



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Diseño estructural y evaluación sismorresistente de una edificación  
comercial de dos niveles, en la Av. Emancipación, Lima 2022**

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

**AUTOR:**

Alarcón Garay, Carlos Guillermo (ORCID: 0000-0002-4372-3554)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Félix German, Delgado Ramírez (ORCID: 000-0002-7188-9471)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Construcción Sostenible-Ciudades y Comunidades Sostenibles

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos que influyeron en mí, con su aliento y apoyo, a continuar con mis estudios, hasta conseguir mis objetivos superando cada obstáculo, que se ponían en frente.

## **AGRADECIMIENTO**

A los maestros y a todos aquellos que hicieron posible hacer realidad esta oportunidad de crear esta modalidad de estudio para personas que trabajan, por el apoyo y flexibilidad en los horarios, que nos ha permitido avanzar en lograr nuestras metas. Un profundo reconocimiento a los maestros que nos transmitieron sus conocimientos y experiencia.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática .....	1
1.2 Formulación del problema .....	4
1.3 Hipótesis.....	8
II. MARCO TEÓRICO .....	9
2.1 Antecedente Nacional .....	9
2.2 A nivel internacional .....	11
2.3 Bases teóricas .....	14
2.4 Conceptos básicos .....	18
2.5 Normas.....	21
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1 Diseño de investigación.....	25
3.2 Variables y operacionalización .....	25
3.3 Población muestra y muestro .....	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	27
3.5 Validez y Confiabilidad .....	27
3.6 Procedimientos.....	28
3.7 Métodos de análisis de datos .....	30
3.8 Aspectos éticos .....	30
IV. RESULTADOS .....	31
4.1 Descripción y ubicación del área de trabajo .....	31
4.2 Diseño Arquitectónico.....	31

4.3	Estudio De Mecánica De Suelos .....	36
4.4	Predimensionamiento y Estructuración - objetivo específico 1 .....	37
4.4.1	Consideraciones asumidas en la estructuración.....	37
4.4.2	Predimensionamiento .....	39
4.5	Análisis Estático y Dinámico- objetivo específico 2 .....	43
4.5.1	Análisis sísmico .....	43
4.5.2	Modelo estructural .....	43
4.5.3	Análisis estático .....	45
4.5.4	Análisis dinámico .....	46
4.5.5	Control de desplazamientos laterales.....	47
4.5.6	Sistema estructural .....	48
4.5.7	Análisis estructural.....	49
4.6	Diseño Estructural- objetivo específico 3.....	51
4.6.1	Diseño de columnas .....	51
4.6.2	Diseño de placas .....	62
4.6.3	Diseño de vigas .....	72
4.6.4	Diseño de losas aligeradas.....	80
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	86
VI.	CONCLUSIONES .....	89
VII.	RECOMENDACIONES.....	90
	ANEXOS .....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Edificación antes del derrumbe .....	2
Figura 2. Edificación después del derrumbe .....	2
Figura 4. Jr. Ayacucho-Lima reforzada .....	3
Figura 3. Cuadra 5 del Jr. Ayacucho Lima .....	3
Figura 5. Gráfico de la inseguridad en Lima.....	7
Figura 6. Esquema del proceso del diseño estructural.....	16
Figura 7. Zonificación .....	23
Figura 8. Vista aérea del área para el proyecto.....	26
Figura 9. Vista de esquina del área para el proyecto .....	26
Figura 10. Plano de ubicación del proyecto .....	32
Figura 11. Plano de Planta Sótano.....	33
Figura 12. Plano de Planta Semisótano .....	33
Figura 13. Plano de Planta Primer Nivel .....	34
Figura 14. Plano de Planta Segundo Nivel.....	34
Figura 15. Vista frontal de la edificación.....	35
Figura 16. Esquema Preliminar de estructuración de columnas y placas .....	37
Figura 17. Modelado de la edificación en ETABS .....	38
Figura 18. Luz crítica viga en sótano.....	39
Figura 19. Luz crítica promedio .....	39
Figura 20. Losa maciza .....	40
Figura 21. Luz promedio de 7.20 m. correspondiente a la viga principal .....	40
Figura 23. Columna exterior.....	42
Figura 24: Modelado del edificio.....	44
Figura 25. Espectro de respuestas para sismos en la dirección XX e YY.....	47
Figura 26. Fuerzas actuantes para la viga .....	49
Figura 27. Diagrama de momento flector en el eje D .....	50
Figura 28. Diagrama de fuerza cortante.....	50
Figura 29. Sección de columna .....	51
Figura 32: Sección de columna.....	51
Figura 30. diagrama de interacción de la sección .....	52
Figura 31. Diagrama de interacción para ángulos, 0° y 180° .....	53
Figura 32. Diagrama de interacción para ángulos de 90° y 270° .....	54

Figura 33. Diagrama de interacción de ángulos de 0° y 180° vs cargas amplificadas de sismo XX .....	55
Figura 34. Diagrama de interacción de ángulo de 90° y 270° vs cargas amplificadas de sismo XX .....	56
Figura 35. Diagrama de interacción ángulos de 90° y 270 ° vs cargas amplificadas para sismo YY .....	57
Figura 36. Diagrama de interacción de ángulos de 0° y 180° vs cargas amplificadas para sismo YY .....	57
Figura 37. Momento nominal MN, tomado del diagrama de interacción .....	58
Figura 38. Requerimientos de estribos en columna .....	60
Figura 39. Diseño final de la columna C1 .....	61
Figura 40. Geometría de la placa 2 .....	62
Figura 41. Elemento de borde placa 2 .....	63
Figura 42. Diseño de la placa 2, .....	63
Figura 43. Diagrama de interacción para los ángulos de 0° y 180° .....	64
Figura 45. Diagrama de interacción para ángulos de 90° y 270° .....	65
Figura 47. Diagrama de interacción ángulos de 90° y 270° .....	68
Figura 48. Diagrama interacción ángulos de 0° y 180°, cargas amplificadas .....	69
Figura 49. Diagrama de interacción ángulos de 90° y 270°, cargas amplificadas sismo .....	69
Figura 50. Diseño final de placa .....	71
Figura 51. Geometría de la viga .....	72
Figura 52. Resultados para el momento de la viga .....	72
Figura 53. Calculo del acero de la viga de acuerdo a los requerimientos .....	73
Figura 54. Área de acero colocado que cumple con el área de acero requerido .	74
Figura 55. Momento nominal para el acero mínimo a una distancia de 5.4 m de la viga.....	75
Figura 56. Diagrama de longitud de corte .....	75
Figura 57. Cortante para la combinación de cargas (1.25 CM Y 1.25 CV).....	76
Figura 58. Cortante para la envolvente con sismo amplificado en 2.5 .....	77
Figura 59. Cortante para la envolvente o combinación del diseño .....	77
Figura 60. Requerimientos de estribos en vigas .....	78
Figura 61. Diseño final de la Viga de 30x 60 en el Eje D .....	79
Figura 62. Losa aligerada en el primer piso, entre los ejes E Y F .....	80
Figura 63. Sección transversal de vigueta .....	80

Figura 64. Diagrama del momento (Kg-m), actuante en la vigueta en la vigueta en la losa entre los ejes E y F .....	81
Figura 66. Acero de temperatura en aligerado de 25 cm .....	84
Figura 67. Diagrama de las fuerzas cortantes en las viguetas .....	85
Figura 68. Diseño final de losa aligerada y vigueta entre los ejes E y F, en el primer piso.....	85
Figura 69. Placa 2, con el eje local 3 perpendicular a la dirección del sismo XX	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factor de suelo.....	24
Tabla 2: técnicas e instrumentos de variables.....	27
Tabla 3. Rango y magnitudes de validez .....	28
Tabla 4. validez y confiabilidad.....	28
Tabla 5. Parámetros de EMS .....	36
Tabla 6. Periodos en segundos por eje.....	44
Tabla 7. Peso sísmico por piso .....	44
Tabla 8. Parámetros sísmicos considerados para el sismo estático XX .....	45
Tabla 9. Parámetros sísmicos considerados para el sismo estático YY .....	45
Tabla 10. Parámetros sísmicos considerados para el sismo dinámico .....	46
Tabla 11. Cortante dinámica basal para los sismos XX e YY.....	47
Tabla 12. Desplazamientos máximos para el sismo en XX.....	48
Tabla 13. Desplazamientos máximos para el sismo en YY.....	48
Tabla 14. Cortante dinámica para los ejes XX e YY.....	48
Tabla 15. Combinación de cargas de diseño .....	49
Tabla 16. Puntos de interacción carga axial y momento 33 .....	52
Tabla 17. Puntos de interacción carga axial y momento 22 .....	53
Tabla 18. Fuerzas actuantes en columna C1, en el primer nivel.....	54
Tabla 19. Combinación de cargas amplificadas para sismos XX e YY.....	54
Tabla 20. Combinación de cargas amplificadas para sismos XX.....	55
Tabla 21. Combinación de cargas amplificadas para sismos YY .....	56
Tabla 22. Combinaciones de carga amplificada para cortante ultimo .....	58
Tabla 23. Puntos de interacción, carga axial i momento 33 .....	64
Tabla 24. Puntos de interacción carga axial y momento 22 .....	65
Tabla 25. Fuerzas actuantes en la placa 2, en el primer nivel.....	66
Tabla 26. Combinación de cargas amplificadas para sismos XX e YY .....	66
Tabla 27. Combinación de cargas amplificadas para sismo XX.....	67
Figura 46. Diagrama de interacción para ángulo de 0° y 180° .....	67
Tabla 28. Combinación de cargas amplificadas para sismos YY .....	68
Tabla 29. Cortante ultima para el máximo momento actuante .....	70
Tabla 30. Mn+ positivo mayor que la tercera parte de Mn-(Norma E060).....	74
Tabla 31. Momentos nominales del tramo central de la viga.....	76

Tabla 32: Cargas aplicadas a la vigueta .....	81
Tabla 33. Distribución de aceros por tramos en la vigueta.....	83
Tabla 34. Distribución de aceros de temperatura.....	84
Tabla 35. Valores de momento para la placa 22.....	87
Tabla 36. Valores de deriva para el eje XX.....	87
Tabla 37. Valores de deriva para el eje YY .....	87

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la esquina de la Av. Emancipación con el Jr. Cailloma, en el Cercado de Lima, el cual proyecta la edificación de un local comercial de 2 niveles, con sótano y semisótano, destinado a resolver la necesidad de contar con un local que garantice la seguridad e integridad física de sus ocupantes, respetando los parámetros que las normas de edificación exigen. Considerando la ubicación geográfica, en una zona de alto riesgo de sismo.

Se aplicó una metodología de diseño no experimental, que se centró en un nivel de estudio aplicativo, explicativo y correlacional. En ese sentido para la investigación se reunió y analizó toda la información previamente, que luego fueron aplicados en los cálculos y diseños, de acuerdo a un control, hasta obtener los resultados aceptables.

Para cumplir este objetivo, se estableció una secuencia de actividades, comenzando por realizar un reconocimiento visual del área de trabajo, para recolectar datos y medidas que se complementaron con EMS. Se continuó con la estructuración y el predimensionamiento según las recomendaciones de la Norma E-060, respetando en lo posible la arquitectura establecida. En la etapa de análisis estructural se sirvió de hojas de cálculo y software computarizado para el modelamiento y procesos de simulación sísmica, aplicando criterios y fórmulas establecidas en la norma E-030. En la tercera etapa se diseñó cada uno de los elementos de los elementos estructurales representativos de la superestructura donde se determinó el cumplimiento de resultados permisibles. Finalmente, algunos resultados que se obtuvieron fueron. Las derivas máximas se presentaron en el segundo nivel (techo), con valores de 0.000434 y 0.001202 en los sentidos X e Y respectivamente, siendo menor a 0.007, el límite exigido por norma. El análisis modal determinó periodos de 0.12 seg. y 0.095 seg. Para los ejes X e Y respectivamente, lo cual indica que la rigidez es mayor en el eje Y, por una mayor densidad de placas.

Palabras claves: Estructura, carga, esfuerzo, diseño, análisis, cortante, sismorresistente

## ABSTRACT

The present research work was carried out on the corner of Av. Emancipation with Jr. Cailloma, in the Cercado de Lima, which projects the construction of a 2-level commercial premises, with a basement and semi-basement, destined to solve the need to have a place that guarantees the safety and physical integrity of its occupants, respecting the parameters required by building regulations. considering the geographical location, in an Área of high risk of earthquake.

A non-experimental design methodology is applied. which focused on an applicative, explanatory and correlational level of study. In this sense, for the investigation, all the information was previously gathered and analyzed, which were then applied in the calculations and designs, according to a control, until obtaining acceptable results.

To meet this objective, a sequence of activities will be established, beginning with a visual reconnaissance of the work Área, to collect data and measurements that are complemented by EMS. The structuring and pre-sizing continue according to the recommendations of Standard E-060, respecting the established architecture as much as possible. In the structural analysis stage, it is due to spreadsheets and computerized software for modeling and seismic simulation processes, applying criteria and formulas established in the E-030 standard. In the third stage, each of the elements of the representative structural elements of the superstructure was produced, where the fulfillment of the permissible results will be extended. Finally, some results that were acquired were. The maximum drifts occurred at the second level (ceiling), with values of 0.000434 and 0.001202 in the X and Y directions, respectively, being less than 0.007, the limit required by the standard. The modal analysis determined periods of 0.12 sec. and 0.095 sec. For the X and Y axes respectively, which indicates that the rigidity is greater in the Y axis, due to a higher density of plates.

Keywords: Structure, load, stress, design, analysis, shear, earthquake resistant

## **I. INTRODUCCIÓN**

La estructura de toda edificación, constituye el soporte fundamental que determinara el sostenimiento durante toda su vida útil. Es por esto que su desarrollo demanda una elevada responsabilidad de quienes intervienen en su ejecución, en todas las etapas, desde la concepción del diseño, ejecución y su posterior mantenimiento de las edificaciones en sus diversos tipos y usos para los que se construirán. Lamentablemente la vulnerabilidad estructural de estas edificaciones se pone de manifiesto, cuando coinciden una serie de factores, como son los errores en el diseño, antigüedad y falta de mantenimiento, sismos y otras fuerzas de la naturaleza que sobrepasan los límites de su estabilidad, provocando graves accidentes. Que ponen en riesgo la seguridad de los asistentes. Especialmente en edificaciones de gran concurrencia de público, como lo son los centros comerciales. A continuación, presentamos la problemática que se presentan en tres niveles de diferentes áreas geográficas

### **1.1 Realidad Problemática**

A nivel internacional el 12 de Julio del 2018, ocurrió un derrumbe de gran magnitud, en la ciudad de México, en donde en un centro comercial denominado Plaza Artz Pedregal, con tan solo cuatro meses de inaugurado el 08/03/2018 (ver figura N°1), colapso una parte de su estructura afectando un área de 500 m<sup>2</sup>, de un total de 400,000 m<sup>2</sup> de área construida. Según Fausto Lugo, secretario de protección civil, el derrumbe fue ocasionado por una falla en una estructura volada (ver figura N°2), la cual se investigará si se debe a un problema de diseño o de cálculo estructural. (Milenio, 2018). Experiencias de este tipo nos previenen, al momento de establecer los procedimientos y métodos correctos para nuestro trabajo de investigación, de esta manera nuestro primer objetivo específico, consistente en la estructuración y dimensionado preliminar, estará condicionada con el diseño arquitectónico, donde se ubicarán el conjunto de elementos que compondrán la estructura. Precisamente como contraparte a la buena práctica de diseño y construcción, en el Perú las construcciones informales son un serio problema. Al respecto Capeco quien realiza censos y mediciones del rubro habitacional, calculo que el 68.5% de viviendas edificadas entre los años 2007-2014, en Lima se hicieron informalmente, es decir

sin contar con la licencia y mucho menos con la participación de un profesional (Capeco, 2018)

*Figura 1. Edificación antes del derrumbe*



Fuente: (Milenio, 2018)

*Figura 2. Edificación después del derrumbe*



Fuente: (Milenio, 2018)

En el ámbito nacional, continuamente se mantiene la alarma respecto a locales comerciales instalados en edificaciones antiguas ubicadas principalmente en aquellas ciudades de origen colonial. Un ejemplo muy conocido donde se aprecia el funcionamiento de este tipo de locales es en la cuadra 5, del jirón Ayacucho lugar donde se realiza el comercio de animales, en esta área se entremezclan edificaciones antiguas y nuevas, en donde generalmente en el primer piso se realizan actividades comerciales. Este mismo escenario se repite en varias ciudades fuera de Lima. En estas áreas existe el peligro latente de derrumbe debido a la antigüedad de las edificaciones, la estabilidad estructural depende de elementos como la quincha, adobe y madera, elementos que se han debilitado o corroído por el paso del tiempo y las condiciones del clima, como se observa en la figura N° 3, poniendo en peligro la seguridad de los asistentes, y en la figura N°4 las vistas remozadas.

El problema principal que enfrenta nuestro segundo objetivo específico, busca poner a prueba que la estructura sea capaz de soportar los esfuerzos internos que se generan cuando se presentan los movimientos sísmicos.

Históricamente se tiene información de que no solo la capital a sufrido devastadores terremotos a lo largo de su historia, principalmente en toda la costa. Así por ejemplo tenemos 3 sismos de gran magnitud de los últimos años. El primero el terremoto de Pisco de 7 grados, en el año 2007 afectó Chincha, Pisco e Ica, también se sintió fuerte en Lima, El segundo ocurrió en el año 1996, en Nazca, tuvo una intensidad de 7.7 grados, produjo muerte y destrucción, más de 5,000 viviendas

fueron destruidas. Por último, mencionaremos el terremoto de 1970, uno de los de mayor magnitud históricamente, produjo la muerte de 50,000 personas y daños a todo tipo de infraestructura (Instituto Geofísico del Perú, 2021)

*Figura 3. Cuadra 5 del Jr. Ayacucho Lima*



*Fuente: (Andina 2009)*

*Figura 4. Jr. Ayacucho-Lima reforzada*



*Fuente: (Googleearth)*

A nivel local, en la Av. Emancipación, en el área que corresponde al presente trabajo de investigación se identifica al mismo tiempo, junto con las edificaciones modernas sólidas y estables, también se presentan espacios cercados precariamente y con estructuras semiconstruidas que representan una amenaza de peligro para las personas que lo habitan y los transeúntes. Así mismo, por su aparente estado de abandono genera inseguridad e insalubridad, ya que se registra el arrojado de basura y robos.

Es en este tipo de espacios que en un determinado momento significativo un problema de derrumbe, inseguridad e insalubridad también constituyen una oportunidad de desarrollo y construcción, gracias a su ubicación estratégica, donde se ha proyectado la construcción de un local comercial de dos niveles que no solo eliminara los problemas que ya se mencionó, sí no que además aportara beneficios en diversos aspectos para la sociedad, son mencionados más adelante en la justificación del proyecto.

Así de esta manera tal como se indicó, para el trabajo de investigación tuvo como principal objetivo el diseño estructural de un local comercial, capaz de afrontar sismos. Para el cual se han planteado 3 objetivos específicos: que son la

estructuración y dimensionado preliminar de los elementos estructurales; el análisis estructural y el diseño final de los elementos estructurales, utilizando para estos tres objetivos el software Etabs.

## **1.2 Formulación del problema**

La importancia de entender el comportamiento sísmico de una estructura, ante los desplazamientos y asentamientos que se originan por un movimiento telúrico en nuestra ciudad, nos hace el investigar y analizar estas edificaciones, por ello planteamos los siguientes problemas.

Problema general

¿Cuál es el procedimiento y metodología a seguir para el diseño estructural de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos en la Av. Emancipación Lima, 2022?

Por lo que manifestamos específicamente:

¿Cómo determinar la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022?

¿Cómo predecir el comportamiento estructural y determinar los valores aceptables para los elementos estructurales, que cumplan los requisitos establecidos según las normas, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022?

¿Cómo se diseñará y dimensionará los elementos estructurales, una vez verificado el cumplimiento de los requisitos que exige la norma E-030, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos en la Av. Emancipación, Lima 2022?

Justificación

El estudio se justifica en consideración a que nuestro país se encuentra ubicado dentro de una zona sísmicamente alta, por lo que es primordial determinar técnicamente la conducta estructural de respuesta de la edificación, siendo esencial la asunción de nuestras normas frente a las solicitaciones de cargas de diseño.

Así también el estudio coincidió con un periodo de post pandemia en la que todas las actividades iniciaban un proceso de reactivación, está claro el presente trabajo de investigación-proyecto de construcción en sintonía con muchos otros casos similares, beneficiara a una población dentro de un ámbito de influencia que no solo se circunscribe al cercado de Lima, sino a casi todos los distritos, ya que es sabido

que en centro de lima es regularmente visitado, por razones que van desde trabajo distracción, turismo, compra y consumo en las galerías y locales comerciales.

Existen 1,122, centros de abasto de todo tipo de mercadería, ubicados en 42 distritos de un total de 43. Los cuales se pueden clasificar según el volumen de ventas, así tenemos los mercados mayoristas, minorista y mixtos. Destacando de entre todos el Gran Mercado Mayorista de Lima en Santa Anita. (Municipalidad de Lima, 2021)

En ese sentido podemos diferenciar las justificaciones según algunos aspectos de la sociedad:

Medioambiental, el proyecto promoverá la limpieza y vigilancia de la zona. Pues una vez ejecutada la obra, dejara de ser vista como un área en abandono, donde cualquiera arroje basura, evitando la propagación de malos olores y enfermedades

En lo económico, promoverá el empleo generando una cadena de servicios, en sus etapas de proyecto, ejecución y funcionamiento, mejorará la economía de sus propietarios, contribuirá con ingresos económicos municipales mediante impuestos.

Parte del desarrollo de un proyecto lo constituye la factibilidad o también estudio de mercado, que en la práctica significa garantizar que el proyecto en un futuro con tara con la demanda de los productos que ofrecerá al público. En ese sentido la justificación está dada no solo porque además de estar estratégicamente ubicada y la gran densidad poblacional de lima. Hoy también se suma una gran migración extranjeros radicados en Lima.

De acuerdo a una encuesta realizada por el PNUD (Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo), En el Perú residen y albergan más de 1'200,000 venezolanos, de los cuales el 80% vive en Lima. Además, el 92.5% en edad de trabajar, 8 de cada 10 se encuentran trabajando, pero casi la totalidad lo hace en empleos informales (Municipalidad de Lima, 2021)

En lo social, los beneficios se verán en los empleos que generara, ayudando a que un determinado grupo de personas satisfaga sus necesidades básicas mediante los puestos de trabajo directo creados, de la misma manera los empleos indirectos que impulsara la cadena de producción de artículos de venta y consumo.

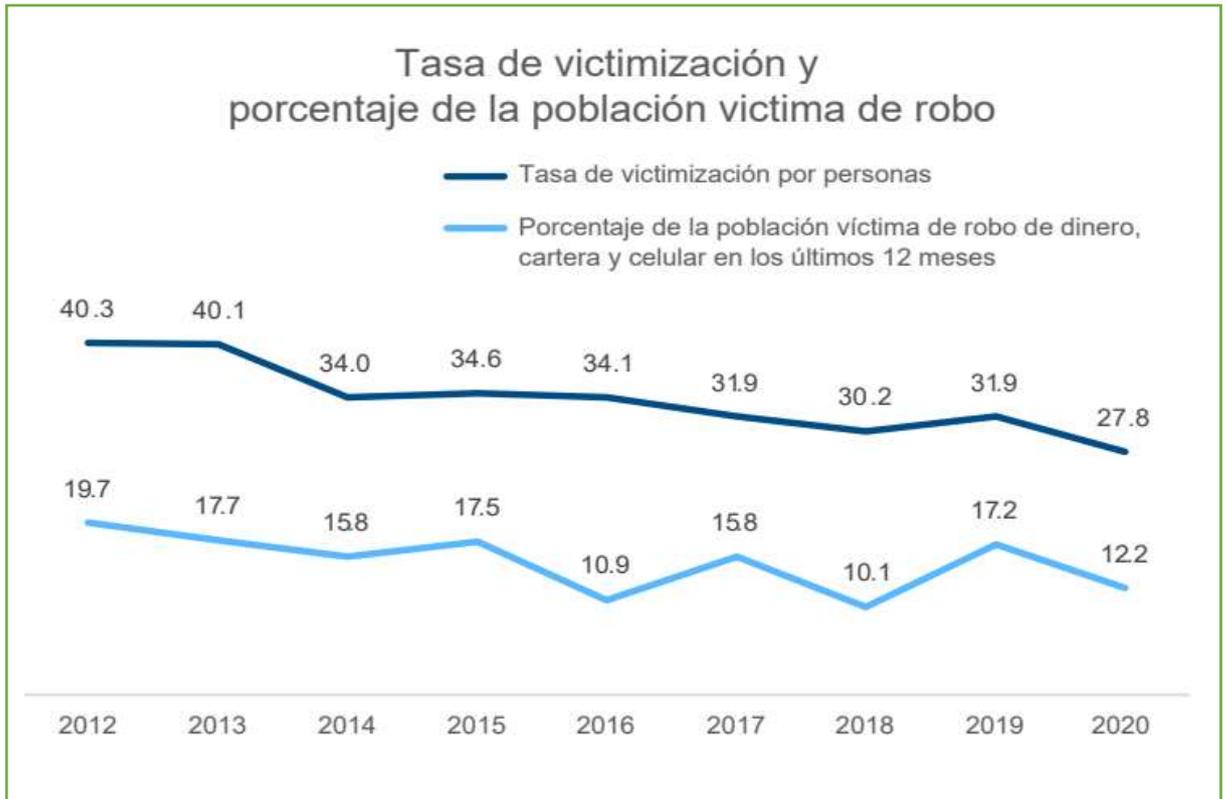
Por otro lado, terminado y puesto en servicio el local comercial, beneficiara a un público mucho más amplio.

