m	3.5
m	5.0

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 66736

CALCULO DE ASENTAMIENTOS - METODO ELASTICO

PORTICO PRINCIPALES

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
	Rígida	82
Cuadrada	Centro	112
	Esquina	56
Circular	Medio	95
	Rígida	88
Rectangular	Centro	100
	Esquina	64
(L/B = 2)	Medio	85
	Rígida	120
	Centro	153
	Esquina	77
	Medio	130

Poisson (u)	0.30
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	6000

$$S = \Delta q \cdot B (1 - \nu^2) / E_s \cdot I_w$$

Donde:

S = Asentamiento total (cm)

Δq = Presión de contacto (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

E_s = Módulo de elasticidad secante (ton/m²)

ν = Relación de Poisson (-)

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la

cimentación (cm/m)

(Bowles, 1977)

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Rectangular	1.80	1.60	17.58	0.51	0.65	0.33	0.55
		1.80	1.70	15.57	0.48	0.61	0.31	0.52
		1.80	1.80	13.89	0.46	0.58	0.29	0.49
		1.80	1.90	12.47	0.43	0.55	0.28	0.47

Si: 0.65 cm

De acuerdo

$\delta =$

Distorsión angular x L

Asentamiento diferencial

Longitud de ejes de zapatas:

Distorsión angular = $\frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

$\delta =$

cm
1.00
cm

m
3.5
m
5.0
m

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".


GEOMG S.A.C.
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 64738

CALCULO DE ASENTAMIENTOS - METODO ELASTICO

PORTICO PRINCIPALES

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
	Rígida	82
Cuadrada	Centro	112
	Esquina	56
	Medio	95
Circular	Rígida	88
	Centro	100
	Esquina	64
Rectangular	Medio	85
	Rígida	120
	Centro	153
(L/B = 2)	Esquina	77
	Medio	130

Poisson (u)	0.30
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	6000

$$S = \Delta q \cdot B (1 - \nu^2) / E_s \cdot I_w$$

Donde:

S = Asentamiento total (cm)

Δq = Presión de contacto (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

E_s = Módulo de elasticidad secante (ton/m²)

ν = Relación de Poisson (-)

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la

cimentación (cm/m)

(Bowles, 1977)

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	qact (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena mal graduada	Rectangular	1.80	2.10	13.61	0.52	0.66	0.33	0.56
		1.80	2.20	12.40	0.50	0.63	0.32	0.54
		1.80	2.30	11.34	0.47	0.61	0.30	0.51
		1.80	2.40	10.42	0.46	0.58	0.29	0.49

Si: **0.66** cm

De acuerdo

$\delta =$ Distorsión angular x L

$\delta:$ Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

3.5	m
5.0	m

(límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

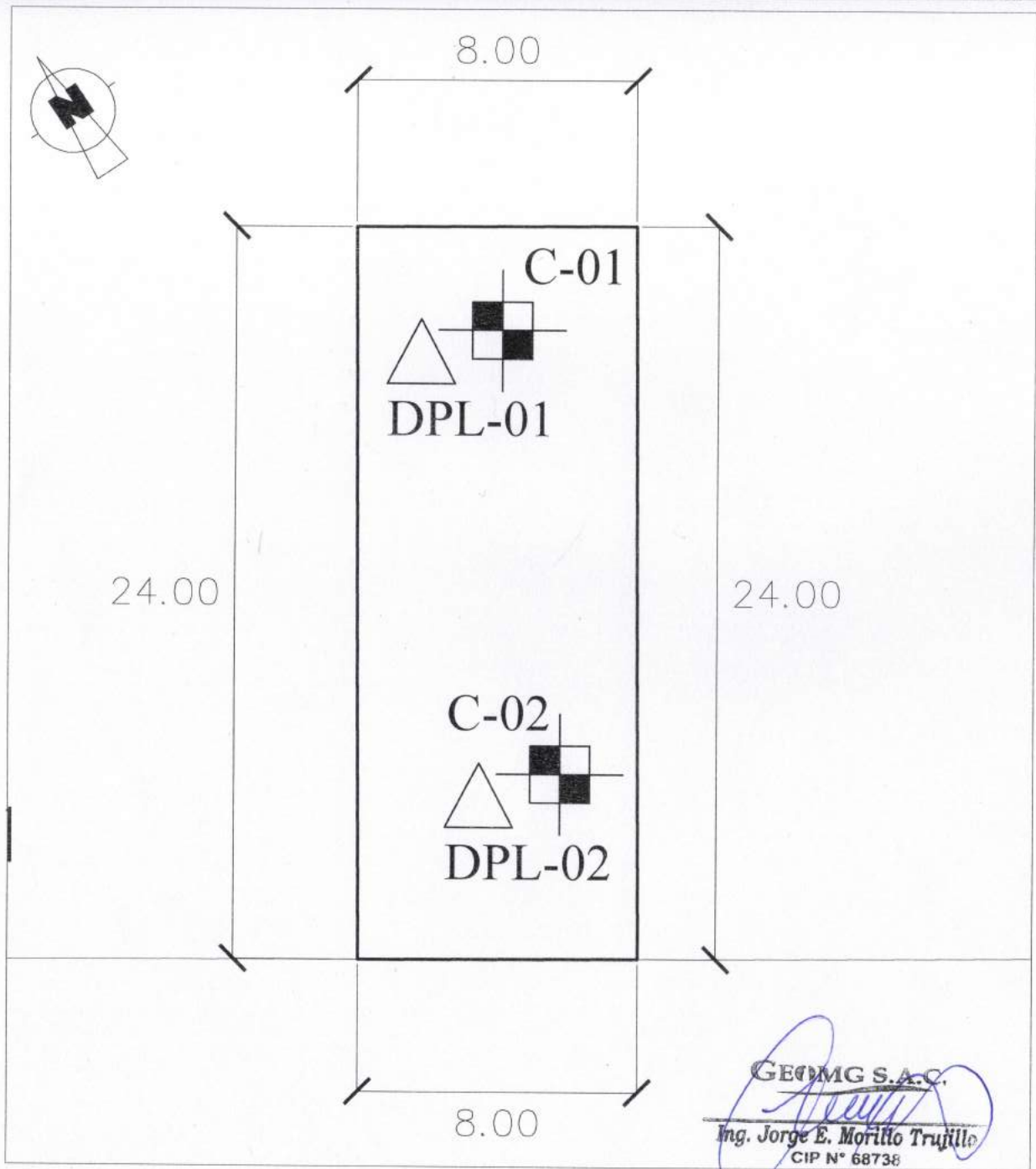
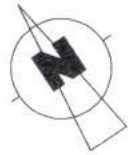
Distorsión angular = $\frac{1}{500}$

0.70	cm
1.00	cm

Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento diferencial y menor a 1".



GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68736

ANEXO V
PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS Y
AUSCULTACIONES DPL



GEOMG S.A.C.
Jorge E. Morillo Trujillo
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

LEYENDA

	CALICATA
	AUSCULTACION

PROYECTO : "DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS, NUEVO CHIMBOTE - 2020"			
PROPIETARIO :			
UBICACION : AA.HH. 18 DE MARZO		Dpto.: ANCASH Prov.: DEL SANTA Dist.: NUEVO CHIMBOTE	
PLANO : UBICACION CALICATAS Y DPL			
RESPONSABLE : JORGE E. MORILLO TRUJILLO CIP N° 68738			LAMINA N° G-01
DIBUJO : JCAP	FORMATO :	ARCHIVO : U-01	
ESCALA : INDICADA	FECHA : MAYO 2,021		1/1

ANEXO VI
PANEL FOTOGRAFICO

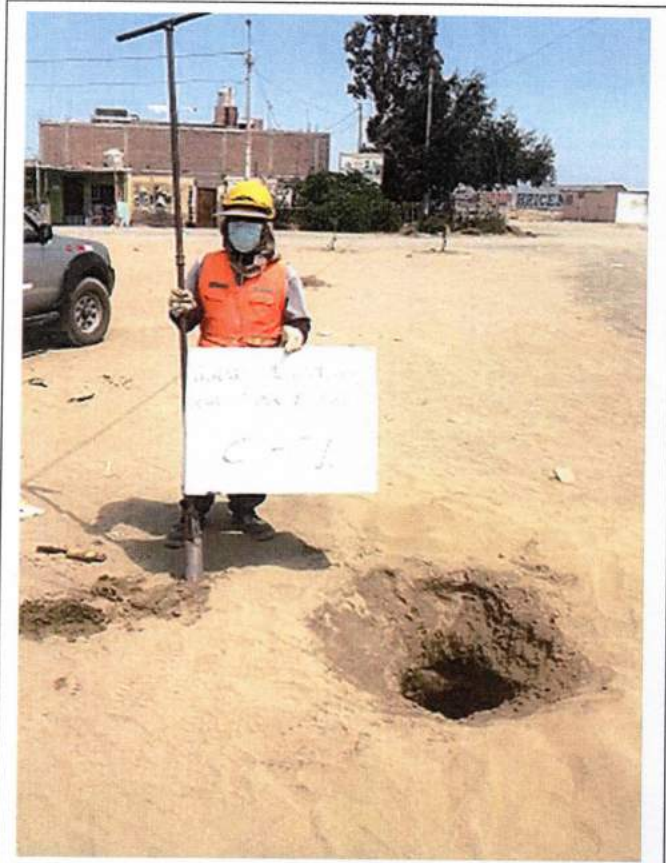


Foto N°01: Vista de la calicata C-01, de 0.00m a 3.40m de profundidad, presencia de arena mal graduada (SP), medianamente compacto a compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro. No se registró la presencia del nivel freático.



Foto N°02: Vista de la auscultación DPL-01 De 0.00m a 3.30m de profundidad, medianamente compacto a compacto.

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

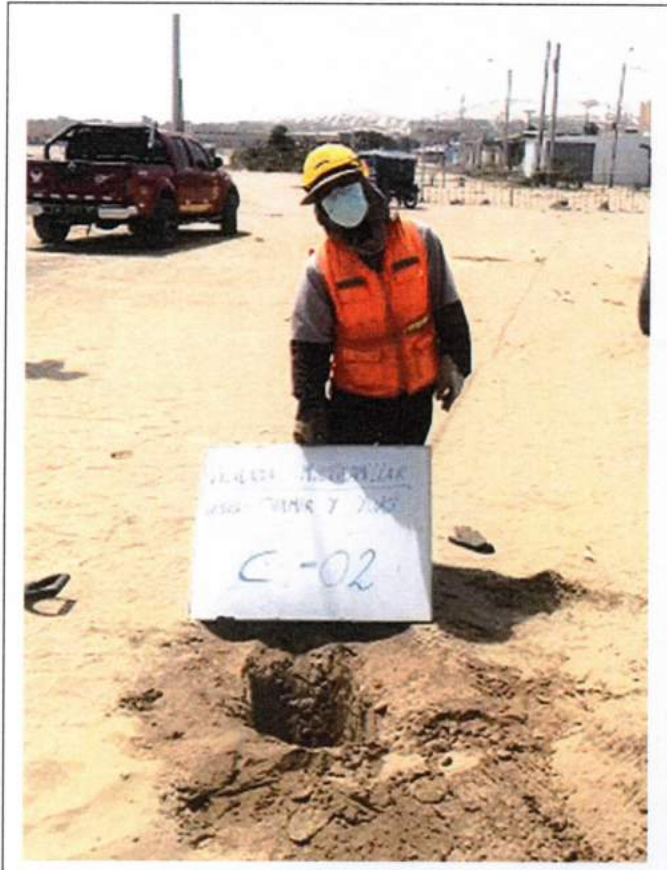


Foto N°03: Vista de la calicata C-02, De 0.00m a 3.25m de profundidad, presencia de arena mal graduada con limo (SP-SM), compacto a muy compacto, seco a ligeramente húmedo de color beige claro. No se registró la presencia del nivel freático.

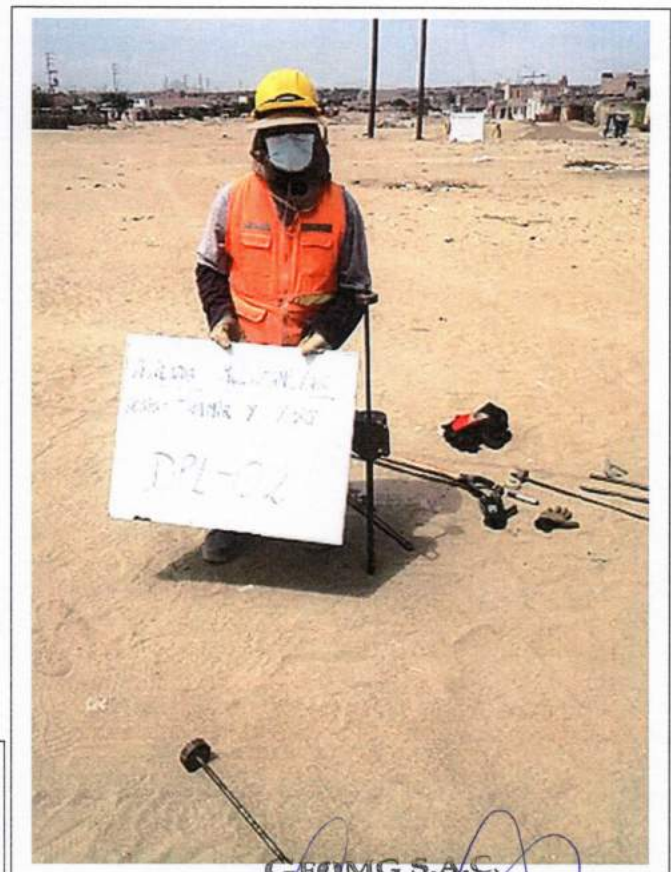


Foto N°04: Vista de la auscultación DPL-02 De 0.00m a 2.90m de profundidad, compacto a muy compacto.