La expansión urbana es incontenible, la misma que va de la mano con un aumento poblacional. Se proyecta que para el 2025 la producción local de alimentos decaerá significativamente afectando negativamente en los hogares más pobres, lo que plantea el reto a futuro de establecer las políticas preventivas que a la par del incremento de la población también se contemple el aumento de la producción de alimento además de contar con más centros de comercio y distribución, abastecidos de todo tipo de productos de consumo, en especial los de índole alimentaria, en ese sentido el proyecto de investigación presente justifica su razón de ser, para que junto a otros más, cumplirán con la demanda cada vez creciente (Municipalidad de Lima, 2021).

Seguridad urbana, brindara tranquilidad, a los vecinos, transeúntes y turistas que circulan por esa calle, así mismo mejorara la imagen y el paisaje de las zonas aledañas, que actualmente luce sucio y abandonado.

En la capital solo el 37% de personas se siente seguro de transitar de noche, especialmente en las calles de poco tránsito, desoladas y por lo mismo sin la vigilancia de ningún tipo, como es en el caso de la zona donde se ubica el presente trabajo de investigación. Las estadísticas demuestran que la violencia se relacionada a delitos menores en la villa publica como los robos comunes (Municipalidad de Lima, 2021)

Figura 5. Gráfico de la inseguridad en Lima



Fuente: Enapres- INEI

### Objetivo General

El Diseño estructural y evaluación sismorresistente de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Avenida Emancipación, Lima 2022

### Objetivos específicos

Se presentan también los objetivos específicos:

- Establecer la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022
- Analizar el comportamiento de la estructura, mediante el análisis sísmico dinámico, hasta alcanzar valores que cumplan los requisitos establecidos en la norma E030 y realizar el análisis estructural mediante el programa Etabs, De una edificación Comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022

- Diseñar y dimensionar los elementos estructurales, con los datos obtenidos, una vez analizado el comportamiento estructural, de una edificación capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022

### **1.3 Hipótesis**

Estableceremos lo siguiente:

Con los procedimientos y metodología establecidas se Mejorará en el diseño estructural de una edificación comercial capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022. Siendo más específicos:

- Con el establecimiento de la estructuración y predimensionamiento se tendrá la ubicación y configuración de los elementos estructurales capaz de afrontar sismos, en la edificación comercial, ubicada en la Av. Emancipación, Lima 2022
- Con el establecimiento del análisis sísmico adecuado que cumpla con las exigencias de la norma E030 y poder determinar las fuerzas internas mediante el análisis estructural, la estructura tendrá un buen desempeño ante los sismos, en la edificación comercial, ubicada en la Av. Emancipación, Lima 2022
- Después de análisis estructural y con los resultados del análisis estructural (esfuerzos en los elementos estructurales), se alcanzará el objetivo principal el diseño estructural de una edificación capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedente Nacional

Estrada y Verde (2020), fundamentaron en su investigación, respecto a un análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de 5 pisos, entre el método tradicional y el método computarizado utilizando el programa Etabs, para la Universidad San Martín de Porres, donde sustentaron la diferencia entre ambos métodos de análisis, con el objetivo de realizar el análisis comparativo de la estructuración. Para ello utilizaron diseño no experimental al analizar, comparar las variables de los diseños estructurales, de enfoque cuantitativa, al analizar y calcular un conjunto de datos del comportamiento estructural, su muestra fue el edificio multifamiliar, el estudio se enfocó al resumir y aplicar teorías y de nivel de investigación explicativa describiendo los procesos estructurales; los resultados ofrecieron una mejor diseño en cuanto a las cuantías de acero con el método tradicional, concluyendo que en el análisis comparativo de diseño del acero de refuerzo este se reduce con el método tradicional, debido a la disminución de secciones en ciertas columnas y vigas.

Exebio (2018), en su tesis en su trabajo modelaron toda la infraestructura, comprendida en tres módulos con el uso del software SAP2000, su objetivo principal era resolver las grandes luces existentes del diseño arquitectónico, luego de obtener los resultados del modelado, analizaron y diseñaron mediante una hoja Excel. Llegaron a la conclusión de que el mejor sistema de estructural era utilizar el paraboloides hiperbólico un tipo de estructura autosoportante. Este diseño contempla en su hipótesis de solución, los esfuerzos a lo fue que sometido la estructura tanto para su propio peso como para fuerza externas. Se planteó un diseño con una técnica clásica el cual contempla esfuerzos en las membranas, que originan las fuerzas en los bordes que luego son transmitidas a las secciones de las columnas adyacentes, se diseñó las vigas que comunican los esfuerzos. Y es esta técnica usada en todos los paraboloides ya que contempla esfuerzos axiales y de flexión en los diversos modos de carga que va a resistir.

Esteba (2017), en su tesis *“Análisis estático y dinámico No lineal en el desempeño de un edificio de concreto armado diseñado bajo la norma E-030 en Puno”*, realizó el análisis comparativo de una edificación aporticada, proponiendo una reducción de las magnitudes de los elementos estructurales observando su comportamiento

según el análisis no lineal estático, para luego detalladamente ver en el tiempo su variación dinámica. Obtuvo por resultados un desplazamiento de 4.46 cm en el AENL, y deformación de 0.001 en el ADNL, describiéndolo como un análisis conservador, al reducir las dimensiones de la estructura dio 5.27 cm en el desplazamiento al AENL, diferenciados en el 18% de acuerdo a la estructura inicial. Concluyendo que la mejor determinación del desempeño de la estructura es a través del análisis no lineal.

Requejo y Rios (2018), presenta su trabajo de investigación que se basó en el diseño estructural del mercado de la ciudad de Huacho, el cual trata de un edificio de 3 pisos, Además el diseño de la edificación presenta las siguientes datos: la capacidad portante del suelo fue de 3.10 Kg/ cm<sup>2</sup>, La zonificación en zona 4 con un factor de 0.45, la categoría de edificación tipo B, con un factor U=1.3, presenta regularidad estructural en planta, utiliza el sistema estructural aporticado de concreto armado, con un coeficiente de reducción sísmica R=8. Tiene como objetivo principal proponer un diseño estructural en concreto armado, garantizando la seguridad estructural, para el mercado, utilizando el pre dimensionamiento aplicando técnicas computacionales, como el uso del software Etabs. Se concluye que utilizando los criterios de estructuración y pre dimensionamiento aplicando el concreto armado, permiten definir la estructura y su diseño para afrontar un sismo. Así mismo que el pre dimensionamiento constituye solo la parte inicial del diseño, considerando más tarde las verificaciones de los elementos estructurales

Herrera (2020) Presenta su tesis, cuyo objetivo principal corresponde al analisis y estructuracion de un edificio de 5 pisos, de acuerdo a el RNE.

El E.M.S. determino un perfil de suelo tipo S1 correspondiente a grava mal graduada, capacidad portante de 4.5 kg/m<sup>2</sup> y una profundidad de cimentacion de 1.5 m. Utilizo un sistema estructural con predominancia de placas, ademas de losas macisas y aligeradas de 20 cm. Vigas peraltadas, columnas. Cimentacion con zapatas aisladas, combinadas, cimientos corridos. Utilizo el criterio de diseño por resistencia para el concreto, que indica que la resistencia suministrada debe ser superior al efecto de las cargas multiplicadas por factor de seguridad.

Una de las conclusiones a las que se llego es que los momentos de los muros cortantes van disminuyendo a medida que se asciende en los niveles de los pisos,

asi mismo se observa que el momento maximo se encuentra en el primer piso y el minimo en el ultimo piso.

Caceres y Panana (2021) Su trabajo de investigacion tuvo como objetivo el diseño la estructuracion, y analisis de un edificio de 8 pisos con sistema dual, conformado por porticos y muros de corte, sobre un terreno de 620 m<sup>2</sup>, que contaba con una capacidad portante de 4 kg/m<sup>2</sup>. Se trabajo con vigas y columnas que soportaran losas de 20 cm de espesor, y en la base con zapatas aisladas, combinadas y conectadas, la distribucion arquitectonica presente en el primer piso corresponde principalmente a uso comercial y Áreas comunes para lobby, recreacion, jardines, gimnasio. El resto de pisos a uso residencial con 3 departamentos cada uno.

Finalmente el analisis modal respecto al eje Y-Y(0.32 seg), fue menor comparado con el eje X-X(0.63 seg). En ese sentido se verifica que en el eje Y-Y, la estructura es mas rigida, debido a que presenta muros estructurales de mayor dimension, en comparacion que el eje X-X. Gracias a la alta densidad de los muros estructurales se obtuvo la rigidez que cumple con las exigencias de la norma E-030, al respecto las derivas maximas obtenidas fueron de 5.03% y 1.93%, en los ejes X e Y, respectivamente, cumpliendo con la maxima permisible de 7%.

## **2.2 A nivel internacional**

Medina y Morales (2017) En su trabajo de investigación evaluó el comportamiento de la estructura de una edificación de seis pisos de configuración asimétrica, de acuerdo a las normas NEC-2015 y ACI 318-14, y utilizando el software Etabs, Su estudio es de tipo aplicativa al usar una herramienta de cómputo, descriptiva al determinar el punto de desempeño ante modelación sísmica, utilizando el método Pushover aplicándolo en ambos sentidos X e Y, en referencia a la curva de capacidad, concluyendo con la capacidad de resistir sismo con tiempo de retorno de 475 años y de aceleración máxima resistida  $S_a = 0.84g$ , con daños estructuralmente contundentes, pero sin pérdidas humanas.

Flores (2018), En su trabajo busca determinar el desempeño sísmico de la estructura de un edificio existente de 4 pisos, azotea y semisótano, ubicada en Quito, para evaluar la factibilidad de ampliación. Para cumplir este objetivo utiliza un procedimiento no experimental y aplicativo, realizando los estudios y previos y la recolección de datos existentes, como el Informe de regulación metropolitana, EMS, memoria descriptiva del análisis y diseño estructural del edificio. Analizó el

desempeño estructural con software especializado como el Robot Structural Analysis, Sap2000 y Etabs y compararon los resultados, llegando a las siguientes conclusiones. Luego del modelado y el análisis sísmico lineal de la edificación, esta no existe irregularidad en planta ni elevación, se verifica que el análisis dinámico lineal en los dos primeros modos de vibración es de tipo traslacional y el tercero rotacional. Se determina que el edificio requiere reforzamiento en su estructura, ya que las derivas resultantes superan el valor límite de 0.02 de acuerdo a la NEC 2015, por lo cual no es factible la ampliación del edificio. Por último, se presenta la propuesta de reforzamiento estructural mediante la colocación de muros estructural en lugares adecuados donde se limiten los desplazamientos, de tal manera que cumpla las derivas menores a 0.015 para sismo de diseño y 0.02 para sismo máximo posible.

Quiroga (2018), presento su trabajo *“Modelación, análisis y diseño estructural de una edificación de tres plantas de uso público con sección compuesta usando el espectro de diseño, NEC-15 y Etabs”*, a través del método de diseño según variables de carga y resistencia (LRFD), estableció un análisis dinámico con el uso del espectro de diseño, en la identificación de los parámetros de derivas y periodos de la estructura, con el uso del programa Etabs, obteniendo el rango de relación demanda/capacidad en cual no supero 1.00 en conformidad como lo dictamina la NEC, concluyo determinado con precisión su capacidad estructural de la edificación frente a sismos.

Para efectos de la investigación se es necesario el presentar las bases teóricas que sustente el marco descrito.

Bojórquez y Ruiz (2018) en su artículo publicado para la revista Ingeniería sísmica, sobre los *“Factores de carga óptimos para el diseño sísmico de edificios”*, desarrollaron diversas combinaciones de carga establecidas en la Reglamentación Mexicana (RCDF y NTC-2004), estableciendo una metodología de factores y mixturas recomendables de carga, como la combinación de carga gravitacional (CM+CV), carga por sismo (CM+CV+CS), explorando la zona IIIB del Valle de México, encontraron intervalos con periodos fundamentales entre 0,8 y 1.8 seg. para los edificios más vulnerables, concluyendo con la recomendación de una combinación de carga sería:  $FC_m = 1.1 * FC_v = 1.1 * FC_s = 1.2$ , para la zona en

estudio, para esta estimación de confiabilidad estructural se hizo uso de redes neuronales artificiales.

Guanoluisa (2022) En su investigación analiza el comportamiento estructural de una edificación comercial, Por medio del análisis modal espectral. Así mismo establecer una secuencia de pasos para el desarrollo del diseño estructural. En el marco de las normas NEC y ACI, para luego hacer la comprobación con el método pushover. Los EMS preliminares determinaron un suelo tipo D, perfil de suelo rígido de cualquier espesor con la velocidad de onda cortante ( $360 \text{ m/s} > V_s > 180 \text{ m/s}$ ). Para el segundo análisis consiguen Máximas estructurales de variación de 12.79% en X y 0.46% en Y. Se utiliza para las columnas, vigas y muros, cuantías máximas de 2.13%, 0.99% y 4.00% respectivamente, se utilizó el software Etabs para calcular los desplazamientos, derivas de entre piso, periodos de vibración.

Barco (2017) En su propuesta tiene como objetivo determinar el desempeño no lineal estático (pushover) de una edificación en Barranquilla, así como evaluar la deriva máxima frente alta amenaza de sismo y la respuesta del edificio a un sismo de intensidad leve, mediana y alta intensidad. Para ello realizo una investigación no experimental, utilizando el software Etabs para el modelado de todos los elementos estructurales y realizar las simulaciones necesarias. Finalmente hace las siguientes conclusiones: El nivel de respuesta del edificio ante un evento sísmico es de ocupación inmediata, después de un sismo considerable se prevé hacer limpieza y algunas reparaciones de sus sistemas, y por último se pronostica que ante un sismo de gran intensidad la deriva sea de 2.59%, sin embargo, el edificio y su nivel de desempeño consecuente es de ocupación inmediata

Medina (2021) Objetivo de su investigación, realizar el análisis no lineal estático, de un edificio de 13 pisos en la ciudad de Popayán Colombia, aplico una metodología de investigación de diseño no experimental, cuantitativa, aplicada, presentando las siguientes características y resultados:

El EMS determino un tipo de suelo D (suelo rígido), y en una zona D amenaza sísmica alta, utilizo un sistema estructural aporticado y placas. Las derivas máximas se obtuvieron en los pisos 10 y 11, con valores de 0.92% en el eje X y 1.00% en eje Y. La rigidez en cuanto representada en la curva esfuerzo vs desplazamiento muestra variaciones bajas frente a la rigidez de inicio. Se verificó el cumplimiento en cuanto a la capacidad de flexión de las columnas ante las vigas (columna

fuerte/viga débil). Las fibras de los muros entraron en el rango plástico entre los 14 cm y 15 de desplazamiento

## **2.3 Bases teóricas**

Criterios y recomendaciones para el diseño estructural

Simetría

Representa la configuración geométrica de la estructura, se dice que existe simetría si a ambos lados de los ejes y sentidos considerados, la distribución de masas y esfuerzos es idéntica, se pueden presentar planta irregulares y regulares, siendo estas últimas las que permiten un mejor control de las fuerzas presentes en la estructura (RNE, Norma E-30, 2018)

Resistencia, buenas prácticas y supervisión

Además de las resistencias laterales, se debe tener en cuenta la resistencia en conjunto de las partes ante los esfuerzos sin romperse ni sufrir deformaciones de consideración. En ese sentido es fundamental la elección de materiales de calidad y así como una rigurosa supervisión durante la ejecución de las obras (RNE, Norma E-30, 2018)

Elección de los materiales adecuados

En ese aspecto, siendo el concreto armado el elemento que reúne a otros de mucha importancia, como el cemento, la arena, grava, el agua, acero y otros aditivos. Es imprescindible asegurar su calidad. En parte mediante pruebas estandarizadas para verificar sus óptimas propiedades físicas y químicas, se deben controlar los límites máximos permisibles de algunas sustancias, que avisadamente pueden no ser nocivos, pero que al mezclarse en proporciones equivocadas resultan perjudiciales (Harmsen, 2018)

Continuidad estructural

Por sentido común la estructura deberá presentar en lo posible continuidad tanto en planta como en elevación y evitar que modifiquen la rigidez, para controlar la concentración desigual de fuerzas en áreas focalizadas de la estructura (RNE, E-030, 2018)

Rigidez lateral

Respecto a la rigidez. (Ortega, 2014) recomienda asumir algún criterio razonable y congruente, durante todo el análisis para el cálculo de rigideces en relación a la flexión de muros con vigas y losas, considerando el efecto del acartelamiento para el cálculo de momentos y diseño de elementos. En ese sentido hay que considerar los elementos necesarios que se añadirán cuando la disposición arquitectónica no lo facilite desde un inicio, para que esta condición se cumpla.

### **Diseño Estructural**

Según Riddell e Hidalgo (2018) “El objetivo final del diseño estructural es proveer una estructura segura y económica para satisfacer una necesidad específica”. (p.12)

Así también una característica en el desarrollo del diseño estructural, es que busca resolver problemas donde las incógnitas en un inicio son indefinidas, pero que gradualmente conforme se va avanzando y tomando conocimiento se consigue resolver los problemas, Riddell e Hidalgo (2018)

### **Procesos en el diseño estructural**

La estructuración

Consiste la definición de la forma, ubicación de elementos estructurales, el tipo de estructural a usar, ya sea marcos, muros portantes o una combinación de ambos, en cualquiera de los casos la alternativa que prevalezca será la que brinde seguridad, funcionalidad con el menor costo. Riddell e Hidalgo (2018)

Análisis

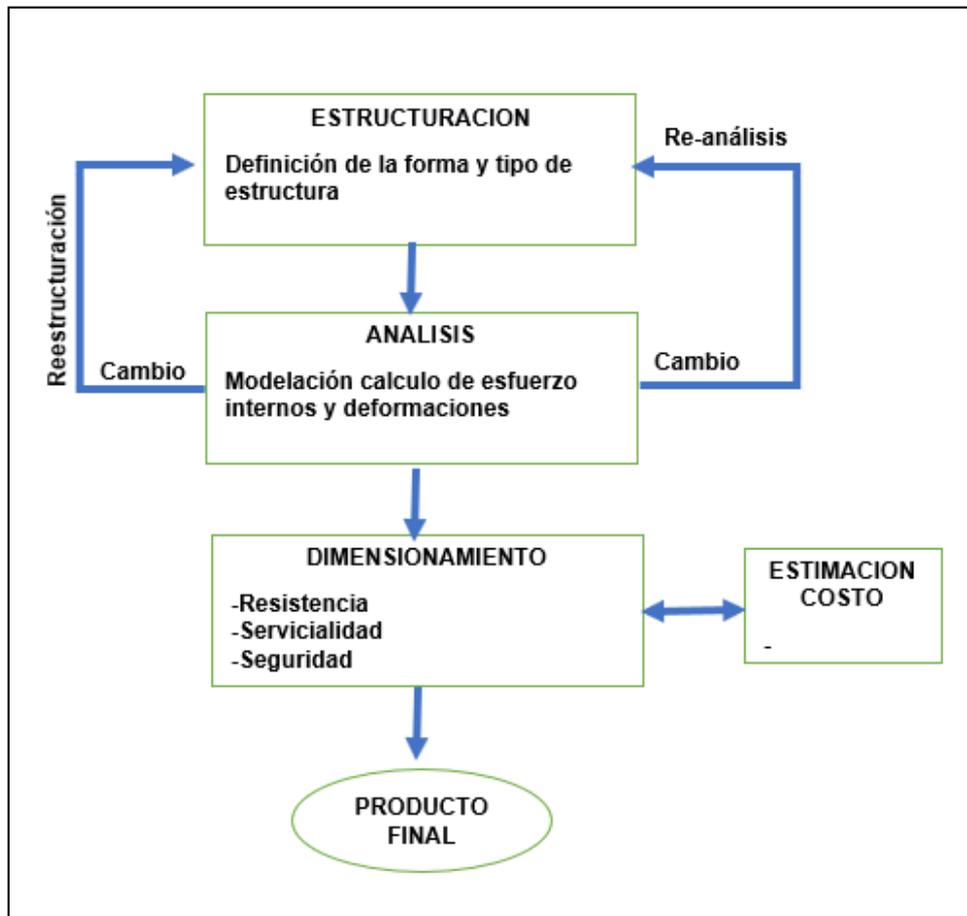
Actualmente en esta etapa se aprovecha al máximo el uso de software y programas computacionales, que realizan las funciones de modelado y cálculo de las deformaciones y esfuerzos internos de las estructuras. Herramientas que proporcionan rapidez y flexibilidad, en el desarrollo de todo el proceso de diseño. Riddell e Hidalgo (2018)

Dimensionamiento

En la práctica se concibe como el diseño propiamente de cada elemento, donde es necesario tener presente en consideración el tipo de sollicitación (carga axial,

flexion, corte y torsion), además del desempeño frente a tal sollicitacion, el tipo de material a utilizar y el grado de seguridad a adoptar, Riddell e Hidalgo (2018)

Figura 6. Esquema del proceso del diseño estructural



Fuente: Riddell e Hidalgo (2018)

## Principios Para el Diseño Sismorresistente

Los estudiosos y profesionales están de acuerdo en los siguientes criterios del diseño sismorresistente:

Las estructuras deben resistir en el rango lineal elástico, todo aquellos sismos de intensidad reducida que ocurran en su vida útil. Las estructuras deben resistir sin daños significativos, aunque admitiendo que se podría comportar de forma no lineal, todos aquellos sismos de intensidad moderada que ocurran en su vida útil, se permiten daños menores como algún fisuramiento de concreto o la fluencia de acero de vigas y losas u otras fallas pero que su recuperación sea rápida y factible. Las estructuras deben resistir en el rango no lineal, un sismo severo, se admiten daños significativos en los elementos estructurales sin llegar al colapso (Rochel, 2012)

## Consideraciones de seguridad para el diseño de las estructuras

En general podemos decir que las normas actuales enfocan el problema de la seguridad del diseño estructural según dos criterios: El método elástico y el método de rotura o carga última.

El Método de Diseño Elástico, de acuerdo a, Riddell e Hidalgo (2018). Determina que ningún punto de la estructura puede tener una tensión superior al valor admisible a las cargas de trabajo, que asegure que la estructura conserve su condición de elasticidad. Cuando se diseña toma cada elemento estructural por separado e identificar sus puntos y secciones más críticos. Sea  $S'$ , la sección del elemento a evaluar sometido a esfuerzo,  $R$  la resistencia del material considerado, es decir con probabilidad de satisfacer el resultado previsto y  $FS$  el factor de seguridad convencional. Entonces debe cumplirse:  $S' \leq R/FS$

Diseño a Rotura o Carga Última, Según Riddell e Hidalgo (2018) “Lo esencial en este criterio es fijarse en la capacidad última de la sección como un todo y no en las tensiones en los materiales individuales”. Para ello las cargas deben llevarse a una condición extrema o última”. De esta manera hace referencia a la máxima tensión que la estructura sea capaz de soportar antes de que su sección transversal se deforme irreversiblemente. Se usan factores de mayoración  $\alpha_i > 1$ , aplicados a

tipos de carga  $S_i$ , que actúan en la estructura, entonces el esfuerzo ultimo  $S''$ , se determina según la formula:  $S'' = \sum \alpha_i X S_i$

Asi tenemos según el codigo ACI, utiliza factores de mayoracion, de 1.4 y 1.7 para la carga muerta y carga viva respectivamenete

## 2.4 Conceptos básicos

### Geotecnia

Es una parte de la Ingeniería civil e Ingeniería geológica que estudia las propiedades mecánicas de los suelos, investiga el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus características y propiedades, que luego servirán para el diseño de las cimentaciones (Macias Loor, y otros, 2018)

### Tipos de suelos según SUCS

Suelo de grano grueso, con característica tipo grava arenosa, donde menos de la mitad (50%) pasa el tamiz N° 200. Utiliza como símbolos: G (grava) y S (arena) (Macias Loor, y otros, 2018)

Suelo de grano fino, con 50% o más pasando el tamiz N° 200: Utiliza símbolos: M (limo orgánico); C (arcilla orgánica); O (limos o arcillas orgánicas); W (bien graduado); P (mal graduado); L (baja plasticidad); H (alta plasticidad) (Macias Loor, y otros, 2018)

### Cimentaciones

Las cimentaciones de todas las estructuras que se apoyan en el suelo están conformadas de dos La partes, una parte superior (superestructura) y la parte inferior (cimentación). Por lo tanto, las cimentaciones son la parte que estará comprendido entre la superestructura y el suelo donde se apoyará. (Ortega, 2016)

### El Concreto Armado

Resulta de la mezcla de arena, grava, u otros agregados más agua y cemento. En ocasiones, uno o más aditivos se agregan para cambiar ciertas características del concreto. McCormac y Brown (2017)

“El concreto reforzado es una combinación de concreto y acero en la que el refuerzo de acero proporciona la resistencia a la tensión de la que carece el concreto”. (McCormac y Brown, 2017, p. 12)

## Métodos de diseño del Concreto

Actualmente existen dos métodos de diseño del concreto armado y son los siguientes:

El método de diseño Elástico o por Cargas de Servicio. – Al respecto (Harmsen, 2018 pág. 12). Señala, “Consiste en lograr que los esfuerzos no superen su cantidad admisible, esto es, una fracción de la resistencia del concreto y del esfuerzo de fluencia del acero”

Diseño de Rotura o Por Carga Ultima. – Según (Harmsen, 2018 pág. 12) el diseño de rotura “[...] Fundamenta en la predicción de la carga que ocasiona la falla del elemento en estudio y analiza su modo de colapso. En pruebas de laboratorio se ha podido comprobar que es posible predecir estas cargas con suficiente precisión”

## Muros

Muros de contención. Son elementos estructurales utilizados para estabilizar suelos, cuando las condiciones de la obra no lo permiten continuar con su pendiente natural, según su característica pueden clasificarse en: Muros por Gravedad, voladizo contrafuerte, contención para puentes, de sótanos y tablestacas (Ortega, 2016)

Muros no portantes. Son aquellos que soportan principalmente su propio peso, también se les denomina tabique. Muros portantes. Son muros de concreto, tienen función estructural es decir soportan el peso de la construcción, además de algunos momentos laterales. McCormac y Brown (2017)

## Columnas

Son utilizados para resistir básicamente fuerzas verticales de compresión axial, sin embargo, en la práctica, actúa en combinación con otras fuerzas como las de corte, flexión o torsión, debido a que en las estructuras de concreto reforzado la continuidad del sistema genera momentos flectores en todos sus elementos (Harmsen, 2018).