GEOTEC S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68738

PANEL

FOTOGRAFICO

IMAGEN N° 1

Herramientas para la extracción de muestras in situ



IMAGEN N° 2

Excavación de calicata N° 1



IMAGEN N° 3

Excavación de calicata N° 1



IMAGEN N° 4

Ensayo de DPL N° 1



IMAGEN N° 5

Extracción de material de calicata N° 1



IMAGEN N° 6

Calicata N° 1



IMAGEN N° 7

Ensayo de DPL N° 2



IMAGEN N° 8

Excavación de calicata N° 2



IMAGEN N° 9

Ensayo DPL N° 2



IMAGEN N° 10

Calicata N° 2



IMAGEN N° 11

Toma de medidas del área de la edificación proyectada



IMAGEN N° 12

Área de la edificación proyectada



IMAGEN N° 13

Ensayo granulométrico en laboratorio



IMAGEN N° 14

Pesado de muestras



IMAGEN N° 15

Separación de muestras



IMAGEN N° 16

Secado de muestras

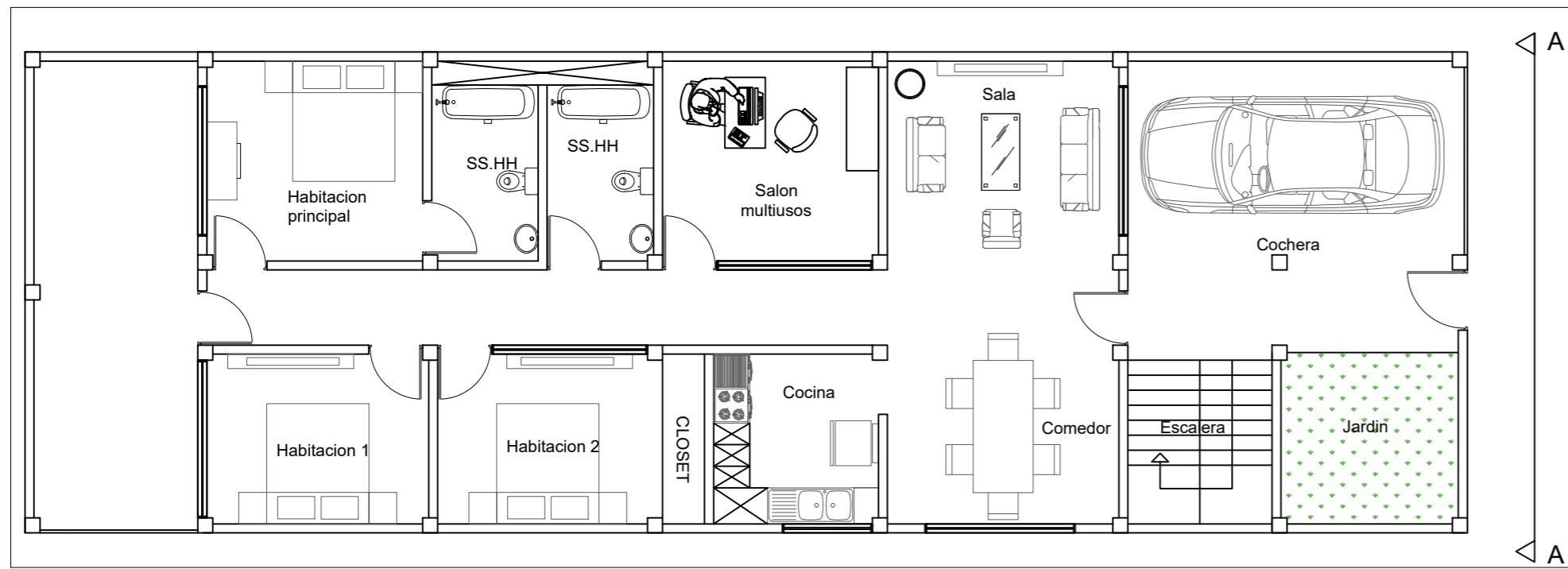


IMAGEN N° 17

Ensayo de granulometría

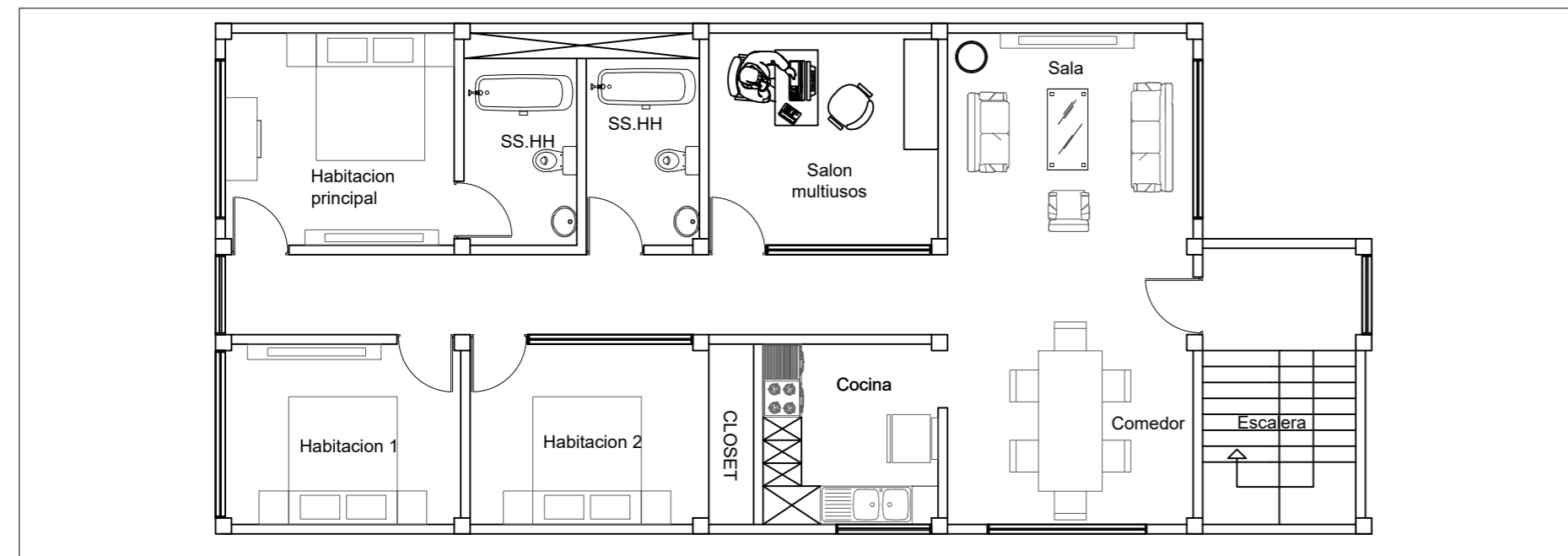


PLANOS



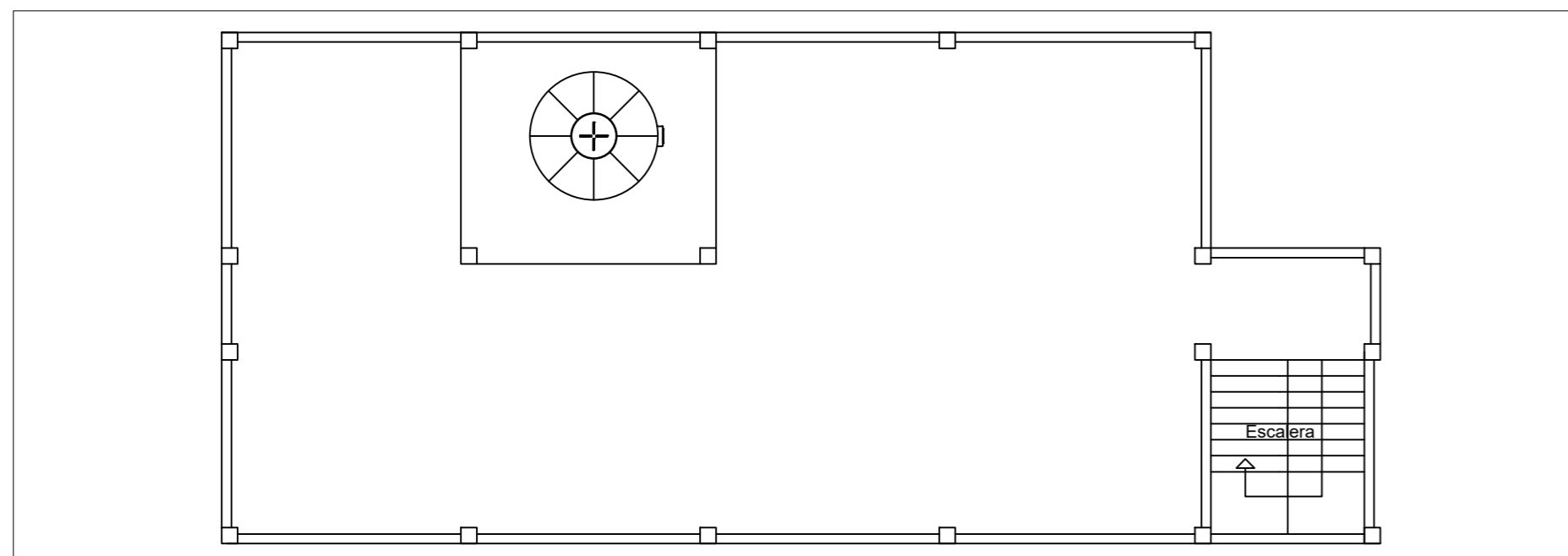
PLANTA PISO 1

ESC. 1/100



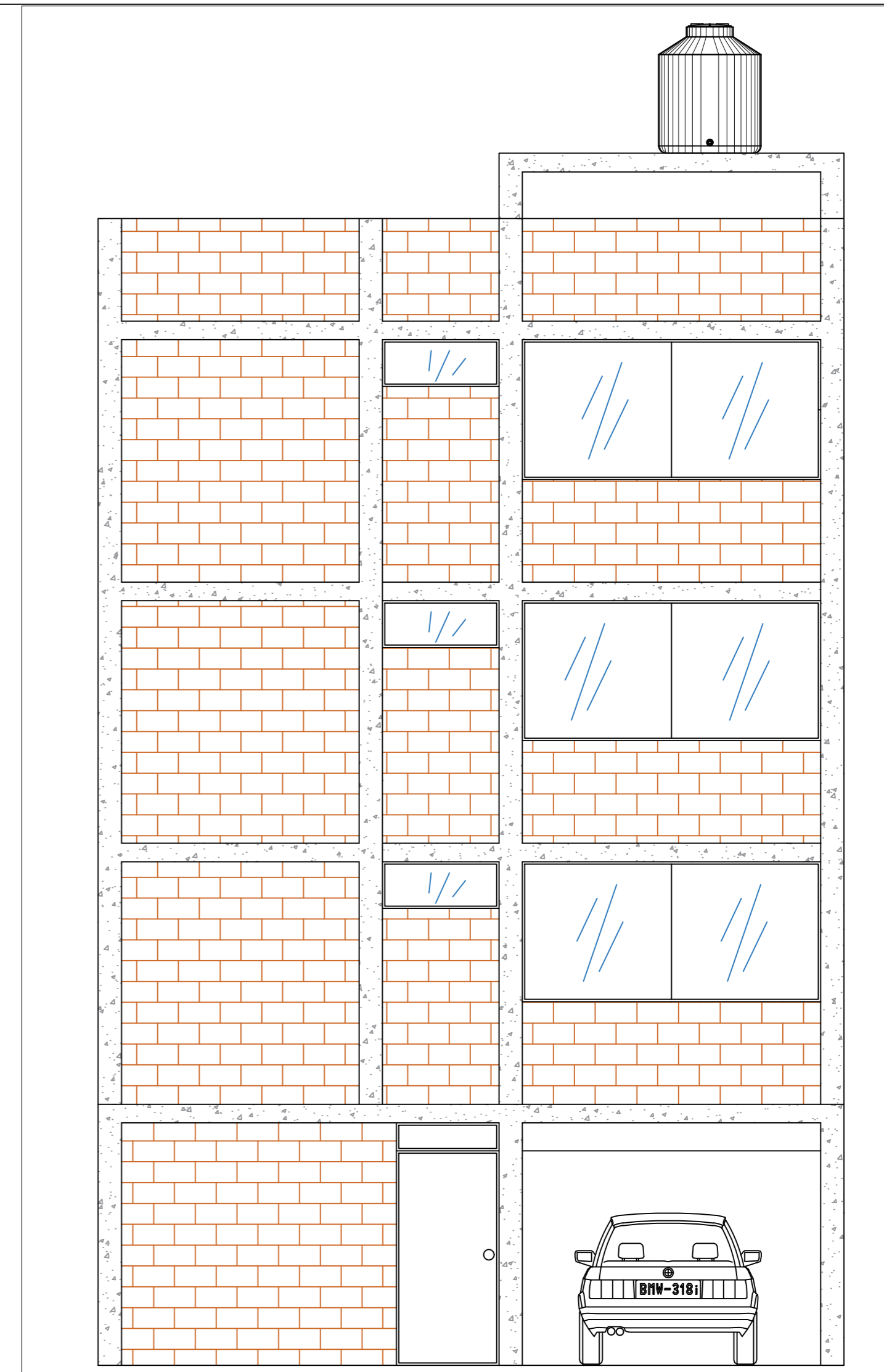
PLANTA PISO 2,3 y 4

ESC. 1/100




PLANTA CISTERNA

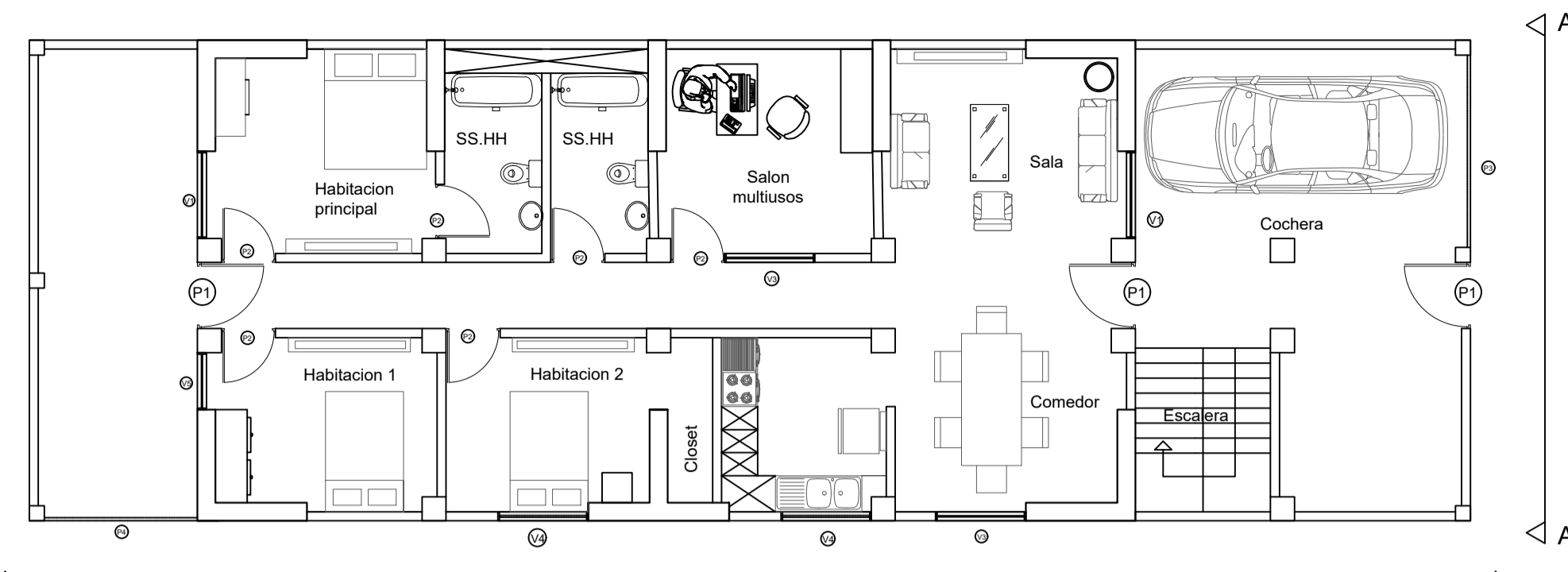
ESC. 1/100



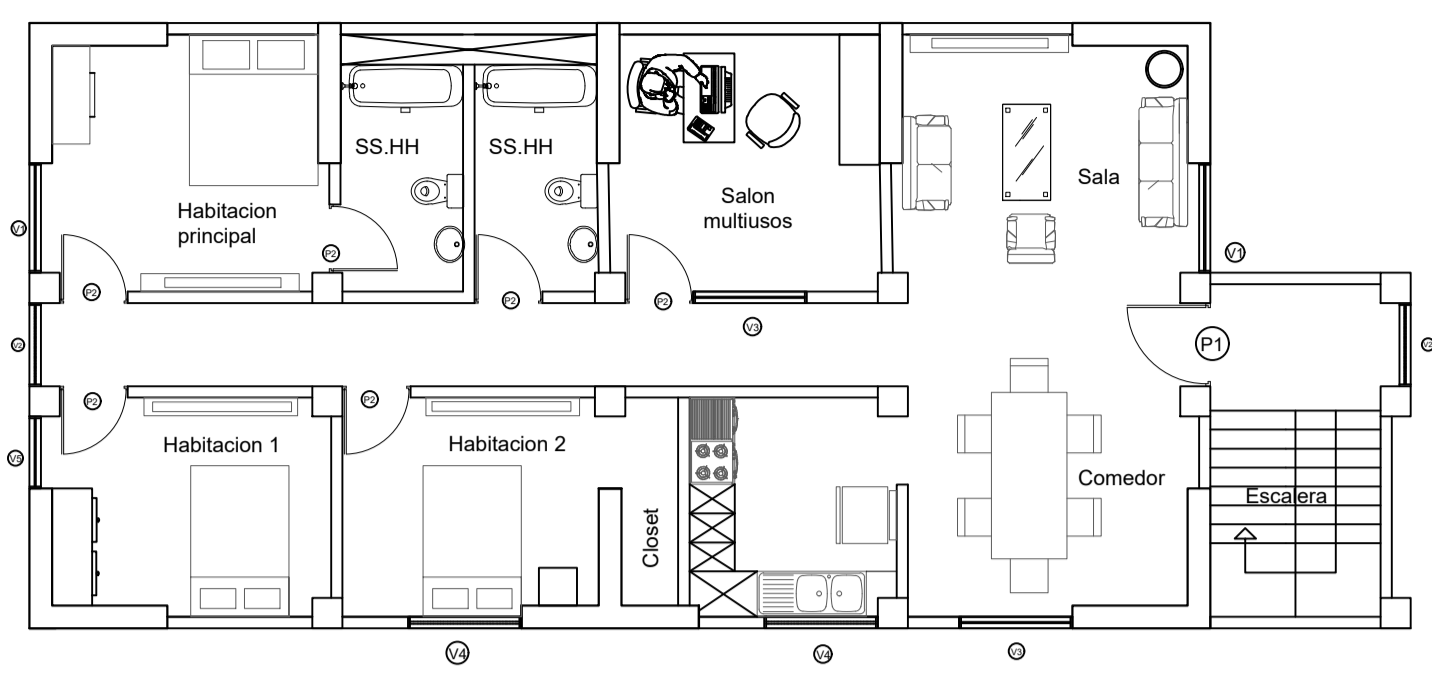
ELEVACION A-A

ESC. 1/50

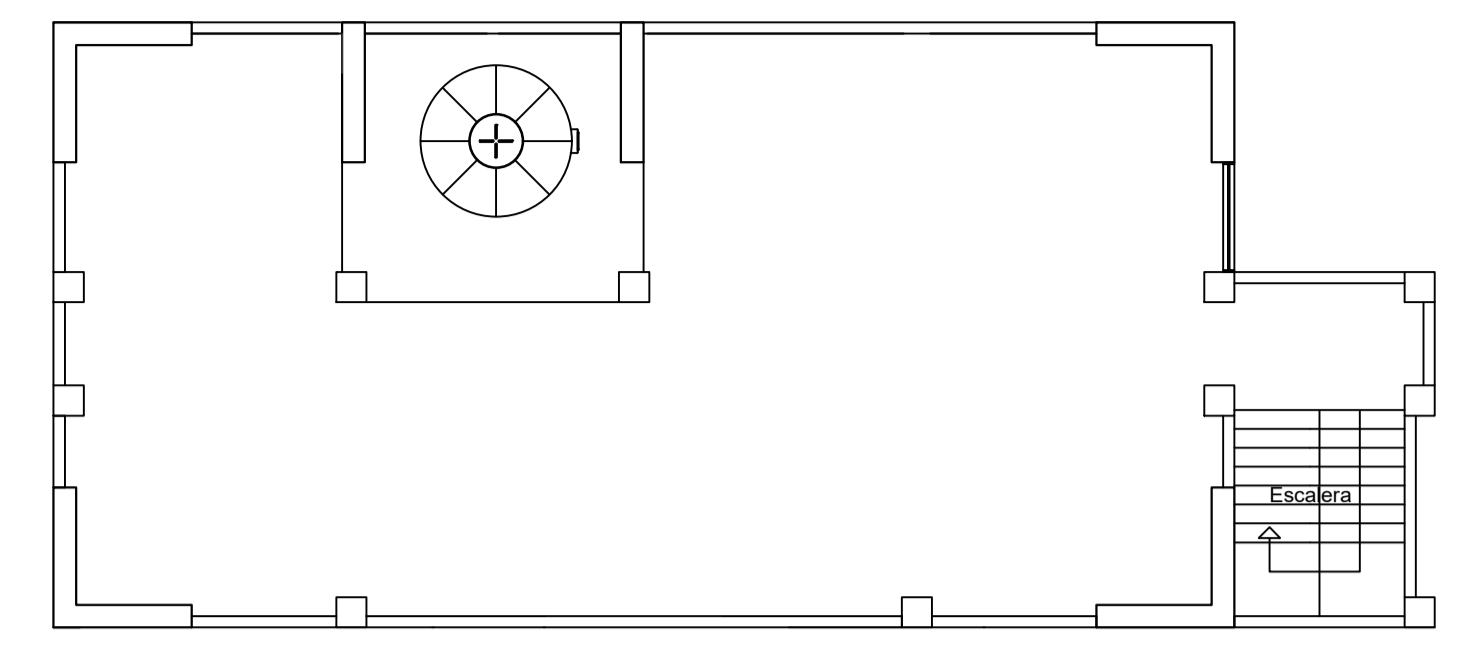
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
PLANO DE ARQUITECTURA PRE ANALISIS		
Curso: DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACION		 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Docente: MGRT. SHEYLA LEGENDRE SALAZAR		
Alumnos: GAVIDIA OBREGON JHAMIR GONZALES DEL CASTILLO YUKI		Lamina: A-01
CICLO: X	Escala: INDICADA	Fecha: JULIO del 2021