Además, respecto al tipo de refuerzo transversal señala

Según el tipo de refuerzo transversal las columnas se pueden clasificar en columnas con estribos o con refuerzo en espiral. Las primeras son

generalmente de sección rectangular, cuadrada, T o L, sin embargo, pueden tener forma triangular, octogonal, etcétera. Las varillas de acero longitudinal están dispuestas de modo que haya una en cada vértice de la sección. Por su parte, las columnas con refuerzo en espiral presentan zunchado continuo, provisto por una hélice o espiral de poco paso hecha de alambre o varilla de diámetro pequeño, y deben contar como mínimo con seis varillas longitudinales dispuestas circularmente (Harmsen, 2018 pág. 459)

### Vigas

Reciben las cargas de las losas y las transmiten a las columna o muros, trabajan a flexion, por lo tanto resisten fuerzas de traccion y compresion

“En principio, los peraltes de las vigas se dimensionan a partir de los requerimientos mínimos para el control de deflexiones. Para luces de hasta 7 m la relación entre ancho y peralte se suele tomar entre  $1/2$  y  $2/3$ ” (Harmsen, 2018)

“Se necesita diseñar con acero de tracción y compresión, generalmente cuando la altura del peralte no es suficiente para que funcione [...]. De manera que el acero tome la tracción, y el concreto la compresión”. (Ortega, 2014 pág. 115)

Así entonces, la viga recibirá la compresión en la parte de concreto, además de refuerzo de acero diseñado con esta finalidad.

### Losas

“Es un elemento superficial sometido primordialmente a sollicitaciones perpendiculares, a su plano medio. Generalmente tienen una posición horizontal” (Andrade, 2014 pág. 21)

### Cargas de diseño:

Las cargas que actúan sobre las estructuras se clasifican en 3 grupos:

#### Las cargas muertas

Son las cargas que permanecen constantes en magnitud y siempre permanecen en el mismo en la estructura. Además, se considera carga muerta a todo elemento que permanece constantemente unido a la estructura, en edificios de concreto armado, algunas de estas cargas pueden ser: los marcos, muros, pisos cielos rasos, las instalaciones eléctricas y sanitarias. Cuando se diseña, se hace un estimado de los pesos o cargas muertas de los elementos estructurales. Los pesos

y dimensiones exactas se obtendrán una vez realizados los análisis estructurales, los pesos obtenidos deben compararse con los cálculos estimados y se encuentra grandes discrepancias, es preferible repetir el proceso y diseñar utilizando pesos mejor estimados. McCormac y Brown (2017)

#### Las cargas vivas

Son todas aquellas que pueden cambiar de magnitud y posición en el tiempo, en la edificación esta pueden ser carga de ocupantes, cargas de equipos de operación, cargas de materiales de construcción. Por lo general son cargas inducidas por la gravedad. McCormac y Brown (2017)

#### Las cargas ambientales

Son de naturaleza impredecible entre ellos tenemos: el peso de la nieve sobre los techos, la fuerza del viento, las ondas sísmicas (fuerzas inerciales producidas por sismos), presiones de suelo en las porciones subterráneas de estructuras, cargas de empozamiento de aguas lluvias sobre superficies planas y fuerzas causadas por la variación de temperatura. Estas cargas también presentan irregularidad en su magnitud y distribución. (Nilson, 1999, p. 25)

#### Periodo de vibración

Las cargas que soportan las edificaciones durante un sismo son la prueba más crítica para sus estructuras. Durante un breve período de tiempo la tierra vibra producto de la súbita liberación de energía desde los estratos inferiores del suelo, la cual se trasmite a las edificaciones por medio de los cimientos, Las edificaciones experimentan súbitamente un cambio de estado, del reposo soportando cargas gravitacionales verticales, a sufrir un movimiento vibratorio, generándoles cargas dinámicas actuando en todas las direcciones, siendo las cargas horizontales las de mayor importancia pues en esa dirección las construcciones empotradas en sus cimientos actúan como voladizos. (Mauricio, 2014)

## **2.5 Normas**

### Internacionales

Cargas y reacciones, de acuerdo a la norma ACI.

No se permite el concreto simple para columnas, debido a que este concreto carece de la ductilidad necesaria que deben tener las columnas, además porque las fisuras aleatorias, de una columna no

reforzada pondrían en peligro la integridad de la estructura (Norma ACI 318-19, 2019)

El área mínima de la base de la cimentación debe dimensionarse para que no exceda la capacidad portante admisible cuando se vea afectada por las fuerzas y momentos aplicados a la cimentación. La capacidad portable admisible debe determinarse debe determinarse a través de los principios de mecánica de suelos o rocas, de acuerdo al reglamento general de construcción u otros requisitos que determine la autoridad competente (Norma ACI 318-19, 2019)

## Nacionales

### Estudios del suelo en el sitio

El EMS será útil únicamente para el área y tipo de obra que se indica en el informe firmado por el profesional responsable. Los resultados, sólo se aplican al terreno y edificaciones contenidas en el mismo informe. No serán empleados para fuera de su mismo, o para otro tipo de obra (RNE, E-050, 2018)

De acuerdo a la Norma, Estan obligados a presentar Estudio Mecanico de Suelos (EMS) y/o Informe Tecnico de Suelos (ITS), en el siguiente caso: los proyectos de edificaciones, que superen 500 m<sup>2</sup> de Área techada y mayor a 3 pisos deberan presenta Estudio mecanico de suelos, caso contrario se presentara el Informe tecnico de suelo. Según (Equipo Ingenieros, 2019) El EMS. Tiene como objetivo determinar, atraves de investigaciones de campo, ensayos y analisis el comportamiento de los suelos ante el peso de las edificaciones y los sismos, que luego seran tomados en cuenta en el diseño de la cimentacion. Por el contrario el ITS, tiene por objetivo hacer una estimacion de lo anterior mencionado.

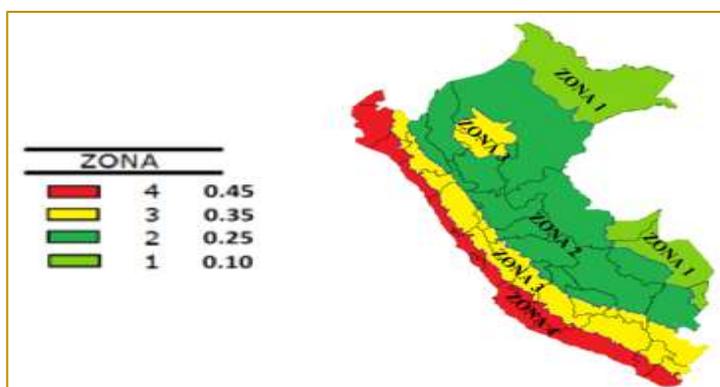
Cortante Basal, Nos permitirá calcular las fuerzas laterales aplicadas en los centros de masa de cada uno de los niveles del edificio, así como también la fuerza total en la base y según se indica en la siguiente formula (RNE, Norma E-30, 2018)

$$V_{basal} = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

*Donde:*  
*Z = Factor de Zona*  
*U = Factor de uso de edificación*  
*C = Factor de amplificación sísmica*  
*S = Factor de tipo de suelo*  
*R = Coeficiente de reducción*  
*P = Peso de la edificación* ... (Ec. 1)

Peligro Sísmico, Zonificación y Factor de Zona (Z), de acuerdo a la Norma E-030, en su Artículo 10, Clasifica y divide el territorio nacional en cuatro zonas, en base al historial de sismicidad reportado de aquellos lugares que presentan una frecuencia e intensidad de ocurrencia de sismos. De esta manera asigna un factor de Zona, según se presenta en la figura N° 5. (RNE, E-030, 2018)

Figura 7. Zonificación



Fuente: RNE Norma E-030

Categorización y factor de uso de la edificación (U), Clasifica según grado de importancia y uso, en 4 categorías: La categoría A Esenciales (Factor 1.5), es decir aquellas edificaciones imprescindibles que, tras un terremoto, tendrían que seguir operando tales como los Hospitales, Aeropuertos, estaciones de bomberos, centros policiales y militares, infraestructura de transporte.

Categoría B Edificaciones importantes (Factor 1.3) para edificaciones que congregan gran cantidad de gente, tales como los centros comerciales, cines, estadios etc.; Categoría C Edificaciones comunes (Factor 1.0) para edificios residenciales, oficinas, depósitos, hoteles; Categoría D Edificaciones temporales, para construcciones provisionales. (RNE, Norma E-30, 2018)

Amplificación sísmica (C): Este valor está en función de los periodos de vibración ( $T_P$  y  $T_L$ ), los perfiles de suelo ( $S_0, S_1, S_2, S_3$ ), la altura y el tipo de sistema estructural ( $CT$ ) que utilizara el edificio. Y deberá cumplir la siguiente condición según se indica a continuación

$$T = \frac{hn}{CT} \dots\dots\dots (Ec. 2)$$

$$T < T_P \quad C=2.5 \quad \dots\dots\dots (Ec. 3)$$

$$T_P < T < T_L \quad C=2.5 * \frac{TP}{T} \quad \dots\dots\dots (Ec. 4)$$

$$T > T_L \quad C=2.5 * \frac{TP * TL}{T^2} \quad \dots\dots\dots (Ec. 5)$$

*Dónde:* hn= Altura del edificio

CT: podrá tomar valores de

35,45,60, de acuerdo a lo

Indicado en el La Norma E-030

Factor de suelo (S), descrita en el artículo 13, de la Norma E-030, su valor se obtendrá de la relación entre la Zonificación sísmica (Z), y el perfil de suelos, según se indica en la tabla N° 1

*Tabla 1. Factor de suelo*

<b>SUELO</b> <b>ZONA</b>	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>3</sub></b>
<b>Z<sub>0</sub></b>	0,80	1,00	1,05	1,10
<b>Z<sub>3</sub></b>	0,80	1,00	1,15	1,20
<b>Z<sub>2</sub></b>	0,80	1,00	1,20	1,40
<b>Z<sub>1</sub></b>	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: RNE Norma E-030

Coeficiente básico de reducción (R<sub>0</sub>) tomara valores, según la clasificación de sistema estructural sismo resistente en la dirección analizada, y del material utilizado, que se va a usar. En caso de uso de concreto armado para pórticos R<sub>0</sub>=8; Dual= 7; Muros estructurales= 6; Muros de ductilidad limitada= 4; Albañilería armada o confinada= 3. (RNE, E-030, 2018)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño de investigación**

La investigación es no experimental transversal. En estos casos se reúnen datos en un solo momento con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Zumaran et al., 2017). Dado que se trata de medir valores numéricos contrastados con las fuerzas sísmicas y cuantificación de las deformaciones. Además, no se busca manipular intencionalmente las muestras.

##### **3.1.1 Tipo de estudio**

Es de tipo aplicativo, descriptivo y correlacional. Según (Hernandez, 2010). Define el nivel de profundidad con la que se estudia ciertos fenómenos o hechos en la realidad social.

En el presente estudio, se hizo la recolección de datos previamente. ANALIZÓ, calculo y comparo magnitudes y valores numéricos obtenidos en correspondencia, con los elementos estructurales de los planos de diseño. Se aplico un control estructural ante sismos utilizando Software especializado, de acuerdo a las normas establecidas para luego realizar un balance armonioso de los resultados.

##### **3.1.2 Enfoque de investigación: cuantitativo**

De acuerdo a (Hernandez, y otros, 2014). Muestra un proceso secuencial probatorio, cada fase sigue un orden riguroso.

El enfoque será cuantitativo, debido a que se aplicaron técnicas de recopilación de datos de las variables y dimensiones de estudio a las cuales se les asignarán valores numéricos que serán contrastados y ajustados hasta obtener los valores esperados en el diseño.

#### **3.2 Variables y operacionalización**

##### **3.2.1 Variables**

Presentamos dos variables las cuales verán la importancia de su consecuencia de una sobre la otra.

Variabes independientes

Es la medida de la incidencia de una o más causas en el progreso de un hecho tecnológico (Hernández et al. 2014, p. 4)

**X:** Diseño estructural

Variable dependiente

Es la consecuencia luego de identificar las variables principales. (Creswell, 2013).

**Y:** Evaluación sismorresistente

### 3.2.2 Operacionalización de variables

Las asociaciones se definirán bajo el de detallar las interacciones entre las variables Hernández et al. 2014, p. 69). Presentamos la siguiente tabla de Operacionalización de variables: Véase anexo1

## 3.3 Población muestra y muestro

Población: Según Tamayo (2012) es el grupo de personas u objetos, que se recurre en una investigación (pág. 111).

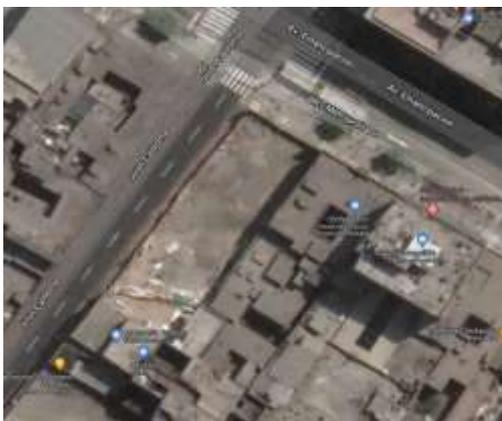
Nuestro lugar de estudio ha estado dispuesto por las edificaciones comerciales localizadas en la manzana 052, del centro histórico de Lima en donde según Catastro y Rentas de la Municipalidad de lima, la población está conformada 15 predios, con predominancia de uso residencial

### 3.3.1 Muestra y Muestreo

El tipo de muestra para en este estudio será no probabilístico ya que, son llamadas muestras encaminadas, donde no se utilizaron métodos estadísticos (Hernández, et al. 2000, pág. 226).

Para el desarrollo de nuestro proyecto se considera como muestra el edificio comercial de dos pisos con sótano y semisótano, ubicado de la Av. Emancipación cruce con el Jr. Caylloma, Lima 2021.

*Figura 8. Vista aérea del área para el proyecto*



Fuente: Googlearth

*Figura 9. Vista de esquina del área para el proyecto*



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2 Unidad de análisis

Son las unidades de observación metódica, que se mostrarán en los diferentes ensayos de las muestras y su modelamiento sísmico.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se ejecutan en forma de métodos e instrumentos, explicándolos cuantitativamente o cualitativamente de acuerdo a su finalidad (Monje Álvarez, 2011, p. 133).

Nuestro estudio se precisará con la observación y análisis de contenido por medio de formatos y fichas técnicas, la siguiente tabla N°2 implica dichos métodos.

*Tabla 2: técnicas e instrumentos de variables*

<b>Variables</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuentes</b>
Análisis estructural	Recolección de datos	Guía de parámetros urbanísticos	Municipalidad de Lima Metropolitana
	Exploración de suelos	Ensayos granulométricos	Laboratorio Geotécnico
	Observación	Ms Excel Ms Word	Artículos, revistas indexadas, tesis
Procesos sísmicos	Revisión documental	Modelamiento con el Software Etabs, Autocad	Norma E.030 Diseño sismorresistente

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Validez y Confiabilidad

La validez de contenido mayormente se valida por juicio de expertos, personas de amplia experiencia, que son reconocidos por otros por trayectoria en la materia que se investiga y que tienen la autoridad para dar información, valoraciones y juicios. (Zumaran et al., 2017)

Los documentos y argumentos presentados, han sido supeditados y validados por juicios de expertos (tabla 4), conformados por tres ingenieros civiles colegiados, mediante ficha de análisis y correlación de datos entre las variables, dimensiones

e indicadores del proyecto de investigación, así mismo los ensayos de suelos que se usara estará respaldado por el certificado del laboratorio, y en el procesamiento de simulación para determinar las fuerzas sísmicas a través del programa Etabs, se contara con la supervisión de un ingeniero especialista (véase anexos).

*Tabla 3. Rango y magnitudes de validez*

Rango	Interpretación
0.81 - 1	Muy alta
0.61 - 0.81	Alta
0.41 - 0.60	Moderada
0.21 - 0.40	Baja
0.01 - 0.20	Muy baja

Fuente: Ramos (2019, p. 29)

*Tabla 4. validez y confiabilidad*

Ítem	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Valor
1	Ingeniero Civil	Cesar Raúl Sarmiento Gottisch	19334	0.83
2	Ingeniero Civil	Cesar Iván Diaz Ramírez	118310	1
3	Ingeniero Civil	Cesar David Velázquez Herrera	116191	1
Promedio				0.94

Fuente: Elaboración propia

### **3.6 Procedimientos**

#### **3.6.1 Descripción de la zona de estudio**

##### **Ubicación**

El trabajo de investigación se localiza en el cercado de Lima. Proyectada sobre un área de terreno de 812.59 m<sup>2</sup>. En la esquina de la Av. Emancipación con Caylloma,

##### **Características de la zona de estudio**

#### **3.6.2 Estudio de Mecánica de Suelos**

Se realizo con el objetivo de establecer las características geotécnicas del suelo donde se construirán los cimientos, para tal fin se ha efectuado una investigación

geotécnica que incluye trabajos de campo y ensayos de laboratorios para definir la estratigrafía, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y su estimación de asentamientos

Las normas aplicadas para el EMS son: N.T E-050 Norma Técnica Peruana 339.150 (ASTM D2488)

Los perfiles estratigráficos se encuentran en el anexo

### 3.6.3.- Estudios de Laboratorio

Los estudios de laboratorios que se realizaron son:

Ensayos estándar

- Análisis de granulometría por tamizado - (ASTM D 422) (ver anexo n°3).
- Límite líquido y plástico - (ASTM D 4318) (ver anexo n°3).

Ensayos especiales

- Corte directo- (ASTM D 3080) (ver anexo n°3).
- Determinación de sulfatos solubles en suelos y aguas subterráneas- (ASTM D 516, NTP 339, 178)) (ver anexo n°3).

Clasificación de suelos

-Los suelos representativos ensayados se han clasificado de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

3.6.4.- Diseño Arquitectónico. - Aplicación de las normas y parámetros exigidos de acuerdo a la zonificación establecida para el uso correspondiente.

3.6.5.- Estructuración. Se determino el tipo de sistema estructural a utilizar, siendo el elegido el sistema a porticado con muros de corte. Así mismo en esta etapa se realizó la ubicación de los elementos estructurales, respetando la distribución arquitectónica inicial. Respecto al material a utilizar corresponde al uso tradicional de concreto armado.

3.6.6.- Análisis sísmico. - Pre dimensionamiento de elementos estructurales, metrado de cargas, análisis sísmico

3.6.7.- Diseño de la estructura. - Establecer los criterios preliminares para la ubicación de los elementos principales de la estructura, así como elegir el tipo de sistema estructural a utilizar.

Así mismo se estableció un proceso de distribución y síntesis, para llegar a discutir los resultados, en base a las teorías y uso de modelamientos con el programa Etabs

y Ms Excel, supeditados a las normas actuales, la citación de las fuentes de estudio y bibliográficas han sido alineadas a las normas APA.

### **3.7 Métodos de análisis de datos**

Estos se desarrollarán secuencialmente de forma siguiente:

Diseño del edificio comercial, en el plano arquitectónico esbozando los elementos estructurales.

Establecimiento de cargas para analizar su fundación con la finalidad de cimentar.

Estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales conformantes en cumplimiento de los parámetros determinados en las normas E030 y E060.

Modelamiento de los elementos estructurales con el software Etabs.

Análisis de resultados para observar y redefinir los parámetros en aplicación de las normas en el diseño estructural.

### **3.8 Aspectos éticos**

Se ha asumido la información con los consiguientes aspectos:

Las investigaciones realizadas por otros autores están debidamente citadas según normas ISO 690.

Los resultados de los ensayos mecánicos están realizándose en Laboratorios de mucha trayectoria y prestigio, cuya información se presenta en el anexo 5.

Se ha procedido con el presente trabajo, a realizar los test correspondientes para evitar el grado de similitud con otros trabajos.

## **IV. RESULTADOS**

Para cumplir con el objetivo general, que es el Diseño Estructural y evaluación sismorresistente de una Edificación Comercial, en la Av. Emancipación Lima 2022. Además de establecer el procedimiento y los objetivos específicos. Se realizaron estudios y actividades previas como lo son la ubicación, inspección y descripción del área del terreno de investigación, el estudio de mecánica de suelos y la elaboración de los planos de arquitectura

### **4.1 Descripción y ubicación del área de trabajo**

Realizado el reconocimiento visual del área del terreno se constató un espacio parcialmente libre y despejado, cercado temporalmente de triplay.

El proyecto de investigación se ubica en el Cercado de Lima, en la Esquina de la Av. Emancipación Con el Jr. Caylloma, se trata de un área de alto tránsito, a 2 cuadras de la estación metropolitana, Jirón de La Unión (Figura 9), Así mismo el distrito geográficamente se ubica en la costa central, entre las coordenadas, 12° 02' 47" S y 77°02'34" O, con una altitud de 2.87 msnm. Limita por el norte con el distrito de San Martín de Porres y El Rímac, Por el este con San Juan de Lurigancho el Agustino y San Luis, por el sur con La Victoria Lince, Jesús María, Breña Pueblo Libre Y San Miguel y al oeste con el Callao.

### **4.2 Diseño Arquitectónico**

El diseño está dispuesto convenientemente de tal manera que cumpla los parámetros normativos establecidos que garanticen una adecuada ventilación, iluminación y comodidad de los futuros ocupantes. Así mismo se ha respetado las distancias mínimas en los corredores, pasajes y escaleras que aseguren la evacuación en casos de emergencia.

El proyecto comprende una edificación de 4 niveles, con la siguiente asignación de uso predominante, por piso o nivel: Sótano destinado a los estacionamientos; Semisótano y Primer piso para uso de tiendas y el Segundo piso para uso de depósito.

#### **4.2.1 Distribución de ambientes**

Arquitectura

El edificio presenta la siguiente descripción:

Sótano: Estacionamientos, rampa auxiliar, escalera presurizada 02, andén de descarga, depósito (5), SS.HH., rampa, área de estacionamientos, escalera

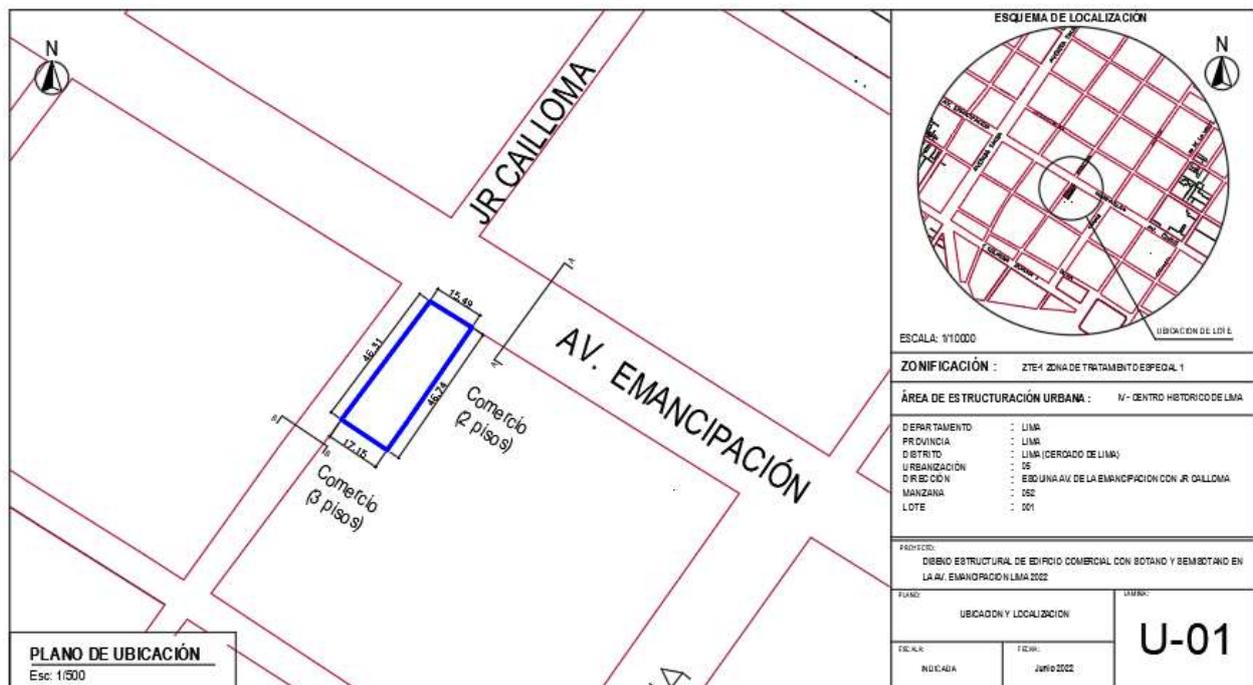
presurizada 01, cuarto de bombeo, escalera integrada 01, cuarto de bomba, escalera, cuarto de tableros.