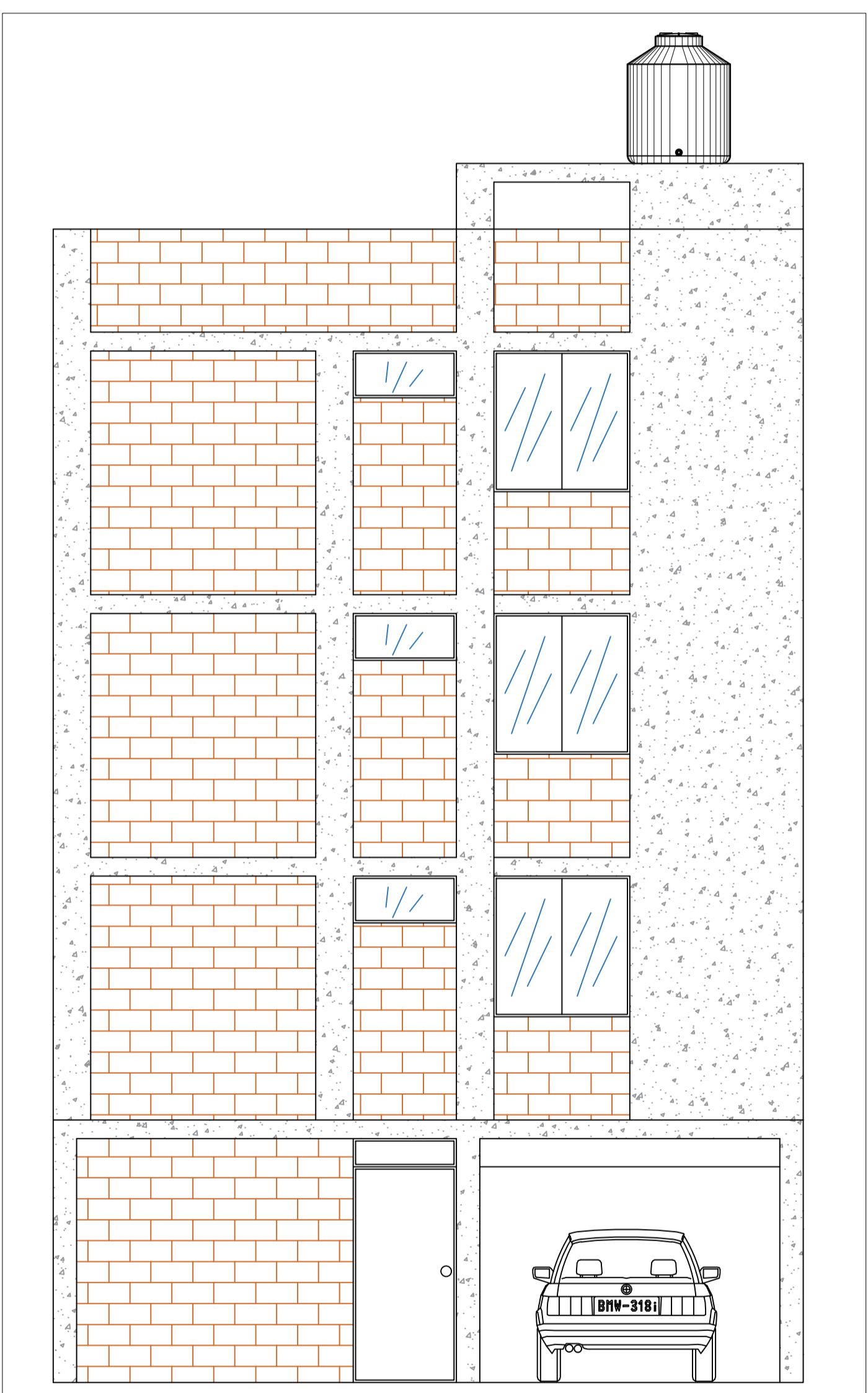
PLANTA PISO 1
ESC. 1/100



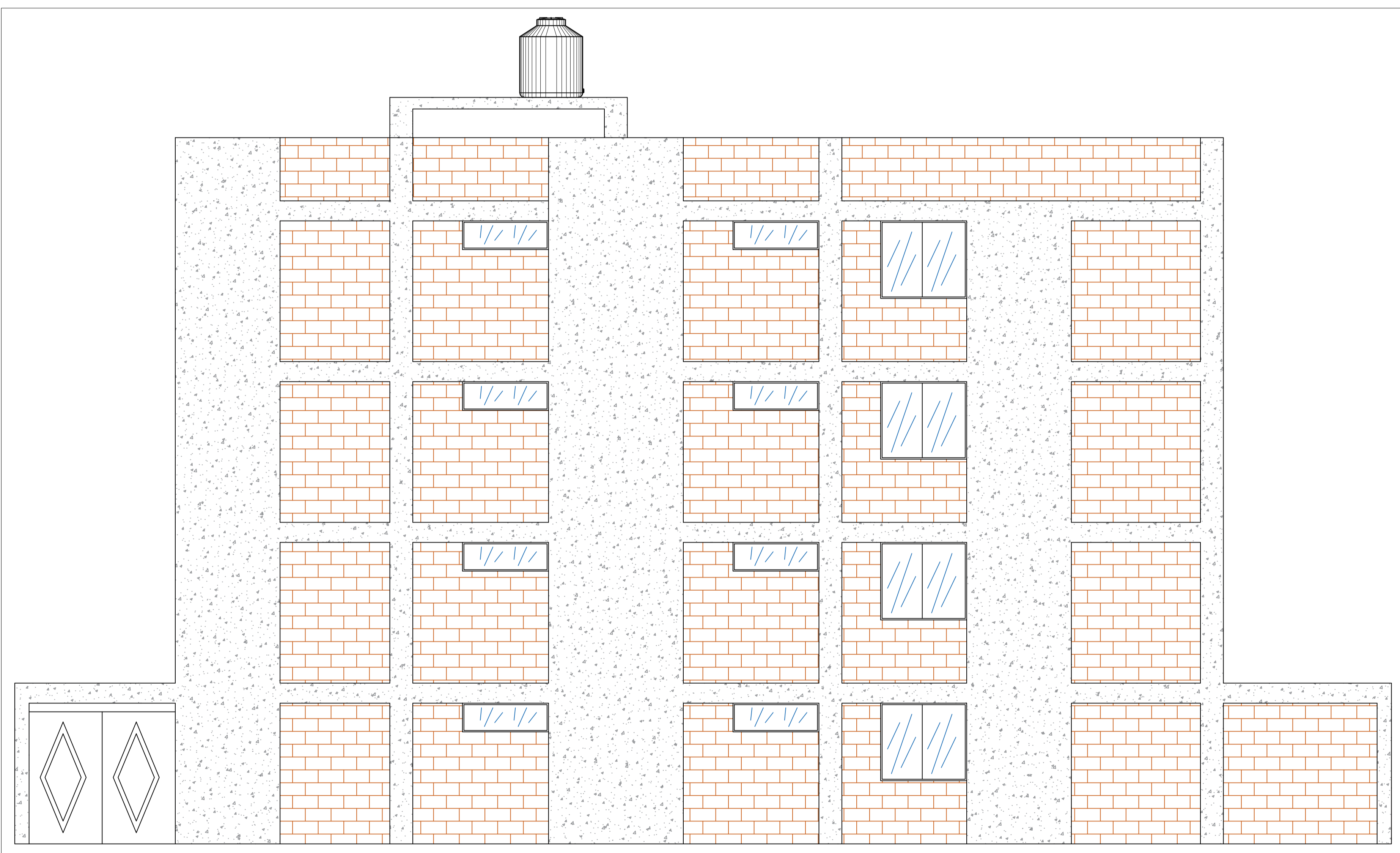
PLANTA PISO 2,3 y 4
ESC. 1/100



PLANTA CISTERNA
ESC. 1/100



ELEVACION A-A
ESC. 1/50



ELEVACION B-B
ESC. 1/50

VENTANAS			
TIPO	ALTO	ANCHO	ALFEIZER
V1	1.5000	1.4500	1.1000
V2	0.5000	1.1000	2.1000
V3	1.3500	1.5000	1.1000
V4	0.5000	1.5000	1.9500
V5	1.5000	0.9500	1.1000

PUERTAS		
TIPO	ALTO	ANCHO
P1	2.6000	1.1000
P2	2.6000	0.9000
P3	2.6000	3.2000
P4	2.4500	2.5500

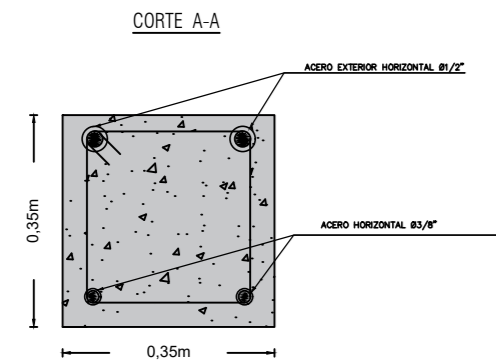