Semisótano: Escalera presurizada 02, deposito, escalera integrada 02. Corredores, ascensor publico 02, ducto de basura, rampa, ascensor publico 01, escalera presurizada 01, escalera integrada 01, tiendas (30)

Primer piso: Escalera presurizada 02, escalera 02, rampa de ingreso vehicular, corredores, ascensor publico 02, ducto de basura, SS.HH.-Hombres, SS.HH.-Mujeres, SS.HH.-Discapacitados, escalera presurizada 01, ascensor para discapacitados, escalera 01, ingreso, terraza, tiendas (31)

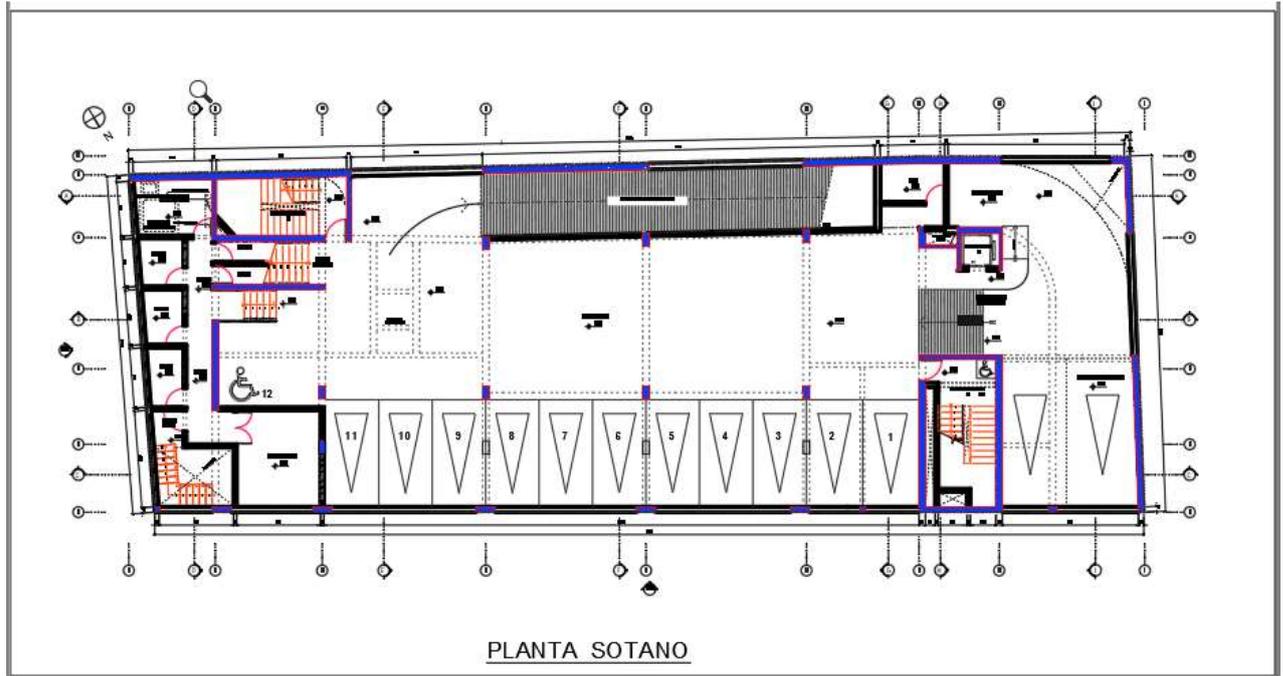
Segundo piso: Escalera presurizada 02, escalera 02, corredores, ascensor publico 02, ducto de basura, SS.HH.-Hombres, SS.HH.-Mujeres, SS.HH.-Discapacitados, ascensor publico 01, escalera presurizada 01, escalera 01, depósitos (33)

Figura 10. Plano de ubicación del proyecto



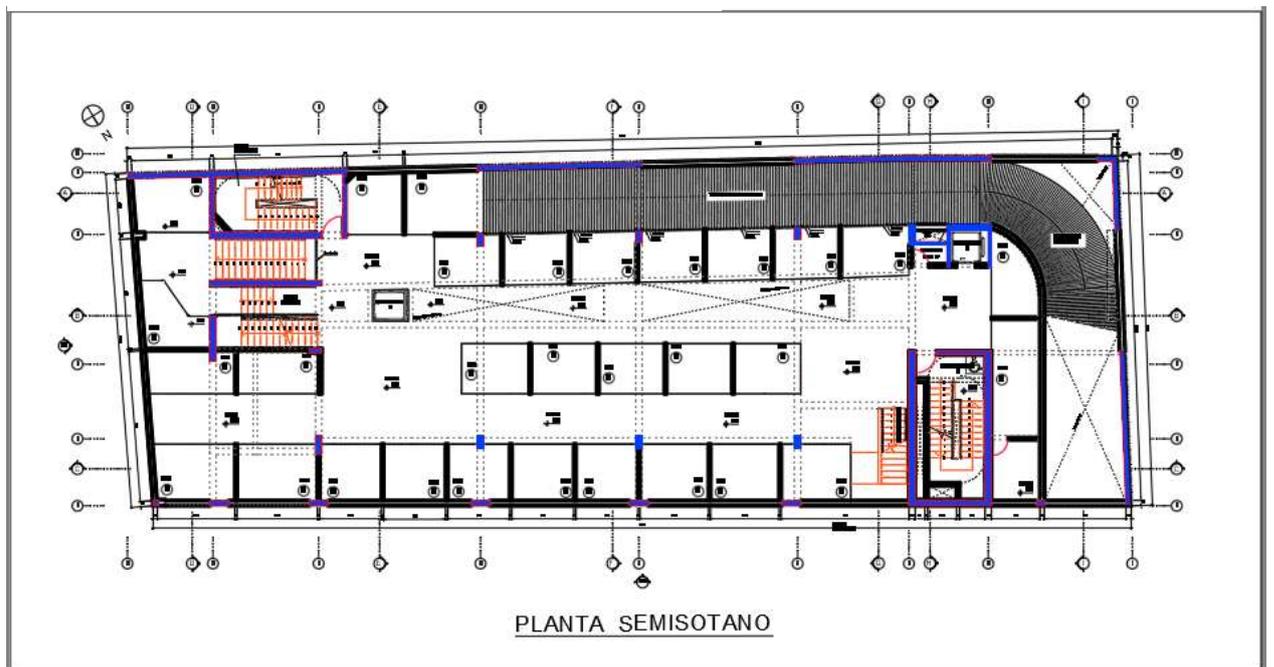
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Plano de Planta Sótano



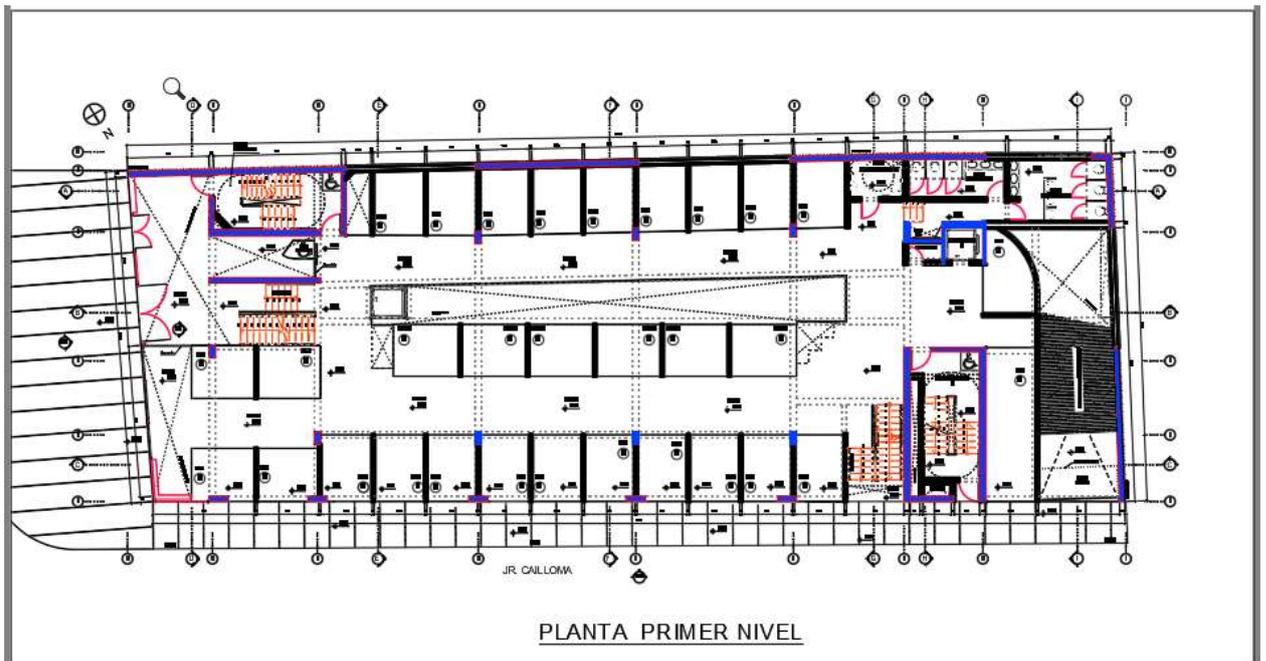
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Plano de Planta Semisótano



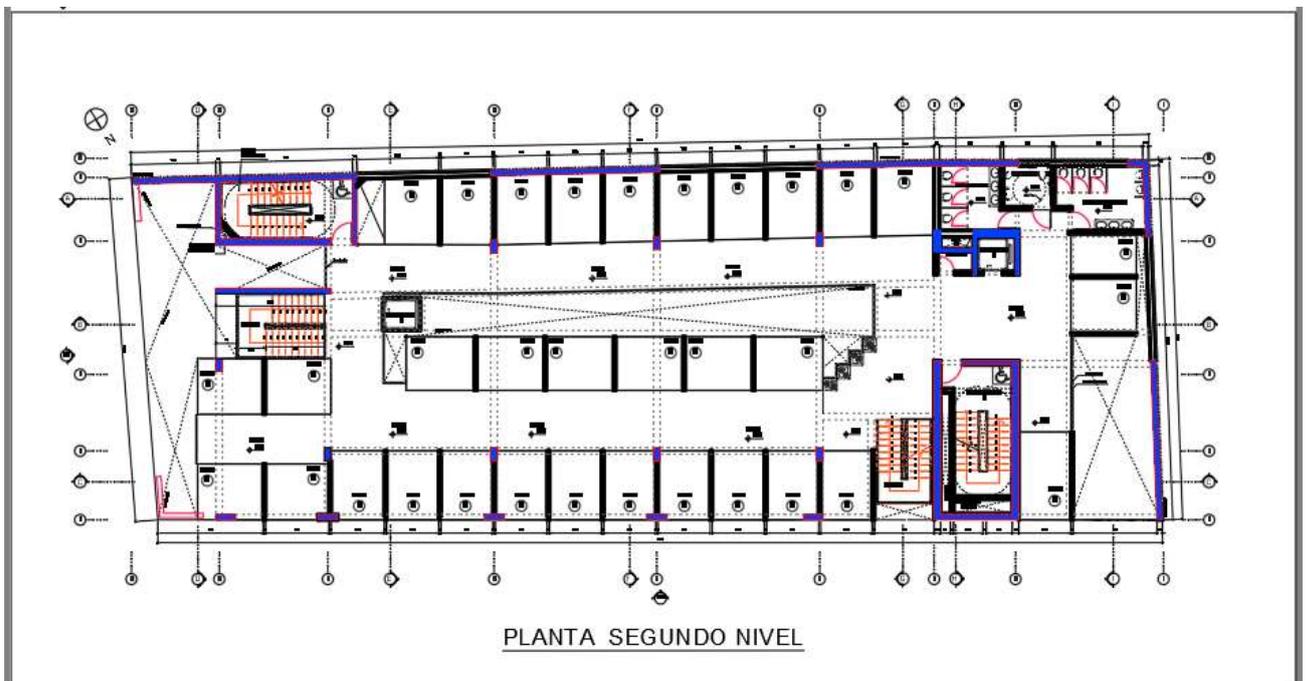
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Plano de Planta Primer Nivel



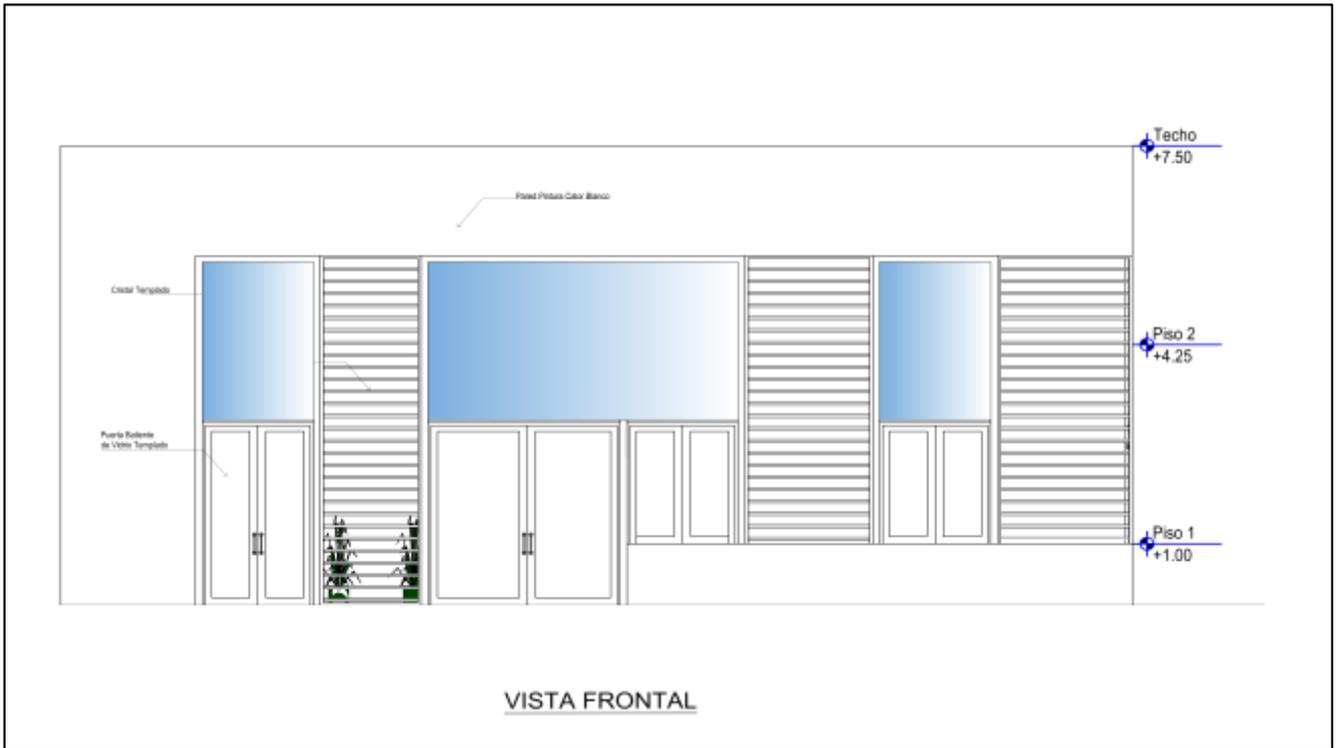
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Plano de Planta Segundo Nivel



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Vista frontal de la edificación



### 4.3 Estudio De Mecánica De Suelos

A continuación, presentamos el resumen de los resultados obtenidos, del estudio de mecánica de suelos

Tabla 5. Parámetros de EMS

Tipo de Cimentación	Cimiento Corrido y zapatas
Estrato de apoyo de la cimentación	SP
Profundidad de napa freática	No se encontró      Fecha: Abril 2022
Parámetros de diseño de cimentación	
Profundidad de Cimentación	-1.50m Para construcciones (Zapatas Aisladas)
Presión admisible	2.29 Kg/cm <sup>2</sup> , Para construcciones principales
Factor de seguridad por corte (Estático, dinámico)	3
Asentamiento diferencial máximo aceptable	1.17 cm
Parámetros sísmicos del suelo	
Zona sísmica	4
Tipo de perfil de suelo	S <sub>2</sub>
Factor de zona	0.45 g
Factor de suelo (S)	1.05
Periodo TP (s)	0.60 segundos
Periodo TL (s)	2.0 segundos
Agresividad del suelo a la cimentación	
Tipo de agresión	Moderado
Tipo de Cemento Portland a usar	Tipo II
Relación a/c	0.70
f'c mínimo	210 kg/cm <sup>2</sup>
Recubrimiento mínimo	6 cm
Problemas especiales de cimentación	
Licuação	NO
Colapso	NO
Expansión	NO

Fuente: Elaboración propia

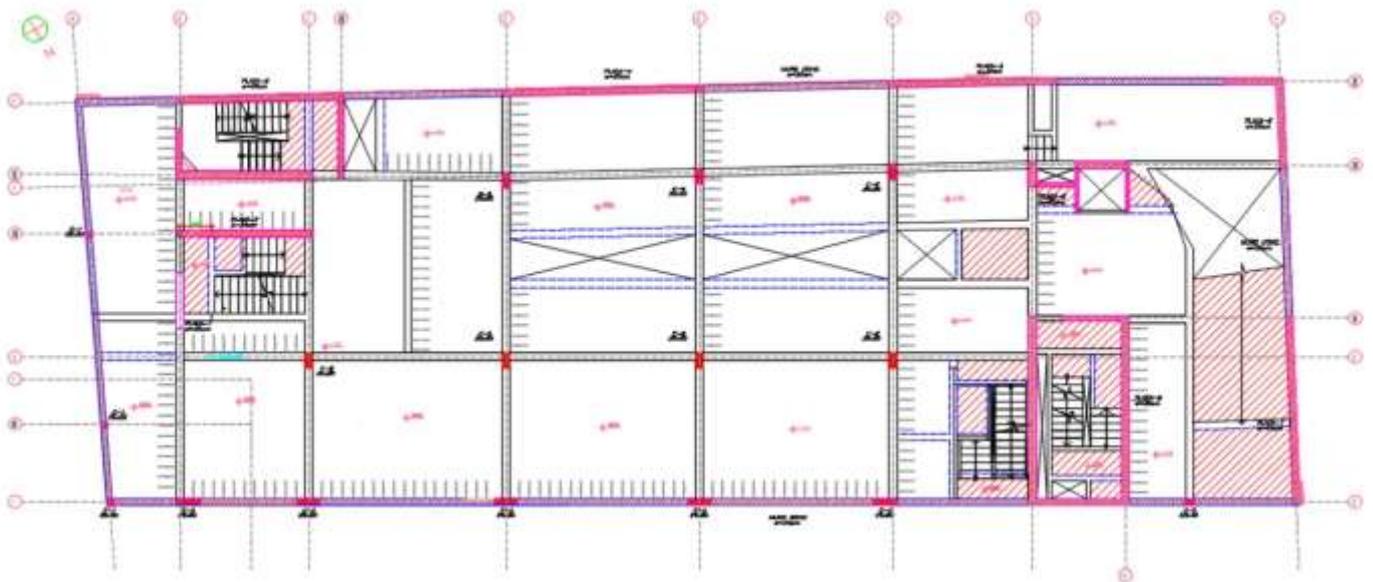
## 4.4 Predimensionamiento y Estructuración - objetivo específico 1

### 4.4.1 Consideraciones asumidas en la estructuración

La estructuración es una etapa que está ligada a la arquitectura, por tal motivo los elementos estructurales se tienen que adecuar al diseño arquitectónico, tratando de evitar la confrontación en cuanto sea necesaria. En ese sentido utilizamos criterios establecidos por el Ing. Blanco (1994), se realizó la estructuración siguiendo los principios de Simetría, de esta manera la estructura presenta un mejor desempeño ante un sismo y evitar así los efectos de torsión. Así también uniformidad y continuidad. Con el fin de evitar la concentración de fuerzas en las zonas de vulnerabilidad que podrían generarse con una inadecuada estructuración. Así mismo se dispuso ubicar los elementos estructurales estratégicamente de tal manera que proporcione la resistencia y rigidez, en los sentidos x e y

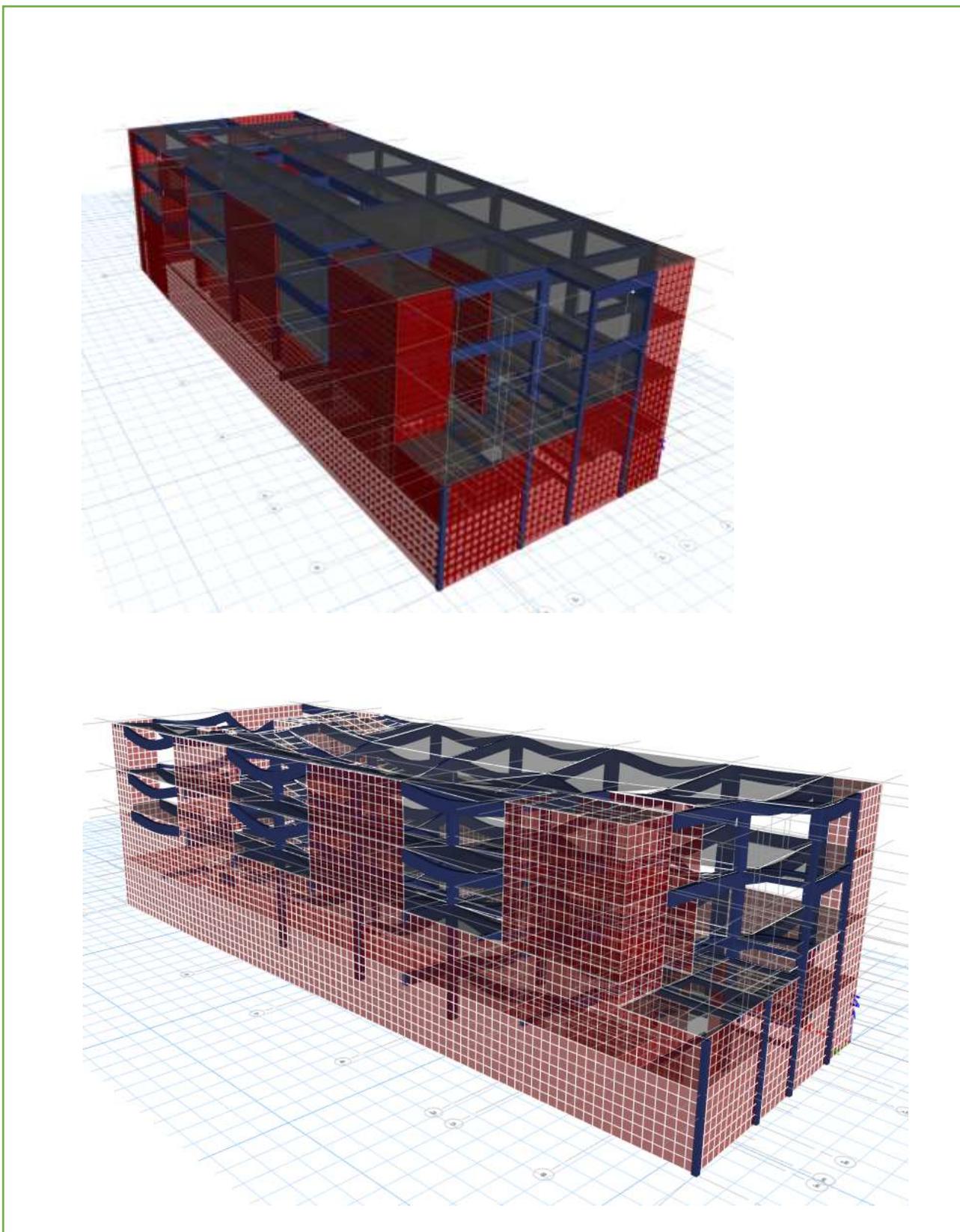
En la figura se muestra el esquema básico establecido para la estructuración

*Figura 16. Esquema Preliminar de estructuración de columnas y placas*



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Modelado de la edificación en ETABS



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2 Predimensionamiento

En esta etapa se establecerán dimensiones preliminares estimadas para los elementos estructurales de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-060

##### Losas Aligeradas

Se ha tenido en cuenta las siguientes luces críticas para las losas

- Losas aligeradas en 1 dirección:  
Luces menores a 4 m:  $h = 17$  cm.  
Luces entre 4 y 5.5 m:  $h = 20$  cm.  
Luces entre 5 y 6.5 m:  $h = 25$  cm.  
Luces entre 6 y 7.5 m:  $h = 30$  cm
- Losas aligeradas en 2 direcciones:  
Luces entre 6.5 y 7.5 m:  $h = 25$  cm.  
Luces entre 7 y 8.5 m:  $h = 30$  cm

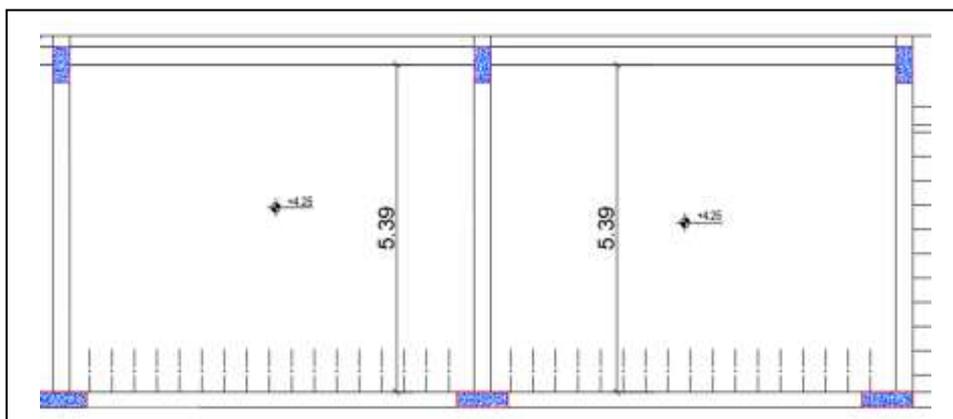
El paño más desfavorable se encuentra en el sótano, con distancias, con distancias aproximadas de 7 x 7 m, por eso se ha tomado losas en 2 direcciones de  $h = 25$  cm

Figura 18. Luz crítica viga en sótano



En los demás paños en todos los pisos, los paños de menor longitud son aproximadamente de 5.4 m, por tal motivo se tomó losas en 1 dirección,  $h = 25$  cm

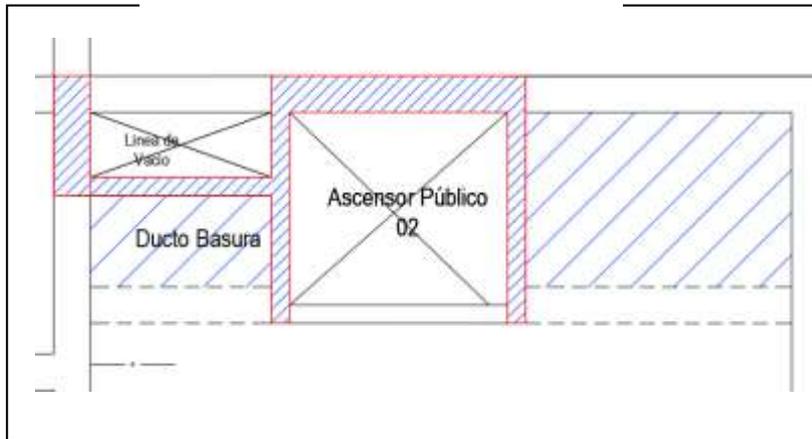
Figura 19. Luz crítica promedio



## Losas Macizas

El proyecto cuenta con losas macizas, de pequeñas luces, conveniente ubicadas, cerca de la caja de ascensores y escaleras. Para uniformizar peraltes se ha tomado losas macizas en una dirección con  $h = 25$  cm.

Figura 20. Losa maciza



## Vigas

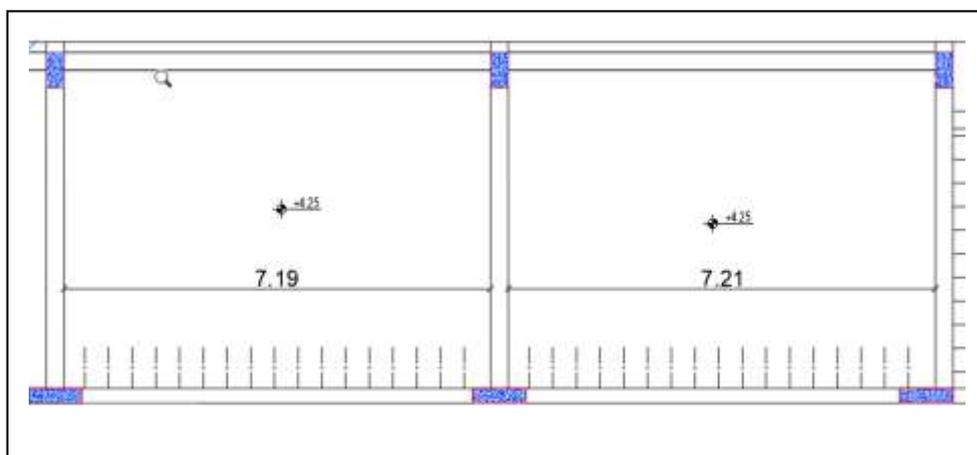
Se ha tenido en cuenta las siguientes relaciones

- $l_n/10$  o  $l_n/12$ , donde  $l_n =$  luz libre
  - Luces menores de 5.5 m: 25x50, 30x50 cm.
  - Luces menores de 6.5 m: 25x60, 30x60, 40x60 cm.
  - Luces menores de 7.5 m: 25x70, 30x70, 40x70, 50x70 cm.
  - Luces menores de 8.5 m: 30x75, 40x75, 30x80, 40x80 cm.
  - Luces menores de 9.5 m: 30x85, 30x90, 40x85, 40x90 cm.

Así mismo la Norma E-060 indica que los anchos de viga que forman pórticos sismorresistentes, no deben tener un ancho menor de 25 cm.

En el proyecto las vigas principales de mayor longitud tienen promedio de 7.20 m. se tomará una viga principal de VP de 30x70 cm.

Figura 21. Luz promedio de 7.20 m. correspondiente a la viga principal



## Columnas

De acuerdo al libro, Diseño y Estructuración de Edificaciones, del Ing. Antonio Blanco, en el capítulo 3 tenemos:

$$\text{Columnas centrales} \quad AREA_{COL} = \frac{P(SERVICIO)}{0.45 * F' C} \quad \dots\dots (\text{Ec. 6})$$

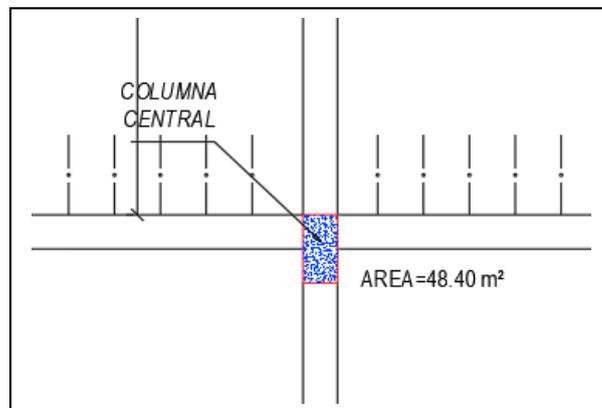
$$\text{Columnas exteriores o esquineras} \quad AREA_{COL} = \frac{P(SERVICIO)}{0.35 * F' C} \quad \dots\dots (\text{Ec. 7})$$

$P(\text{Servicio}) = P \times \text{Área Tributaria} \times \text{N}^\circ \text{ Pisos}$ , estimación de P, de acuerdo a la categoría de la edificación

EDIFICACIÓN	PESO
<i>Categoría A</i>	1.50 ton/m <sup>2</sup>
<i>Categoría B</i>	1.25 ton/m <sup>2</sup>
<i>Categoría C</i>	1.50 ton/m <sup>2</sup>

En el proyecto se tienen la siguiente área tributaria para la columna central, que carga más peso, se tendrán las siguientes áreas tributarias

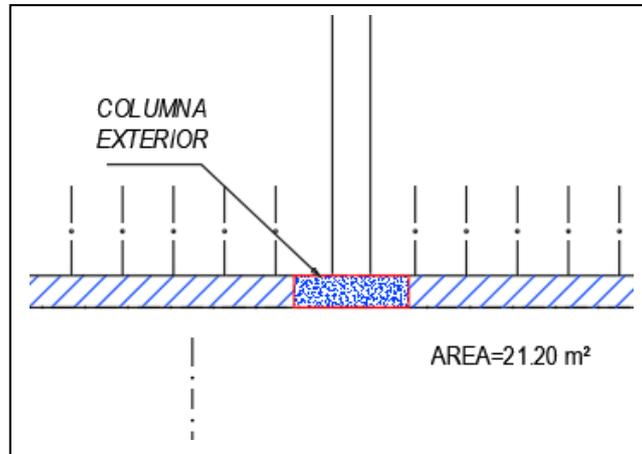
Figura 22. Columna central



- $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Categoría B =  $1250 \text{ Kg/cm}^2$
- Área Tributaria =  $48.40 \text{ m}^2$
- Nº de Pisos = 4
- $P(\text{servicio}) = 242000 \text{ Kg}$
- Área (columna) =  $2560.85 \text{ cm}^2$
- Área aprox. (B x H) =  $85 \times 30 \text{ cm} = 2550 \text{ cm}^2$

En el proyecto se tendrá las siguientes Áreas Tributarias para columnas exteriores que cargan más peso

Figura 23. Columna exterior



$f'_c=$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Categoría B=	1250 Kg/cm <sup>2</sup>
Área Tributaria=	21.20 m <sup>2</sup>
Nº de Pisos=	4
P(servicio)=	106000 Kg
Área (columna)=	1121.69 cm <sup>2</sup>
Área aprox. (B x H)	=90 x 25 cm=2550 cm <sup>2</sup>
Área aprox. (B x H)	=90 x 25 cm=2550 cm <sup>2</sup>

### Placas

Se ha utilizado muros cortantes, según señala en su libro (McCormac, y otros, 2017). Las ventajas que ofrece, estos elementos al proporcionar rigidez antes las fuerzas laterales según el sentido donde se oriente, resistencia las fuerzas verticales, y principalmente porque cuando son colocados estratégicamente nos permite conservar la arquitectura establecida inicialmente.

Generalmente se consideran 15 cm de espesores, para edificaciones de pocos pisos, aumentado a 20,25 y 30 cm. Conforme va aumentado el número de pisos. Para evaluar la longitud de la placa, se debe hacer después de un análisis sísmico, pues dar una recomendación general es muy complejo. En el proyecto se consideran placas de 15, 25 y 30 cm de espesor

## 4.5 Análisis Estático y Dinámico- objetivo específico 2

### 4.5.1 Análisis sísmico

El objetivo del análisis sísmico consiste en determinar el desempeño de la edificación frente a los eventos sísmicos, este desempeño depende como se ha realizado el predimensionamiento y de cómo como están ubicados los elementos estructurales, se debe procurar por ejemplo el uso de pórticos o muros de corte que aporten rigidez tanto en la dirección XX como en la dirección YY para evitar derivas o desplazamientos excesivos.

Este análisis sísmico consiste en hacer estático y/o dinámico para finalmente hacer el análisis estructural para obtener los esfuerzos en cada uno de los elementos de la estructura.

La norma E030 en el capítulo 3 nos indica la filosofía de diseño sismorresistente de las edificaciones:

- Evitar pérdidas de vidas humanas
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Minimizar los daños a la propiedad

### 4.5.2 Modelo estructural

Se realizó mediante el programa ETABS, donde las vigas y columnas se modelaron como elementos tipo FRAME mientras que las losas y muros tipo SHELL. El modelador se realizó de acuerdo a lo dispuesto por la normatividad:

- La carga muerta y la carga viva se aplicó como cargas distribuidas en las losas de acuerdo a lo dispuesto en la norma E020, para un centro comercial
- El análisis dinámico se realizó de acuerdo a los parámetros sísmicos (Z, U, C, S, R) determinados por la norma E030.
- Los periodos tanto para el eje X e Y se tomaron para los modos de mayor participación en masa.

Se obtuvieron los periodos por eje y los pesos sísmicos por piso:

*Tabla 6. Periodos en segundos por eje*

EJES	PERIODO
XX	0.120 S
YY	0.095 S

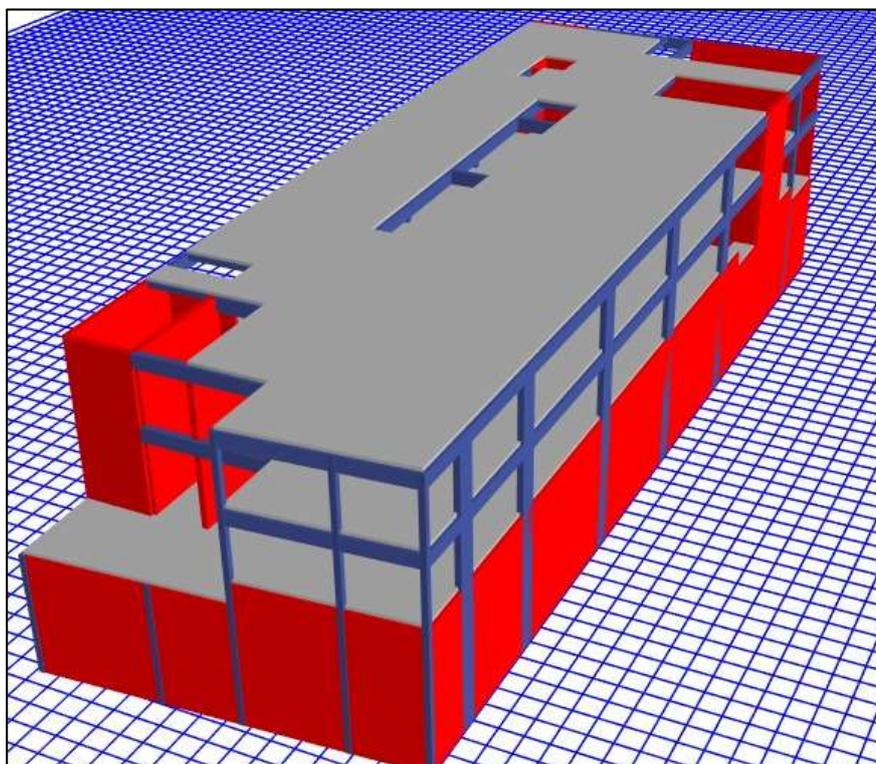
Fuente: Elaboración propia

*Tabla 7. Peso sísmico por piso*

Story	Load Case/Combo	Location	P	MX	MY	PESO X
			tonf	tonf-m	tonf-m	NIVEL
2DO NIVEL (TECHO)	PESO SÍSMICO	Bottom	677.64	5595.23	-15974.69	677.64
1ER NIVEL	PESO SÍSMICO	Bottom	1473.17	12435.33	-35404.59	795.53
SEMISÓTANO	PESO SÍSMICO	Bottom	2355.52	19223.61	-54584.95	882.35
SOTANO	PESO SÍSMICO	Bottom	3235.09	26053.03	-73342.87	879.56

Fuente: Elaboración propia

*Figura 24: Modelado del edificio*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.3 Análisis estático

Para la zona 4 se puede realizar este análisis las edificaciones regulares menores de 30 m de altura, sirve para determinar la cortante basal estática con la siguiente formula

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P$$

- **EJE XX**

*Tabla 8. Parámetros sísmicos considerados para el sismo estático XX*

TX=	0.116	T (s)
Z=	0.45	Zona 4-Lima
S=	1.05	Suelo S2
TP=	0.6	(S)
TL=	2	(S)
U=	1.3	TIPO "B"
C=	2.5	T<Tp
Ro=	6	Ro=6, MUROSEST.
la=	1	REGULAR
lp=	1	REGULAR

Para el caso del sótano y semisótano estos no son considerados en el análisis sísmico, pues estos al estar confinados por el terreno presenta desplazamientos despreciables, por lo tanto, se tomará en cuenta solo el 1er y 2do piso, de acuerdo a la norma E030 se considera para estimar el peso sísmico:

$$\text{PESO SÍSMICO} = 100\% \text{ CM} + 50\% \text{ CV}$$

Se considera el 50% de CV por ser un centro comercial edificación tipo B.

Peso de la edificación = 1 473.16 ton

$$\mathbf{VXX = 337.04 \text{ ton}}$$

- **EJE YY**

*Tabla 9. Parámetros sísmicos considerados para el sismo estático YY*

TX=	0.095	T (s)
Z=	0.45	Zona 4-Lima
S=	1.05	Suelo S2
TP=	0.6	(S)
TL=	2	(S)
U=	1.3	TIPO "B"
C=	2.5	T<Tp
Ro=	6	Ro=6, MUROSEST.
la=	1	REGULAR
lp=	1	REGULAR

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del sótano y semisótano estos no son considerados en el análisis sísmico, pues estos al estar confinados por el terreno presenta desplazamientos despreciables, por lo tanto, se tomará en cuenta solo el 1er y 2do piso.

Peso de la edificación = 1 473.16 ton

$$VXX = 337.04 \text{ ton}$$

La norma E030 también indica que el valor de  $C/R > 0.11$ , para nuestro caso tenemos un valor de  $2.5/6 = 0.42$ , cumpliendo lo estipulado por la norma.

#### 4.5.4 Análisis dinámico

Puede ser aplicado a cualquier tipo de edificaciones, consiste en usar un análisis de pseudo aceleraciones definido por:

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} * g \quad \dots\dots (Ec.8)$$

Tabla 10. Parámetros sísmicos considerados para el sismo dinámico

Z=	0.45	Zona 4-Lima
S=	1.05	Suelo S2
TP=	0.6	(S)
TL=	2	(S)
U=	1.3	TIPO "B"
RX=	6	Ro=6
RY=	6	Ro=6

Fuente: Elaboración propia

Donde el valor de amplificación sísmica "C" variara con el periodo de acuerdo a la siguiente relación

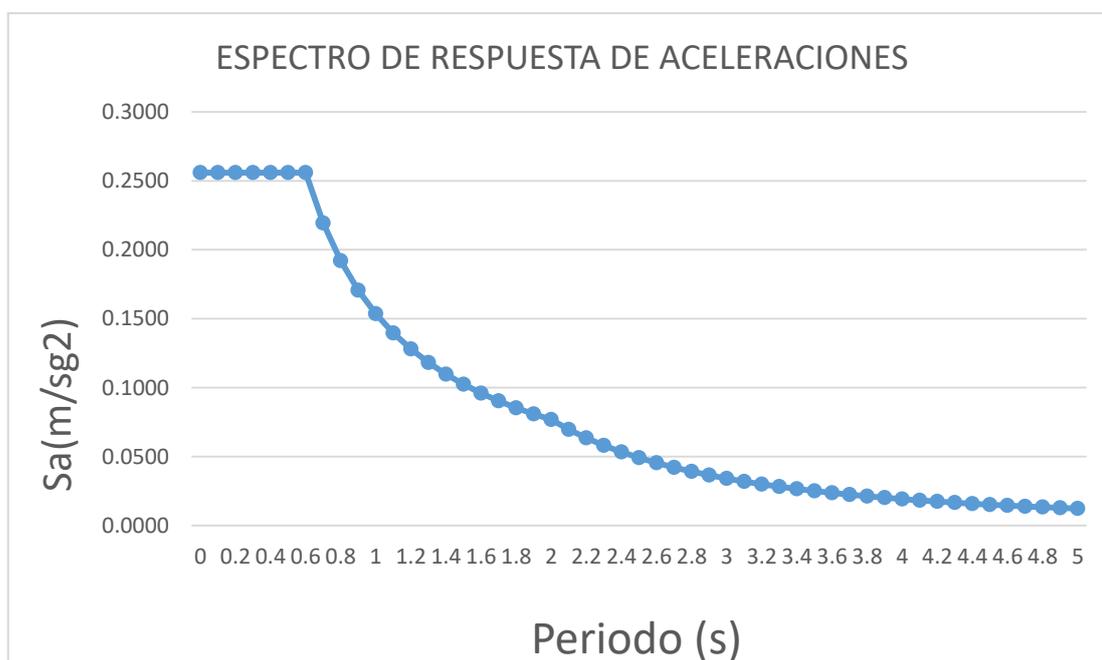
$$T < T_P \quad C=2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C=2.5 * \frac{T_P}{T}$$

$$T > T_L \quad C=2.5 * \frac{T_P * T_L}{T^2}$$

Finalmente se obtiene el siguiente espectro de aceleraciones en función de la aceleración de gravedad "g" (cm2) y del periodo T (s)

Figura 25. Espectro de respuestas para sismos en la dirección XX e YY



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra los resultados de la cortante dinámica para el primer nivel de edificación

Tabla 11. Cortante dinámica basal para los sismos XX e YY

Story	Load	Location	VX tonf	VY tonf
1er Nivel	SDXMax	Bottom	<b>255.41</b>	85.07
1er Nivel	SDYMax	Bottom	85.03	<b>250.4</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.5 Control de desplazamientos laterales

La norma indica que los desplazamientos máximos obtenidos mediante el análisis lineal elástico deben ser multiplicados por  $0.75 \cdot R$ , para llevarlos al rango inelástico y tener valores más reales, también indica que los desplazamientos relativos de entrepiso divididos entre la altura de cada piso (derivadas), para el caso de estructuras de concreto no deben pasar del valor de 0.007

A continuación, se muestran los desplazamientos máximos y sus respectivas derivas para cada piso:

*Tabla 12. Desplazamientos máximos para el sismo en XX*

Story	Load Case/Combo	Dir.	Max.	Average	Ratio	Max*0.75*R (cm)	Δ Relativo (cm)	h (cm)	Δ/h
			cm	cm					
2DO NIVEL	SDX Max	X	0.0596	0.0536	1.111	0.268	0.140	325	0.00043
1ER NIVEL	SDX Max	X	0.0285	0.0255	1.116	0.128	0.128	325	0.00039

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 13. Desplazamientos máximos para el sismo en YY*

Story	Load Case/Combo	Dir.	Max.	Average	Ratio	Max*0.75*R (cm)	Δ Relativo (cm)	h (cm)	Δ/h
			cm	cm					
2DO NIVEL	SDY Max	Y	0.1599	0.0935	1.654	0.720	0.375	325	0.0012
1ER NIVEL	SDY Max	Y	0.0766	0.0452	1.653	0.345	0.345	325	0.0011

Fuente: Elaboración propia

Los valores de deriva hallados son pequeños debido a la presencia de muros de corte o placas que la hacen rígida n ambas direcciones teniendo valores de deriva permitidos por la norma menore a 0.007.

#### 4.5.6 Sistema estructural

La norma E030 indica que cuando sobre los muros de corte actúan más del 70% de la fuerza dinámica sísmica el sistema estructural predominante es de muros estructurales para un R = 6

De loa resultados análisis sísmico se obtiene que la fuerza cortante resiste más del 90% de la cortante dinámica sísmica.

*Tabla 14. Cortante dinámica para los ejes XX e YY*

VDIN - X	255.000	tn	VDIN - Y	250.350	tn
V-PLACA	242.39	tn	V-PLACA	236.000	tn
V-COLUMNA	12.61	tn	V-COLUMNA	15.420	tn
% PLACA	<b>95.05</b>	%	% PLACA	<b>94.268</b>	%
% COLUMNA	4.95	%	% COLUMNA	6.159	%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.7 Análisis estructural

El objetivo del análisis estructural es determinar las deformaciones y las fuerzas internas de la estructura cuando son afectadas por fuerzas externas, estas fuerzas externas están dadas en este caso por:

- Cargas de gravedad (carga muerta y carga viva)
- Fuerzas de sismo

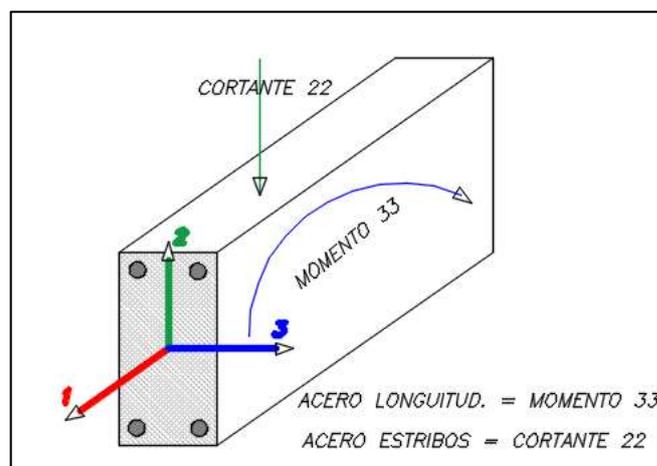
La norma E020 indica la combinación de cargas que deben emplearse para el diseño estructural:

Tabla 15. Combinación de cargas de diseño

<b><math>U1=1.4CM+1.7CV</math></b>
<b><math>U2=1.25(CM+CV)+SDX</math></b>
<b><math>U3=1.25(CM+CV)-SDX</math></b>
<b><math>U4=0.9CM+SDX</math></b>
<b><math>U5=0.9CM-SDX</math></b>

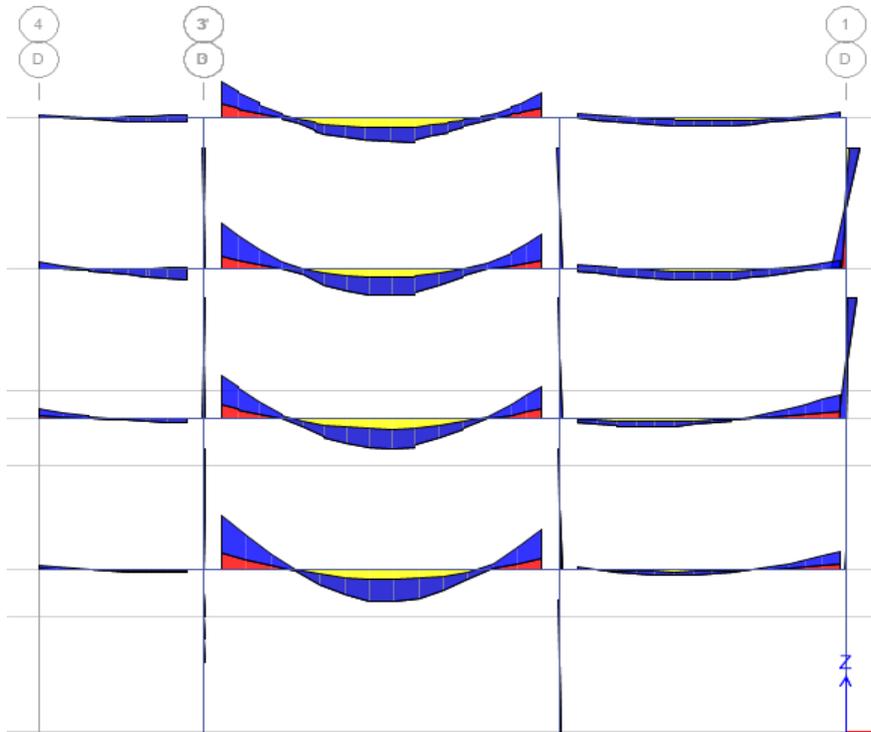
Resultados del análisis estructural son los diagramas de momento flector que actúan sobre una viga, que es usado para calcular el área de acero longitudinal en las vigas, y los diagramas de fuerza cortante que nos sirve para determinar los estribos de las vigas, por ejemplo.