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
PLANO DE ARQUITECTURA POST ANALISIS		
Curso:	DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACION	
Docente:	MGRT. SHEYLA LEGENDRE SALAZAR	
Alumnos:	GAVIDIA OBREGON JHAMIR GONZALES DEL CASTILLO YUKI	
CICLO:	Escala:	Fecha:
X	INDICADA	JULIO del 2021



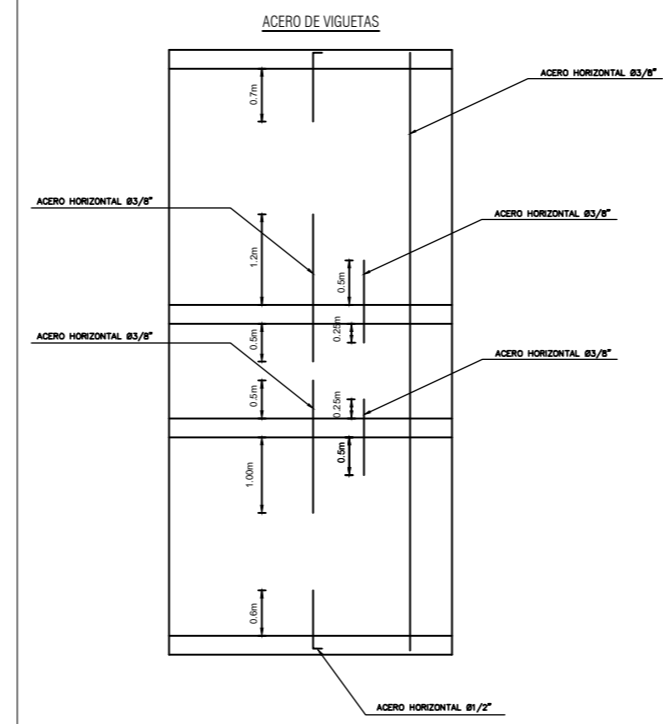
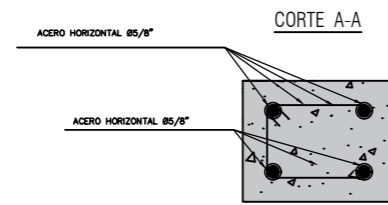
Lamina:
A-02

VIGAS EN CISTERNA

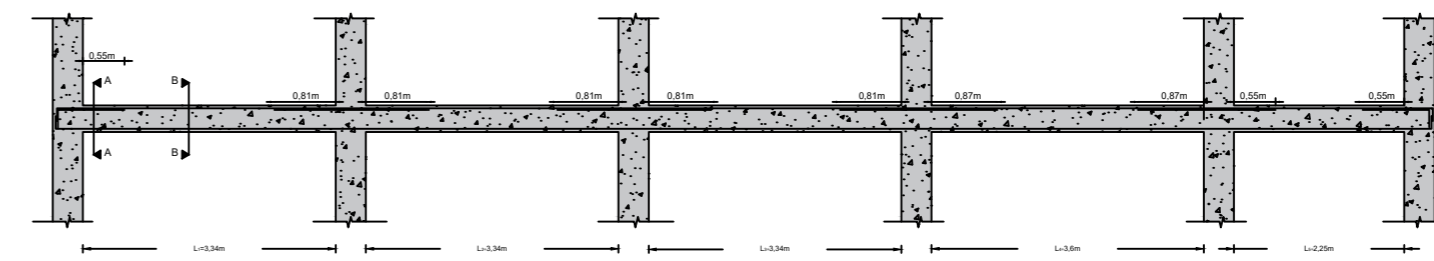
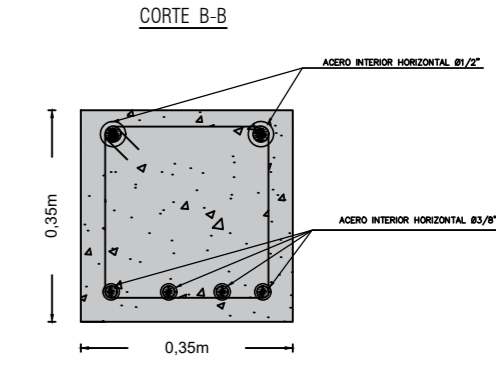
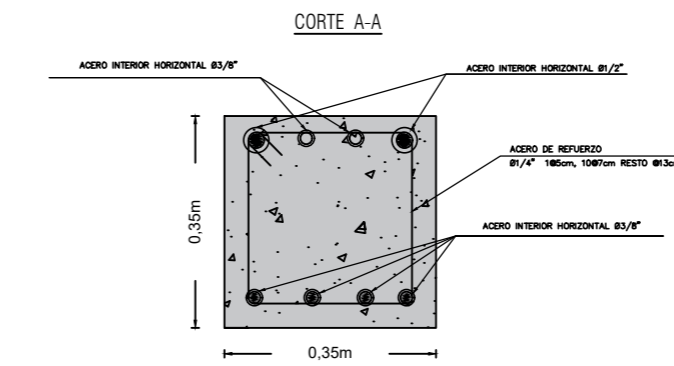
VIGAS PRINCIPALES