Figura 26. Fuerzas actuantes para la viga



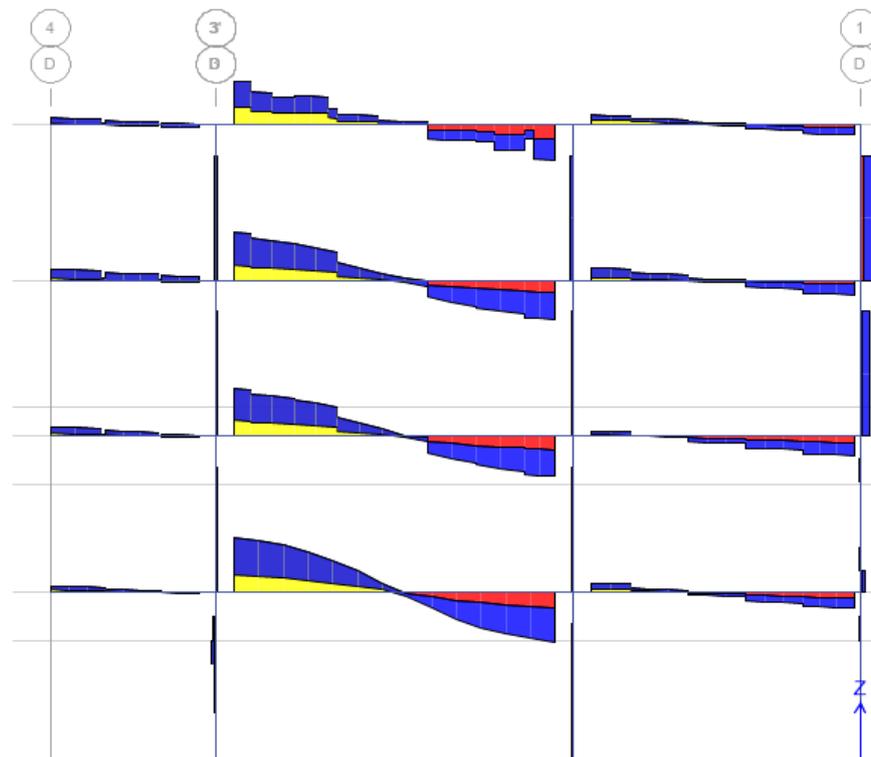
Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Diagrama de momento flector en el eje D



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Diagrama de fuerza cortante



Fuente: Elaboración propia

## 4.6 Diseño Estructural- objetivo específico 3

### 4.6.1 Diseño de columnas

Las columnas están sometidas a cargas de compresión y flexión debido a cargas principalmente de gravedad y sismo respectivamente.

El diseño se basa en obtener la capacidad de las columnas mediante las curvas de interacción con valores de momento y carga nominales ( $M_n$ ;  $P_n$ ) las cuales están afectadas por un factor de reducción de resistencia  $\phi$ .

Luego se obtienen mediante combinaciones de cargas ultimas amplificadas los puntos ( $M_U$ ;  $P_U$ ) que están dadas por las fuerzas actuantes sobre la columna.

Se debe verificar que los puntos ( $M_U$ ;  $P_U$ ) de las fuerzas actuantes se encuentren dentro del área encerrada por la curva de iteración dada por la capacidad de la columna, de no cumplirse lo anterior se deberá aumentar la sección de acero de refuerzo. En general en toda columna se debe cumplir la siguiente relación

$$M_u \leq \phi M_n$$

**Se tomará como ejemplo la columna entre los ejes D y 2**

Figura 29. Sección de columna

Diseño a flexo compresión:

Datos de sección

Datos de geometría

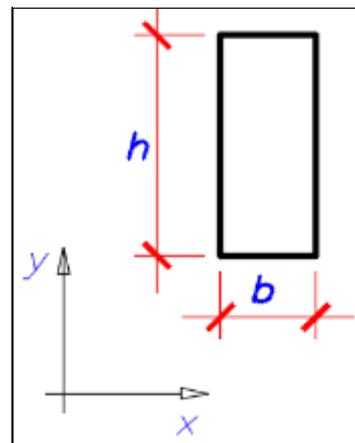
$b = 30$  cm

$h = 70$  cm

Datos de Material

$f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

$f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>



Fuente: Elaboración propia

Según Norma E060(21.4.5.1) la cuantía de refuerzo longitudinal esta entre 1% y 6%

A. bruta= 2100 cm<sup>2</sup>

$A_s$  min= 21 cm<sup>2</sup>

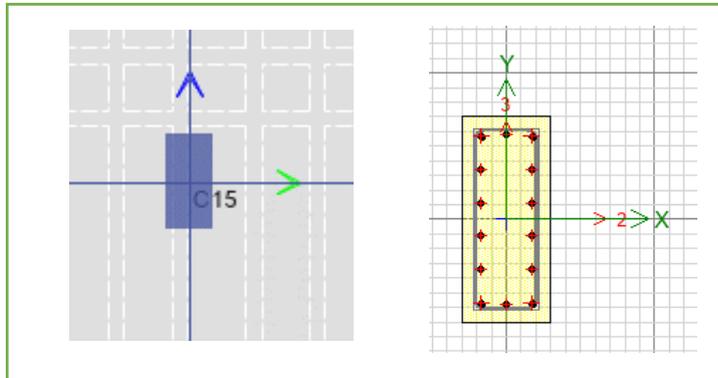
$A_s$  máx.= 84 cm<sup>2</sup>

Para la una sección con un refuerzo de  $10 \phi 3/4'' + 4 \phi 1''$  se tiene un área de:

$$A_s = 48.80 \text{ cm}^2$$

$$f \text{ usada} = 2.3 \%$$

Figura 30. diagrama de interacción de la sección



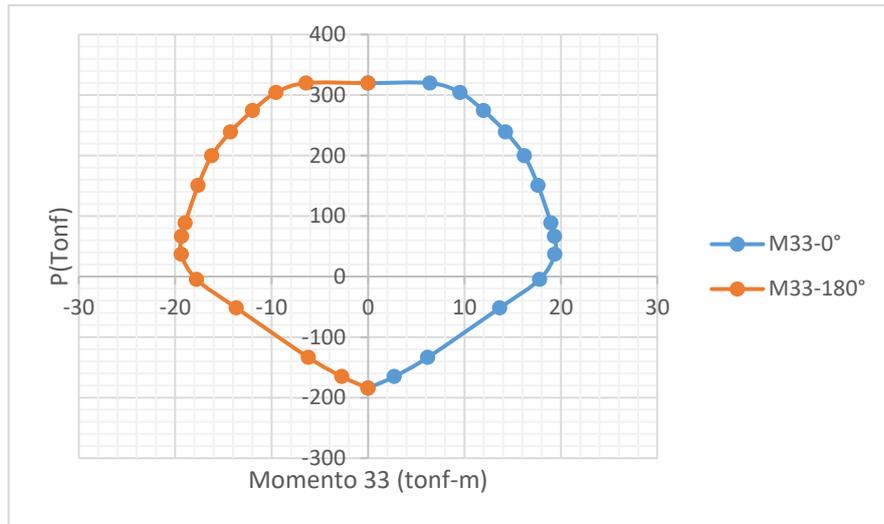
Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Puntos de interacción carga axial y momento 33

M33				
PUNTOS	0°		180°	
	P	M33	P	M33
1	319.8156	0	319.8156	0
2	319.8156	6.4241	319.8156	-6.4241
3	304.2168	9.5359	304.2168	-9.5359
4	274.3382	11.9754	274.3382	-11.9754
5	239.1377	14.2621	239.1377	-14.2621
6	199.6373	16.21	199.6373	-16.21
7	150.561	17.6256	150.561	-17.6256
8	88.7383	18.9603	88.7383	-18.9603
9	66.5557	19.3278	66.5557	-19.3278
10	36.8183	19.372	36.8183	-19.372
11	-4.6321	17.7891	-4.6321	-17.7891
12	-51.7163	13.6549	-51.7163	-13.6549
13	-133.5615	6.1934	-133.5615	-6.1934
14	-165.2135	2.7228	-165.2135	-2.7228
15	-184.464	0	-184.464	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Diagrama de interacción para ángulos, 0° y 180°



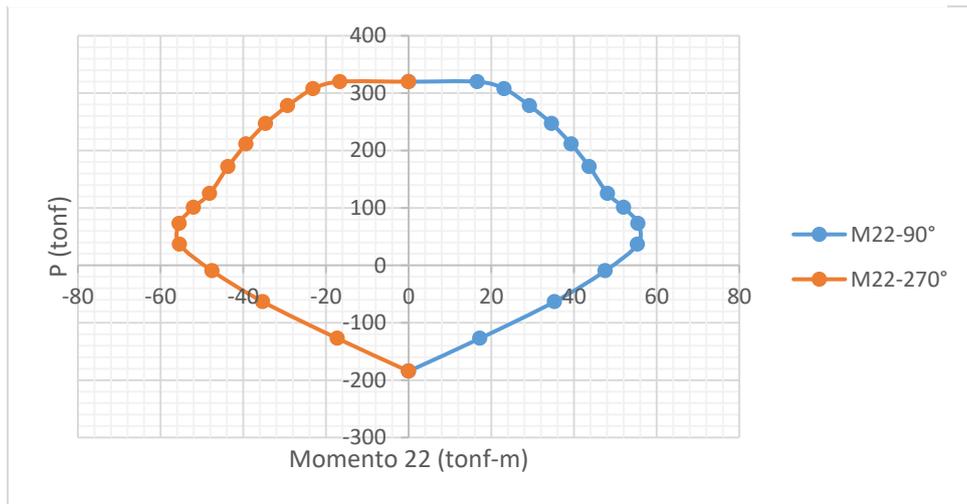
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Puntos de interacción carga axial y momento 22

PUNTOS	M22			
	90°		270°	
	P(tonf)	M22(tonf-m)	P(tonf)	M22(tonf-m)
1	319.8156	0	319.8156	0
2	319.8156	16.625	319.8156	-16.625
3	307.6272	23.1071	307.6272	-23.1071
4	277.9418	29.2585	277.9418	-29.2585
5	246.8212	34.5873	246.8212	-34.5873
6	211.1663	39.3366	211.1663	-39.3366
7	171.7903	43.6944	171.7903	-43.6944
8	125.037	48.1179	125.037	-48.1179
9	100.7961	52.0096	100.7961	-52.0096
10	72.7718	55.4814	72.7718	-55.4814
11	36.756	55.3878	36.756	-55.3878
12	-9.603	47.5313	-9.603	-47.5313
13	-63.3561	35.2851	-63.3561	-35.2851
14	-127.2489	17.2492	-127.2489	-17.2492
15	-184.464	0	-184.464	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Diagrama de interacción para ángulos de 90° y 270°



Fuente: Elaboración propia

Se obtienen las curvas de interacción tanto para los momentos 22 (90°; 270°) y para los momentos 33 (0°; 180°), se observa una curva simétrica debido a la simetría del elemento. Esta curva muestra la capacidad de la columna tanto para carga axial como para momento flector.

Se obtienen las combinaciones de cargas debidas a las fuerzas actuantes:

Tabla 18. Fuerzas actuantes en columna C1, en el primer nivel

Story	Column	Load Case/Comb	P	V2	V3	M2	M3	V2	V3
1ER NIVEL	C15	CM	-57.4594	0.4288	-3.2339	-4.7917	0.6275	0.4288	-3.2339
1ER NIVEL	C15	CV	-34.2092	0.6281	-2.9019	-4.0188	0.8712	0.6281	-2.9019
1ER NIVEL	C15	SDX Max	0.0742	0.3787	0.384	0.6812	0.5627	0.3787	0.384
1ER NIVEL	C15	SDY Max	0.0527	0.1824	2.0876	3.6825	0.272	0.1824	2.0876

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Combinación de cargas amplificadas para sismos XX e YY

	COMBINACIONES	P	M2	M3	V22	V33
SISMO XX	U1=1.4CM+1.7CV	138.5988	-13.54034	2.35954	1.66809	-9.46069
	U2=1.25(CM+CV) + SDX	114.65995	-10.331925	2.436075	1.699825	-7.28575
	U3=1.25(CM+CV)-SDX	114.51155	-11.694325	1.310675	0.942425	-8.05375
	U4=0.9CM+SDX	51.78766	-3.63133	1.12745	0.76462	-2.52651
	U5=0.9CM-SDX	51.63926	-4.99373	0.00205	0.00722	-3.29451
SISMO YY	U6=1.25(CM+CV) + SDY	114.63845	-7.330625	2.145375	1.503525	-5.58215
	U7=1.25(CM+CV)-SDY	114.53305	-14.695625	1.601375	1.138725	-9.75735
	U8=0.9CM+SDY	51.76616	-0.63003	0.83675	0.56832	-0.82291
	U9=0.9CM-SDY	51.66076	-7.99503	0.29275	0.20352	-4.99811

Fuente: Elaboración propia

Diagrama curvo de interacción y las combinaciones ultimas actuantes:

A continuación, se obtendrá las coordenadas de los puntos (P; M2) y (P; M3) de las fuerzas actuantes, para comprobar que se ubican dentro del gráfico de la curva de iteración.

Se verificará tanto para sismo XX y sismo YY dentro de las gráficas de iteración para ángulos de 0° y 180° para M3 y gráficas de iteración para ángulos de 90° y 270° para M2

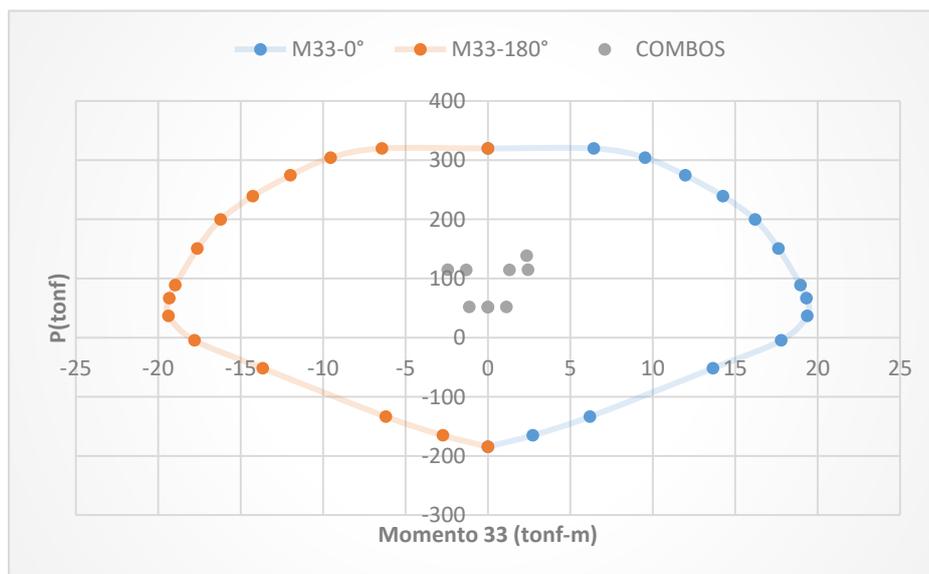
- PARA SISMO XX

Tabla 20. Combinación de cargas amplificadas para sismos XX

SISMO XX				
	COMBINACIONES	P(tonf)	M2(tonf-m)	M3
SISMO XX POSITIVO	U1=1.4CM+1.7CV	138.599	-13.540	2.360
	U2=1.25(CM+CV) +SDX	114.660	-10.332	2.436
	U3=1.25(CM+CV)-SDX	114.512	-11.694	1.311
	U4=0.9CM+SDX	51.788	-3.631	1.127
	U5=0.9CM-SDX	51.639	-4.994	0.002
SISMO XX NEGATIVO	U6=1.25(CM+CV) +SDX	114.660	10.332	-2.436
	U7=1.25(CM+CV)-SDX	114.512	11.694	-1.311
	U8=0.9CM+SDX	51.788	3.631	-1.127
	U9=0.9CM-SDX	51.639	4.994	-0.002

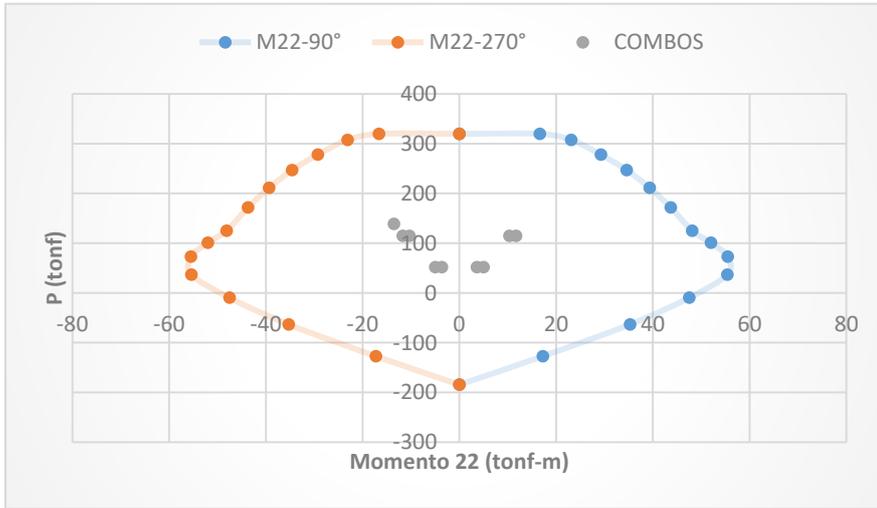
Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Diagrama de interacción de ángulos de 0° y 180° vs cargas amplificadas de sismo XX



Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Diagrama de interacción de ángulo de 90° y 270° vs cargas amplificadas de sismo XX



Fuente: Elaboración propia

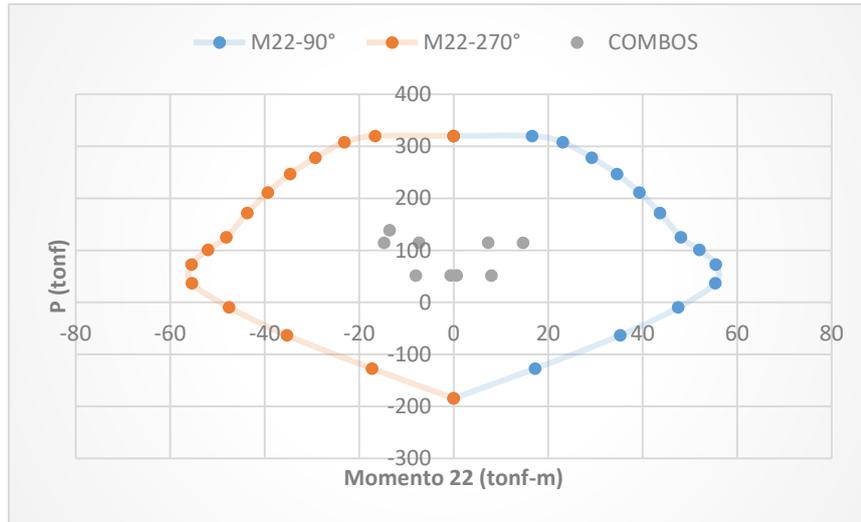
### PARA SISMO YY

Tabla 21. Combinación de cargas amplificadas para sismos YY

SISMO YY				
	COMBINACIONES	P	M2	M3
	U1=1.4CM+1.7CV	138.599	-13.540	2.360
SISMO YY POSITIVO	U6=1.25(CM+CV) +SDY	114.638	-7.331	2.145
	U7=1.25(CM+CV)-SDY	114.533	-14.696	1.601
	U8=0.9CM+SDY	51.766	-0.630	0.837
	U9=0.9CM-SDY	51.661	-7.995	0.293
SISMO YY NEGATIVO	U6=1.25(CM+CV) +SDY	114.638	7.331	-2.145
	U7=1.25(CM+CV)-SDY	114.533	14.696	-1.601
	U8=0.9CM+SDY	51.766	0.630	-0.837
	U9=0.9CM-SDY	51.661	7.995	-0.293

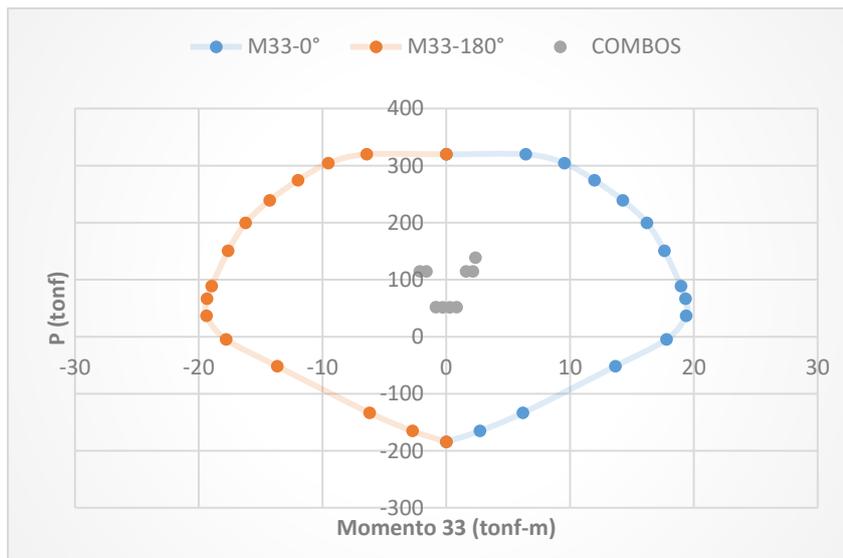
Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Diagrama de interacción ángulos de 90° y 270° vs cargas amplificadas para sismo YY



Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Diagrama de interacción de ángulos de 0° y 180° vs cargas amplificadas para sismo YY



Fuente: Elaboración propia

### DISEÑO POR CAPACIDAD

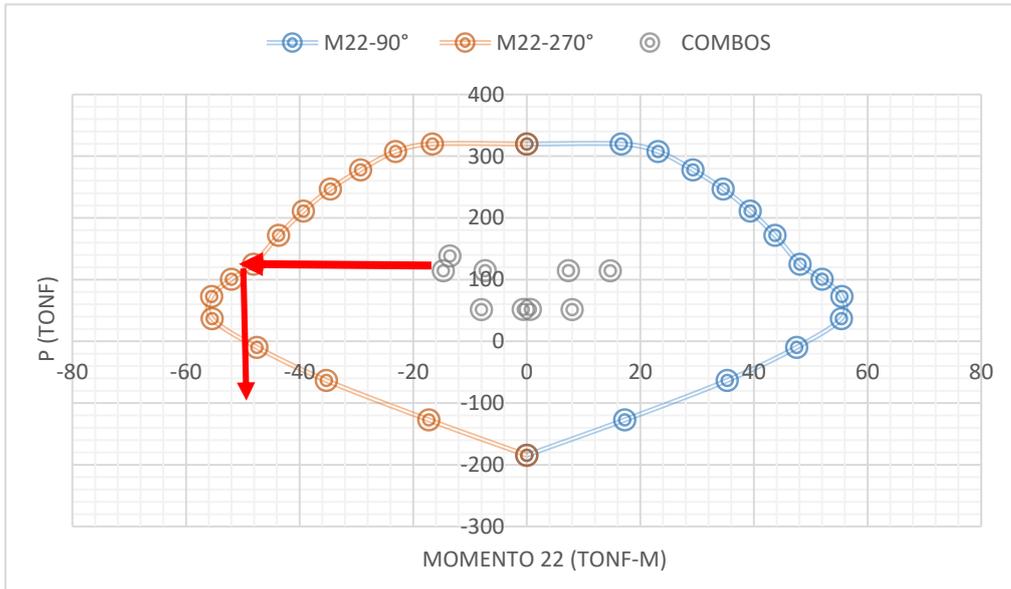
La norma E060 indica que la falla de la columna debe ser por flexión antes que por corte en el numeral 21.4.3 se señala que la fuerza cortante de diseño para efectos sísmicos debe ser el menor valor de:

a.- la relación de los momentos nominales de la carga  $P_u$  que den los mayores momentos nominales.

$$V_u = \left( \frac{M_n \text{ sup.} + M_n \text{ inf.}}{h_n} \right) \dots\dots\dots (\text{Ec.9})$$

Del gráfico de iteración del elemento se tiene el  $M_n = 48/0.7 = 68.57$  ton, siendo el valor de **Vu = 42.20 ton**

Figura 37. Momento nominal MN, tomado del diagrama de interacción



Fuente: Elaboración propia

b.- el cortante máximo obtenido de las combinaciones de diseño: **Vu = 9.75 ton**

Tabla 22. Combinaciones de carga amplificada para cortante ultimo

	COMBINACIONES	V22	V33
	U1=1.4CM+1.7CV	1.66809	-9.46069
SISMO XX	U2=1.25(CM+CV) +SDX	1.699825	-7.28575
	U3=1.25(CM+CV)-SDX	0.942425	-8.05375
	U4=0.9CM+SDX	0.76462	-2.52651
	U5=0.9CM-SDX	0.00722	-3.29451
	SISMO YY	U6=1.25(CM+CV) +SDY	1.503525
U7=1.25(CM+CV)-SDY		1.138725	-9.75735
U8=0.9CM+SDY		0.56832	-0.82291
U9=0.9CM-SDY		0.20352	-4.99811

Fuente: Elaboración propia

Se toma el menor valor **Vu = 9.75 ton**, luego se procede a calcular la resistencia del concreto al corte para el caso más crítico de Un= 57 ton = CM

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times \left(1 + \frac{Nu}{14 \times Ag}\right) \times b \times d \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 10})$$

La resistencia al cortante del concreto tiene un valor de  $V_c = 17.63 \text{ ton}$  y  $V_u/\phi = 11.47 \text{ ton}$  y teniendo en cuenta el aporte de la resistencia al cortante del acero con la siguiente relación:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 11})$$

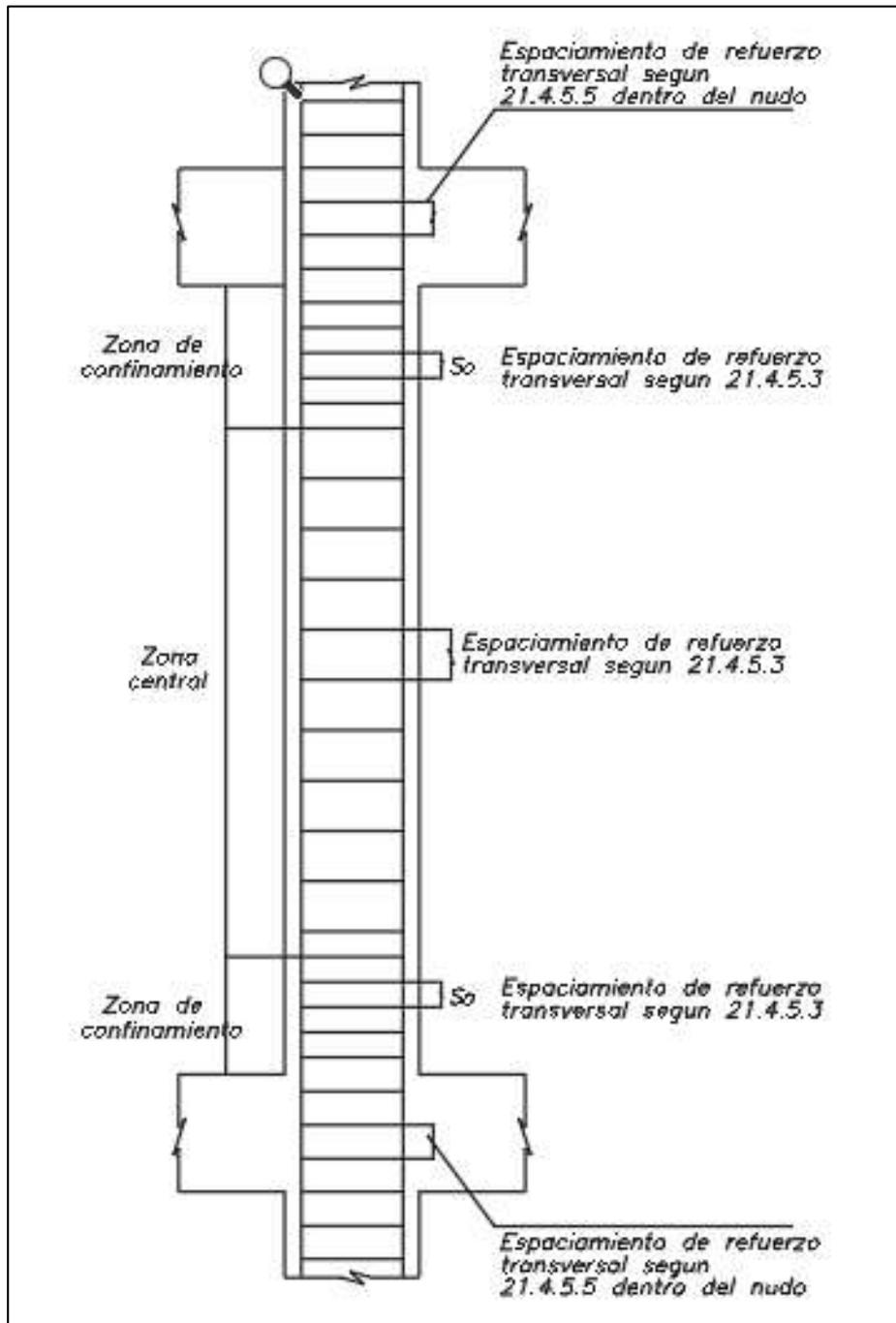
**Por lo tanto**, el refuerzo al cortante para la columna será el mínimo, esto se debe a que la mayor parte de la fuerza cortante la toman los muros de corte o placa.

#### **DISEÑO A CORTE**

De acuerdo a la norma E060 (21.4.5) la ubicación de los estribos en las columnas se da en tres zonas, zona inferior, central y superior como muestra el gráfico. Figura

38

Figura 38. Requerimientos de estribos en columna



Fuente: Elaboración propia

Para calcular  $L_o$ , este no debe ser mayor que:

a.- La sexta parte de la luz libre del elemento  $300/3 = L_o = 50 \text{ cm}$

b.- La mayor dimensión de la sección transversal del elemento  $L_o = 70$  cm

c.- 500 mm,  $L_o = 50$  cm

### **$L_o = 70$ cm**

Para hallar el valor de  $S_o$ , este no debe ser mayor que el menor valor de.

a.- 8 veces el valor de la barra longitudinal de menor diámetro,  $S_o = 15.24$  cm

b.- La mitad del menor valor de la sección transversal del elemento  $S_o = 15$  cm

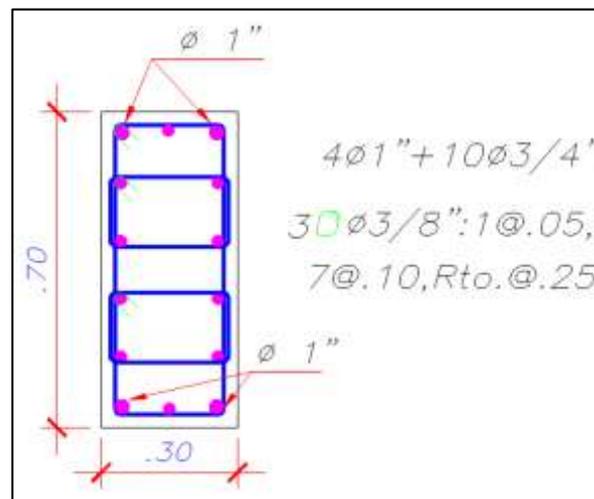
c.- 100 mm,  $S_o = 10$  cm

### **$S_o = 10$ cm**

El espaciamiento en la zona central no será mayor a 30cm, mientras que el primer estribo se coloca a la mitad de  $S_{min} = 10/2 = 5$  cm.

Finalmente se tiene la columna C – 6 con la siguiente sección y distribución de aceros

*Figura 39. Diseño final de la columna C1*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.2 Diseño de placas

En la estructura las placas son los elementos que por su gran rigidez toman los momentos y cortantes provenientes del sismo.

Al igual que las columnas su diseño se basa en obtener la capacidad de las placas mediante las curvas de interacción. Las cargas de diseño en las placas son las cargas axiales, las fuerzas cortantes y los momentos flectores después de hacer el análisis estructural, para luego obtener combinaciones de cargas últimas amplificadas y los puntos (MU; Pu).

Se debe verificar que los puntos (Mu; Pu) de las fuerzas actuantes se encuentren dentro del área encerrada por la curva de interacción dada por la capacidad de la columna, de no cumplirse lo anterior se deberá aumentar la sección de acero de refuerzo. Las placas están compuestas por elementos de borde y una zona central llamada alma

#### SE ANALIZÓ LA PLACA P2:

##### Diseño a flexo compresión:

##### 2.1.1 Datos de sección

Datos de geometría

$$L = 500 \text{ cm}$$

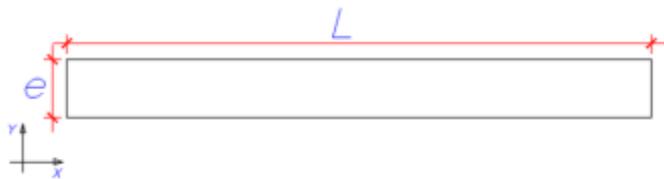
$$e = 25 \text{ cm}$$

Datos de Material

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

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 40. Geometría de la placa 2



2.1.2. Para la establecer las dimensiones de los elementos de borde se considera el  $0.15 \cdot L$  y un espesor "e", tendremos:

$$L_b = 75 \text{ cm} \quad e_b = 25 \text{ cm} \quad \text{área del elemento de borde} = 1875 \text{ cm}^2$$

Al igual que la columna se toma una cuantía mínima del 1%

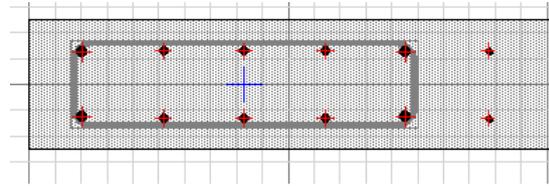
$$A_s \text{ min} = 18.75 \text{ cm}^2$$

Para la una sección con un refuerzo de  $4 \phi 3/4'' + 6 \phi 5/8''$  se tiene un área de:

Figura 41. Elemento de borde placa 2

$$A_s = 48.80 \text{ cm}^2$$

$$f \text{ usada} = 1.24 \%$$



Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Para el alma se tiene:

Refuerzo vertical para 1 m:

$$f = 0.25 \%$$

$$L = 100 \text{ cm}$$

$$e = 25 \text{ cm}$$

$$A_s = 6.25$$

$$A_s = f \times L \times e \quad \dots \text{ (Ec. 12)}$$

Espaciamiento S, tomamos  
barras de  $1/2''$

$$1/2'' = 1.29 \text{ cm}^2$$

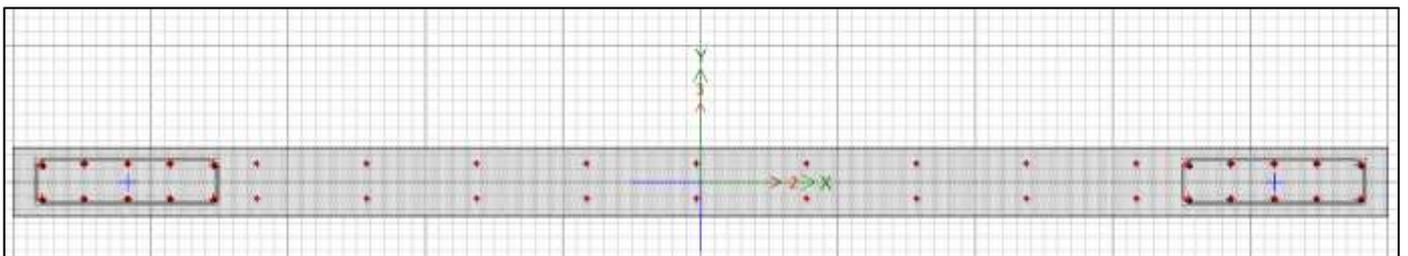
$$N^\circ \text{ capas} = 2$$

$$S = 41.28$$

$$S = \frac{\text{area de acero colocaso}}{A_s} \quad \dots \text{ (Ec. 13)}$$

2.1.4. Diagrama de iteración de la sección

Figura 42. Diseño de la placa 2,



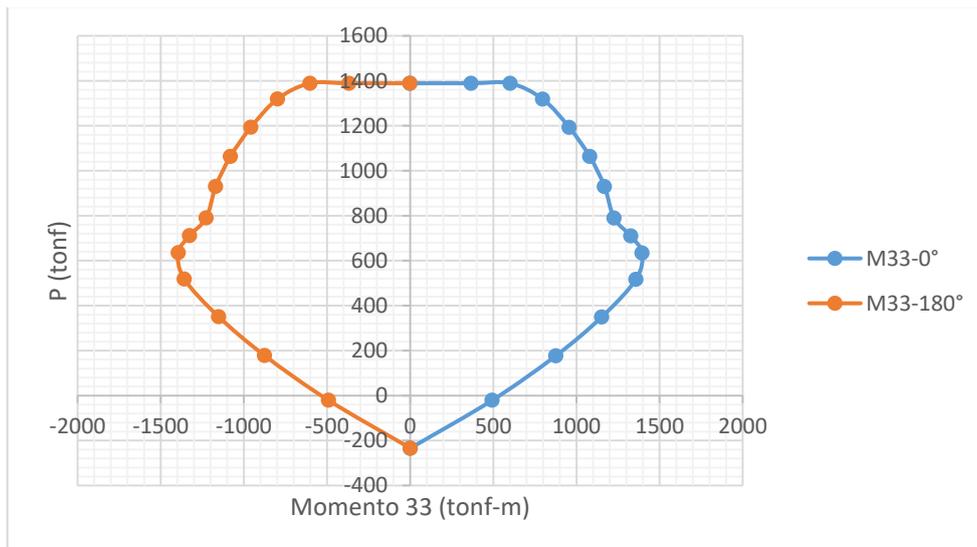
Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Puntos de interacción, carga axial i momento 33

M33				
PUNTOS	0°		180°	
	P	M33	P	M33
1	1388.81	-0.91	1388.81	-0.91
2	1388.81	366.26	1388.81	-367.41
3	1388.81	600.97	1388.81	-602.06
4	1318.70	796.72	1319.17	-797.69
5	1192.67	956.49	1193.20	-957.32
6	1063.23	1079.78	1063.89	-1080.50
7	929.50	1168.72	930.24	-1169.20
8	789.58	1226.09	790.45	-1226.30
9	709.96	1326.77	711.17	-1326.72
10	633.99	1394.32	635.24	-1394.25
11	517.27	1358.07	518.47	-1357.87
12	349.68	1152.03	350.78	-1151.54
13	177.23	876.29	178.18	-875.47
14	-20.75	493.52	-20.75	-491.07
15	-233.83	1.22	-233.83	1.22

Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Diagrama de interacción para los ángulos de 0° y 180°



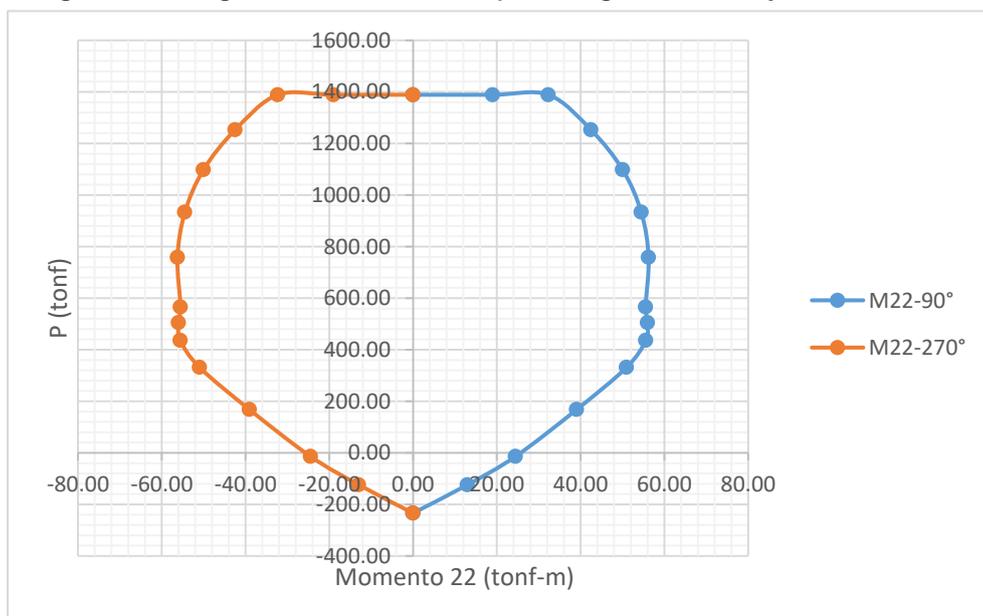
Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Puntos de interacción carga axial y momento 22

PUNTOS	M22			
	90°		270°	
	P	M22	P	M22
1	1388.81	0.00	1388.81	0.00
2	1388.81	19.01	1388.81	-19.01
3	1388.81	32.31	1388.81	-32.31
4	1252.67	42.48	1252.67	-42.48
5	1098.34	50.02	1098.34	-50.02
6	933.28	54.48	933.28	-54.48
7	757.96	56.23	757.96	-56.23
8	565.31	55.53	565.31	-55.53
9	505.00	55.99	505.00	-55.99
10	436.27	55.56	436.27	-55.56
11	331.55	50.98	331.55	-50.98
12	167.91	39.06	167.91	-39.06
13	-14.08	24.46	-14.08	-24.46
14	-123.96	12.98	-123.96	-12.98
15	-233.83	0.00	-233.83	0.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Diagrama de interacción para ángulos de 90° y 270°



Fuente: Elaboración propia

Se obtienen las curvas de interacción tanto para los momentos 22 (90°; 270°) y para los momentos 33 (0°; 180°), se observa una curva simétrica debido a la simetría del elemento. Esta curva muestra la capacidad de la columna tanto para carga axial como para momento flector.

Se obtienen las combinaciones de cargas debidas a las fuerzas actuantes:

*Tabla 25. Fuerzas actuantes en la placa 2, en el primer nivel*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
1ER NIVEL	P2	CM	Bottom	-47.98	-5.14	1.03	1.16	1.37	-1.11
1ER NIVEL	P2	CV	Bottom	-18.38	-4.59	1.06	1.07	1.45	-2.39
1ER NIVEL	P2	SDX Max	Bottom	1.76	22.85	0.54	0.13	0.84	103.38
1ER NIVEL	P2	SDY Max	Bottom	4.98	7.45	2.66	0.32	4.47	32.29

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 26. Combinación de cargas amplificadas para sismos XX e YY*

	COMBINACIONES	P	M2	M3
	U1=1.4CM+1.7CV	98.42241	4.38621	-5.61205
SISMO XX	U2=1.25(CM+CV) +SDX	84.710775	4.372575	99.01285
	U3=1.25(CM+CV)-SDX	81.195975	2.684175	-107.75535
	U4=0.9CM+SDX	44.93994	2.08134	102.38555
	U5=0.9CM-SDX	41.42514	0.39294	-104.38265
SISMO YY	U6=1.25(CM+CV) +SDY	87.930875	8.001175	27.91395
	U7=1.25(CM+CV)-SDY	77.975875	-0.944425	-36.65645
	U8=0.9CM+SDY	48.16004	5.70994	31.28665
	U9=0.9CM-SDY	38.20504	-3.23566	-33.28375

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de curva de interacción y las combinaciones ultimas actuantes:

A continuación, se obtendrá las coordenadas de los puntos (P; M2) y (P; M3) de las fuerzas actuantes, para comprobar que se ubican dentro del gráfico de la curva de iteración.

Se verificará tanto para sismo XX y sismo YY dentro de las gráficas de iteración para ángulos de 0° y 180° para M3 y gráficas de iteración para ángulos de 90° y 270° para M2

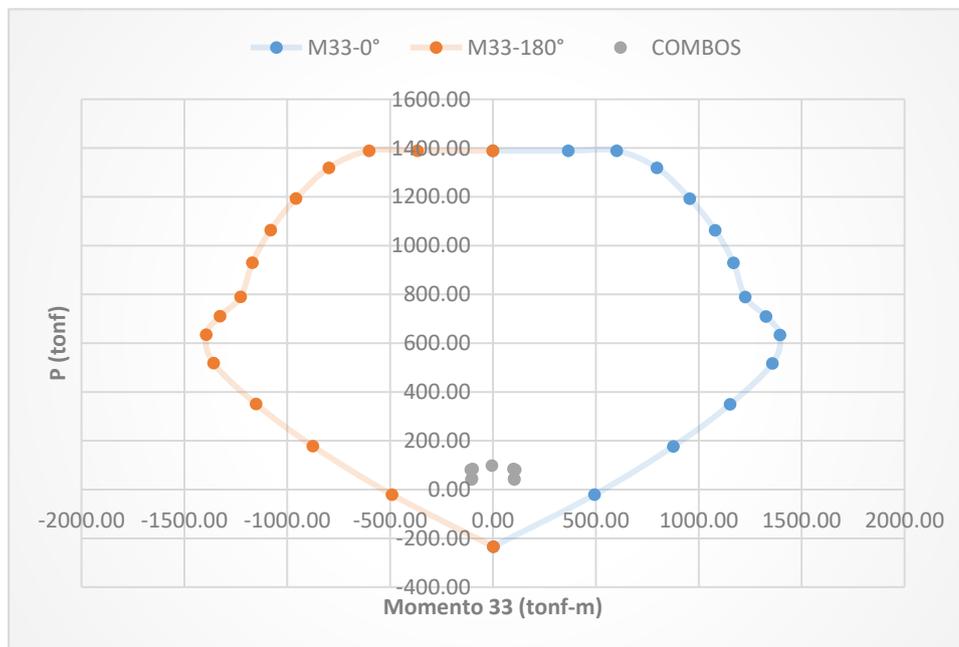
- PARA SISMO XX

Tabla 27. Combinación de cargas amplificadas para sismo XX

SISMO XX				
	COMBINACIONES	P	M2	M3
	U1=1.4CM+1.7CV	98.422	4.386	-5.612
SISMO XX POSITIVO	U2=1.25(CM+CV) +SDX	84.711	4.373	99.013
	U3=1.25(CM+CV)-SDX	81.196	2.684	-107.755
	U4=0.9CM+SDX	44.940	2.081	102.386
	U5=0.9CM-SDX	41.425	0.393	-104.383
SISMO YY NEGATIVO	U6=1.25(CM+CV) +SDX	84.711	-4.373	-99.013
	U7=1.25(CM+CV)-SDX	81.196	-2.684	107.755
	U8=0.9CM+SDX	44.940	-2.081	-102.386
	U9=0.9CM-SDX	41.425	-0.393	104.383

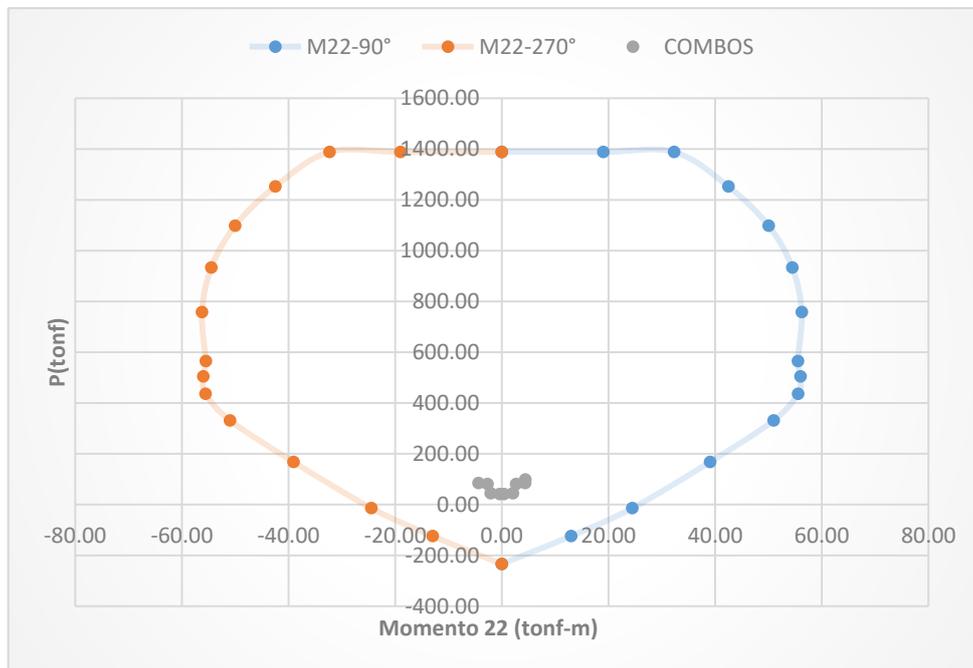
Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Diagrama de interacción para ángulo de 0° y 180°



Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Diagrama de interacción ángulos de 90° y 270°