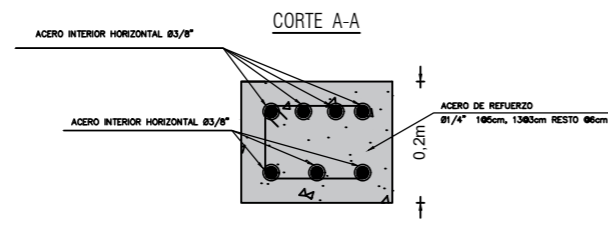
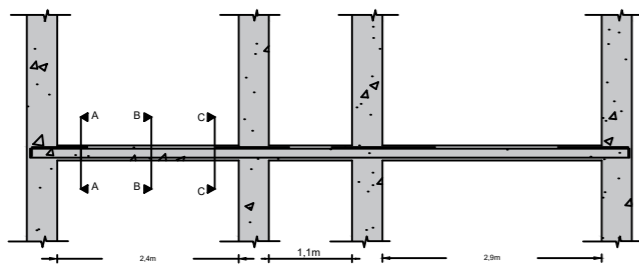
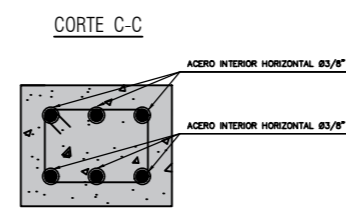
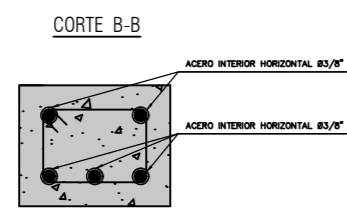
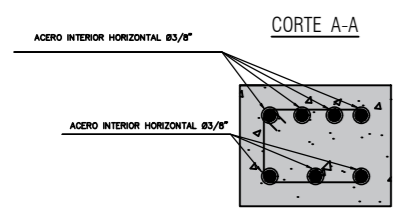
VIGAS SECUNDARIAS



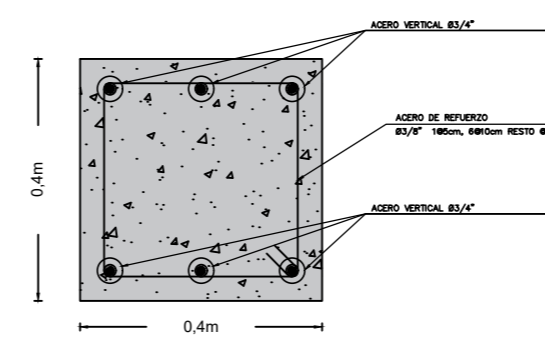
VIGAS PRINCIPALES



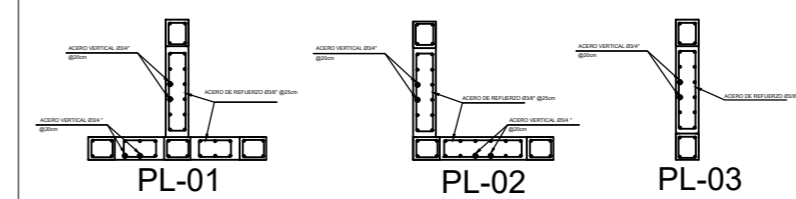
VIGAS SECUNDARIAS



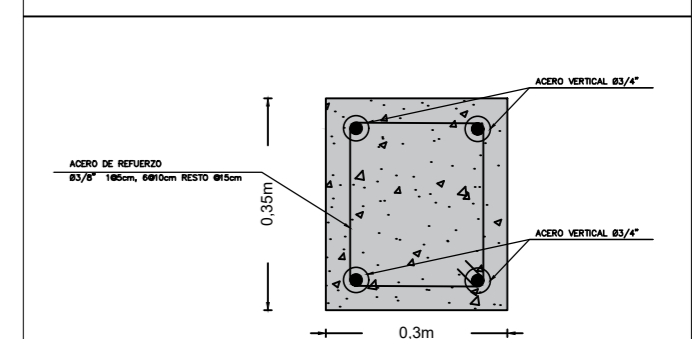
SECCION DE COLUMNA



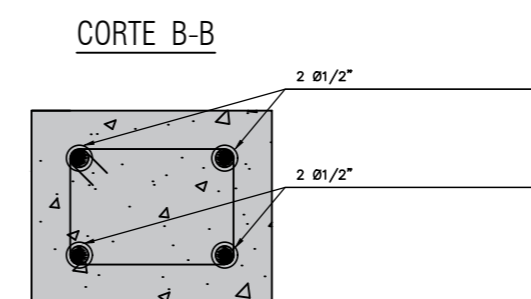
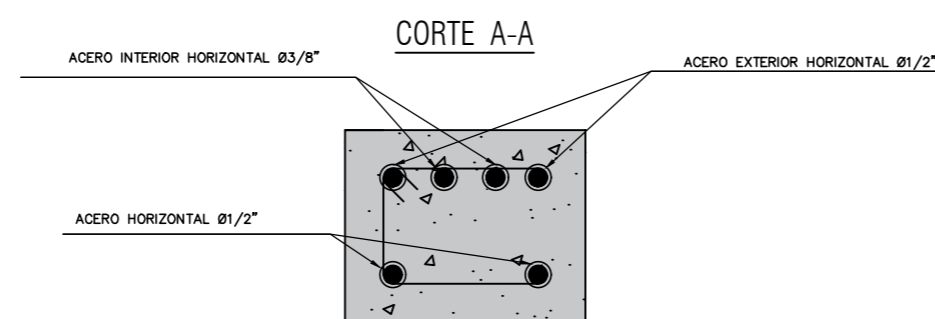
SECCIONES TÍPICAS DE PLACAS



SECCIÓN DE MIEMBROS DE BORDE



VIGAS EN DUCTO



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PLANO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Curso: DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACION

Docente: MGRT. SHEYLA LEGENDRE SALAZAR

Alumnos: GAVIDIA OBREGON JHAMIR
GONZALES DEL CASTILLO YUKI

CICLO: X

Escala: INDICADA

Fecha: JULIO del 2021



Lamina:

E-01