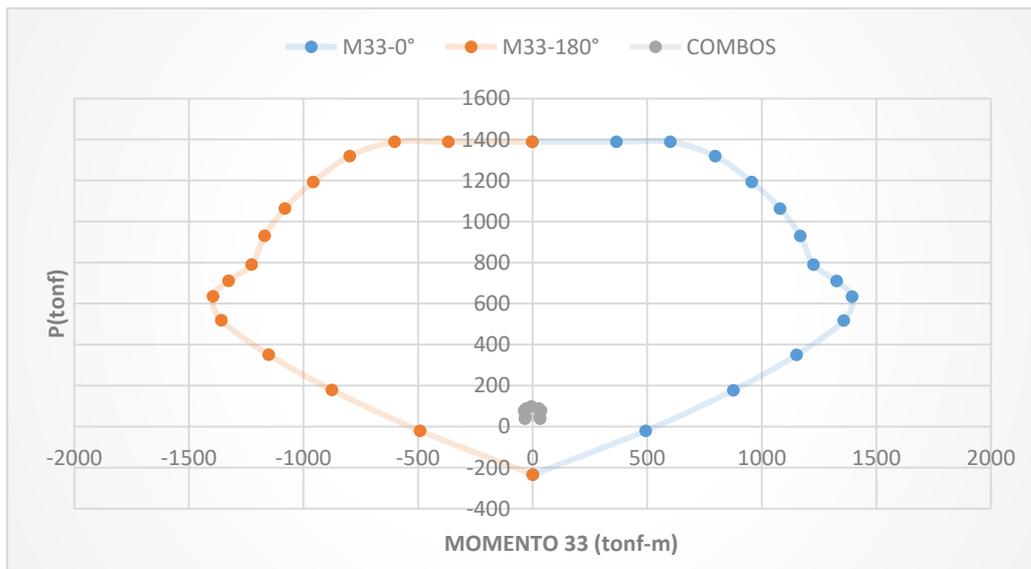
- PARA SISIMO YY

Tabla 28. Combinación de cargas amplificadas para sismos YY

SISMO YY				
	COMBINACIONES	P	M2	M3
	U1=1.4CM+1.7CV	98.422	4.386	-5.612
SISMO XX POSITIVO	U6=1.25(CM+CV) +SDY	87.931	8.001	27.914
	U7=1.25(CM+CV)-SDY	77.976	-0.944	-36.656
	U8=0.9CM+SDY	48.160	5.710	31.287
	U9=0.9CM-SDY	38.205	-3.236	-33.284
SISMO YY NEGATIVO	U6=1.25(CM+CV) +SDY	87.931	-8.001	-27.914
	U7=1.25(CM+CV)-SDY	77.976	0.944	36.656
	U8=0.9CM+SDY	48.160	-5.710	-31.287
	U9=0.9CM-SDY	38.205	3.236	33.284

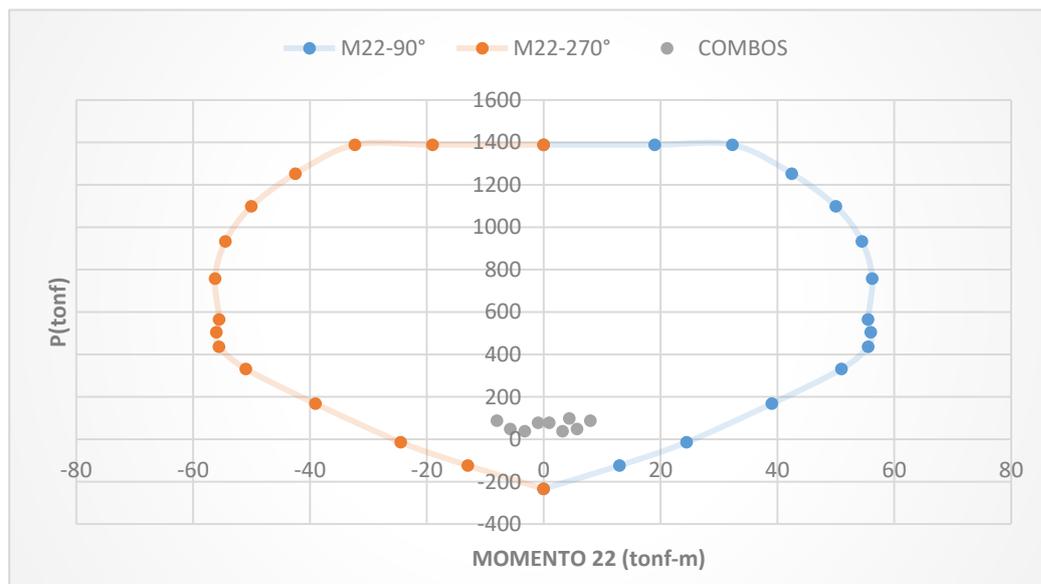
Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Diagrama interacción ángulos de 0° y 180°, cargas amplificadas



Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Diagrama de interacción ángulos de 90° y 270°, cargas amplificadas sismo



Fuente: Elaboración propia

### Estribos en los elementos de borde

La norma E060 en el capítulo 21.9.7.6 establece que el espaciamiento de los estribos toma el mínimo valor de:

- a.- 10 veces el diámetro del acero longitudinal de menor diámetro ( $\phi = 5/8$ );  
S=15.88cm
- b.- La menor dimensión de la sección transversal del elemento de borde, S= 25 cm

c.- 250 mm, S= 25 cm

**So= 15cm**

**Diseño por capacidad:**

Para la placa P2 se tiene el máximo Mn en el primer nivel asociado a la cortante ultima actuante de 35 ton, como se muestra en el siguiente cuadro

Load Case/Combo	P	V2	M3	P	V3	M2
	tonf	tonf	tonf-m	tonf	tonf	tonf-m
U3=1.25(CM+CV)-SDX	81.20	35.01	<b>107.76</b>	81.20	2.07	2.68

*Tabla 29. Cortante ultima para el máximo momento actuante*

Según la norma E060 11.5.7.9 se debe cumplir

$$Vs \max \leq 2.1 \times \sqrt{f'c} \times bwd = 304 \text{ ton}$$

Despejamos Vs de la siguiente relación

$$Vu = \phi \times Vn = \phi \times (Vc + Vs) \dots \dots Vs = \frac{Vu}{\phi} - Vc \dots \dots (\text{Ec. 14})$$

**Donde Vc:**

$$Vc = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times e \times 0.8L = 76.80 \text{ ton}$$

**Donde Vu/φ, para φ = 0.85:**

$$\frac{Vu}{\phi} = Vua * \left( \frac{Mu}{Mua} \right) / \phi = 247.12 \text{ ton}$$

$$Vua = 35.01 \text{ ton}$$

$$Mu = 857 \text{ ton (sale del diagrama de iteración)}$$

$$Mua = 107.76$$

$$Mu/Mua \leq R = 6$$

$$Vs = 247.12 - 76.80 = 170.32 \text{ ton}$$

- Luego **Vs = 170.32 ton < Vs máx. (304 ton) cumple**

### 2.1.2 Refuerzo horizontal

Donde  $V_u$  exceda a  $\phi V_c$  se deberá usar:  $V_s \leq A_{cw} * \rho_h * f_y$

despejando

$$\rho_h = \frac{V_s}{(A_{cw} \times f_y)} = 0.0032$$

Para:  $V_s = 170.32 * 100$  (kg);  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>;  $A_{cw} = e * L$  (cm<sup>2</sup>)

Para 1 m se requiere un acero de:  $A_{c. Req} = 100(\text{cm}) * \rho_h * e(\text{cm}) = 8.11$  (cm<sup>2</sup>\*m)

Usando acero de 1/2" en dos capas:  $A_{c. usado} = 2 * 1.29 = 2.58$  cm<sup>2</sup>

espaciamiento horizontal:

$$S = \frac{A_{c. usado}}{A_{c. req.}} = \frac{2.58}{8.11} = 0.31$$

$$\mathbf{S = 30 \text{ cm}}$$

### 2.1.3 Refuerzo vertical

La norma E060 en 11.10.10.3 indica que la cuantía para el refuerzo vertical debe ser mayor que 0.0025 pero menor que  $\rho_h$

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5 * \left(2.5 - \frac{h_m}{l_m}\right) * (\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025$$

$$\rho_v = 0.0029$$

Para 1 m se requiere un acero de:  $A_{c. Req} = 100(\text{cm}) * \rho_v * e(\text{cm}) = 7.36$  (cm<sup>2</sup>\*m)

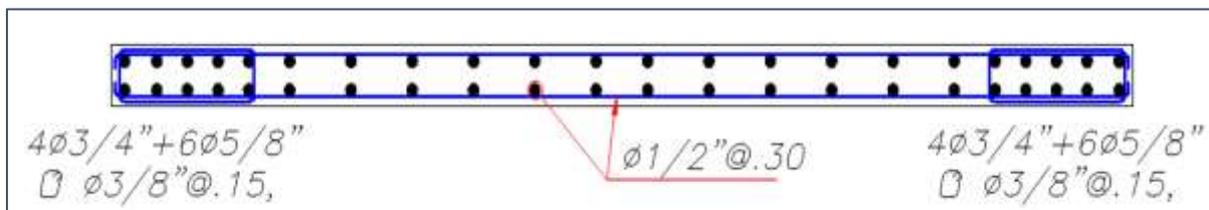
Usando acero de 1/2" en dos capas:  $A_{c. usado} = 2 * 1.29 = 2.58$  cm<sup>2</sup>

espaciamiento horizontal:

$$S = \frac{A_{c. usado}}{A_{c. req.}} = \frac{2.58}{7.36} = 0.35$$

$$\mathbf{S = 30 \text{ cm}}$$

Figura 50. Diseño final de placa



Fuente: Elaboración propia

### 4.6.3 Diseño de vigas

Las vigas son los elementos estructurales que tienen por función principal transmitir las cargas de la losa a las columnas, además en los casos de formar pórticos y aportar rigidez a la estructura son afectadas por las fuerzas sísmicas.

De lo anterior se deduce que las vigas son diseñadas para soportar cargas de gravedad como las cargas muertas y las cargas vivas además de las cargas sísmicas que estas absorban. Las vigas se diseñan generalmente a flexión y a corte, para ello usaremos los gráficos de momento flector y fuerza cortante tomados del análisis estructural.

#### SE ANALIZÓ LA VIGA ENTRE LOS EJES D Y 2

Diseño a flexión:  $M_u \leq \phi M_n$

Datos de sección

Datos de geometría

$b = 30$  cm

$h = 65$  cm

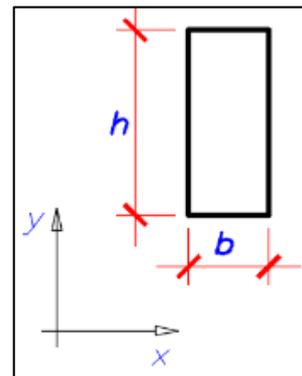
$d = 59.10$  cm

Datos de Material

$f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

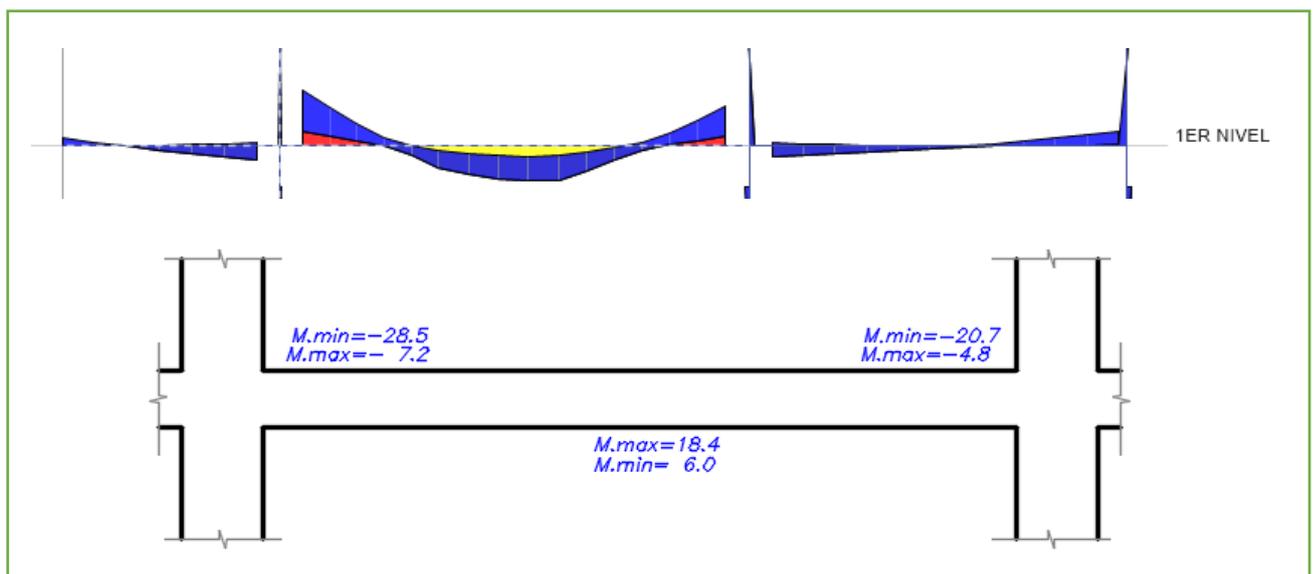
$f_y$   
 $= 4200$  kg/cm<sup>2</sup>

Figura 51. Geometría de la viga



Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Resultados para el momento de la viga

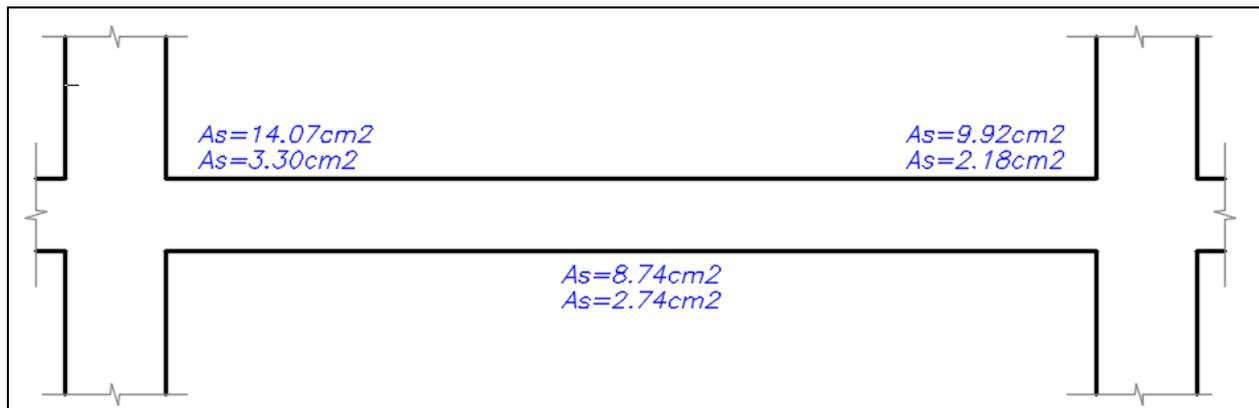


Fuente: Elaboración propia

Con los datos de los materiales, datos de la sección de la viga, el momento y la siguiente fórmula calculamos las áreas de acero "As" para las secciones indicadas en el gráfico anterior.

$$A_s = \frac{0.85 * f'c * b * d}{f_y} \times \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * 0.85 * f'c * b * d^2}} \right] \dots \text{(Ec. 15)}$$

Figura 53. Cálculo del acero de la viga de acuerdo a los requerimientos



Fuente: Elaboración propia

se debe tener las siguientes consideraciones

- Cuantía mínima y el área de acero mínimo están dado por la siguiente relación:

$$\rho_{min} = 0.7 * \left( \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} \right) = 0.0024 \quad A_{s \text{ min}} = \rho_{min} * b * d = 4.28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min colocado}} = 2\phi 3/4" = 5.68 \text{ cm}^2 \dots \text{cumple}$$

- Cuantía máxima y el área de acero máximo están dado por la siguiente relación:

$$\rho_b = \frac{0.85 * f'c * \beta_1}{f_y} * \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right) \dots \dots \dots \text{(Ec. 16)}$$

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

$$A_{s \text{ max}} = \rho_{max} * b * d = 28.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ max colocado}} = 2\phi 3/4" + 2\phi 3/4" = 15.88 \text{ cm}^2 \dots \text{cumple}$$

- La norma E060 en el capítulo 21.4.4.3 establece que la resistencia al momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la resistencia al momento negativo en la misma cara. Usaremos las siguientes fórmulas:

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b} \quad M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad M_n^+ \geq \frac{1}{3} * M_n^-$$

..... (Ec. 17)

.... (Ec. 18)

..... (Ec.19)

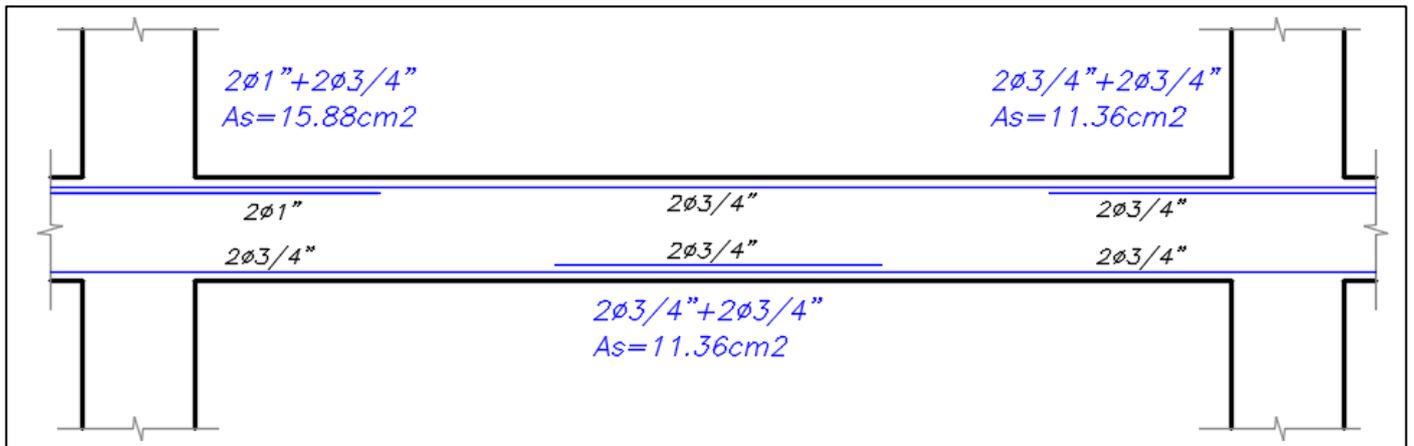
Se considero el caso más desfavorable de la sección de la viga

Tabla 30.  $M_n^+$  positivo mayor que la tercera parte de  $M_n^-$  (Norma E060)

	$A_s$	$a$	$M_n$	cumple?
$A_s^-$	15.88	12.45	35.26	ok!
$A_s^+$	5.68	4.45	13.56	

Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Área de acero colocado que cumple con el área de acero requerido

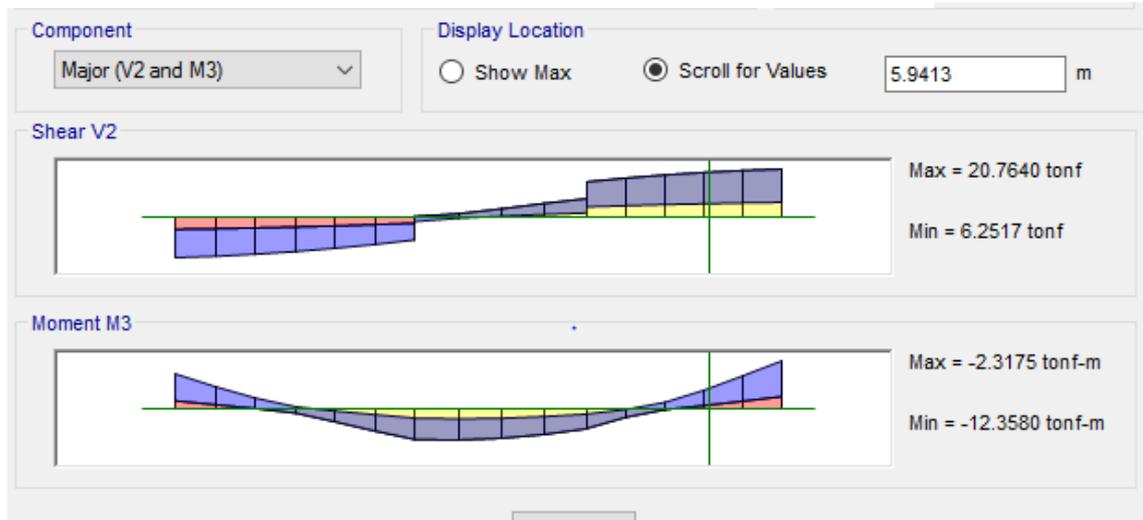


Fuente: Elaboración propia

- Para hallar la longitud de corte de los bastones de acero se debe de calcular el momento nominal para el acero mínimo y la distancia a la cara para dicho momento

$$\phi * M_n = \phi * A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad \text{..... (Ec. 20)}$$

Figura 55. Momento nominal para el acero mínimo a una distancia de 5.4 m de la viga



Fuente: Elaboración propia

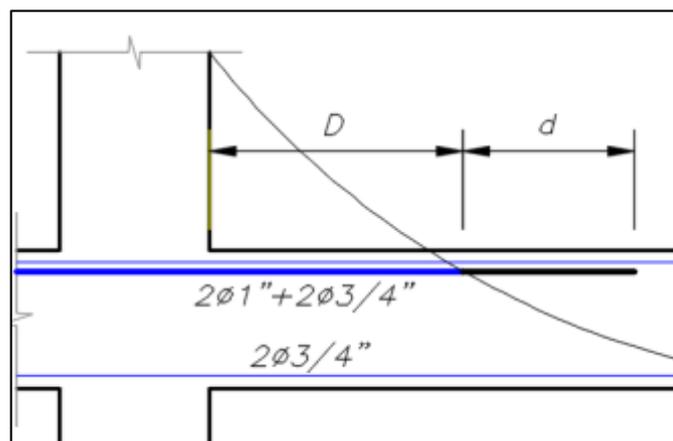
Para el acero mínimo = 5.68 cm<sup>2</sup> se tiene un  $\phi * M_n = 12.21 \text{ ton} - \text{m}$  y una distancia "D" obtenida del diagrama de momento flector igual a:

$$D = 6.7 - 5.9 = 0.8 \text{ m}$$

Para resistir la flexión esta distancia debe ser aumentada en una distancia "d" luego La longitud de corte será:

$$L_{\text{corte}} = D + d = 0.8 + 0.59 = 1.39 \text{ m} <> 1.50 \text{ m}$$

Figura 56. Diagrama de longitud de corte



Fuente: Elaboración propia

**DISEÑO A CORTE:**

El diseño sismorresistente de las vigas consiste en que estos tengan una falla dúctil, asegurando que fallen primero por flexión, que, por corte, por ello la norma E060 en el capítulo 21.4.3 indica que para efectos sísmicos la fuerza cortante ultima  $V_u$  no debe ser menor que el menor valor obtenido en:

a.- 
$$V_u = \frac{(M_n \text{ izp} + M_n \text{ der})}{L_n} + V(1.25 \text{ CM} + 1.25 \text{ CV}) \quad \dots \text{ (Ec. 21)}$$

$L_n \text{ (luz libre)} = 6.45 \text{ m}$

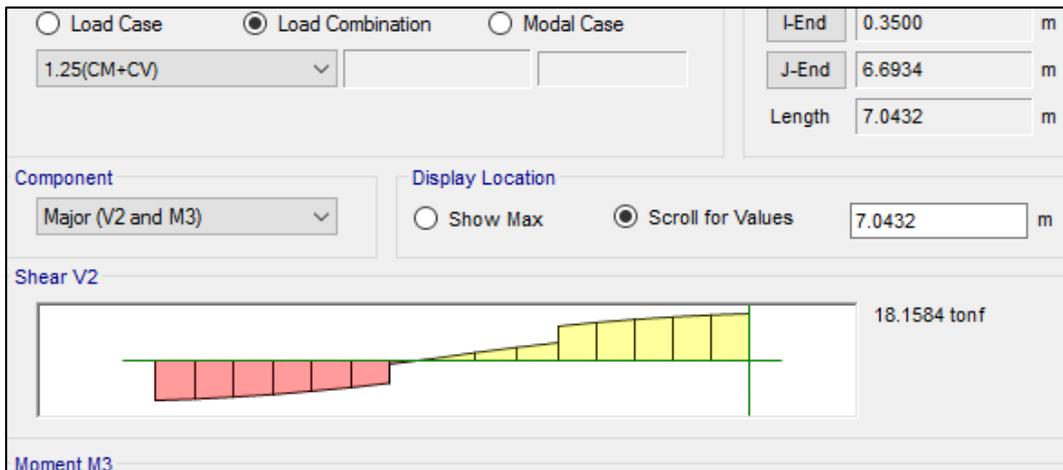
**Cálculo de los momentos:**

*Tabla 31. Momentos nominales del tramo central de la viga*

	As(cm2)	a(cm)	Mn(t-m)
Mni =	15.88	12.4549	33.7165
Mnd =	11.36	8.9098	24.9654

Cálculo  $V_u (1.25 \text{ CM} + 1.25 \text{ CV}) = 18.15 \text{ ton}$

*Figura 57. Cortante para la combinación de cargas (1.25 CM Y 1.25 CV)*



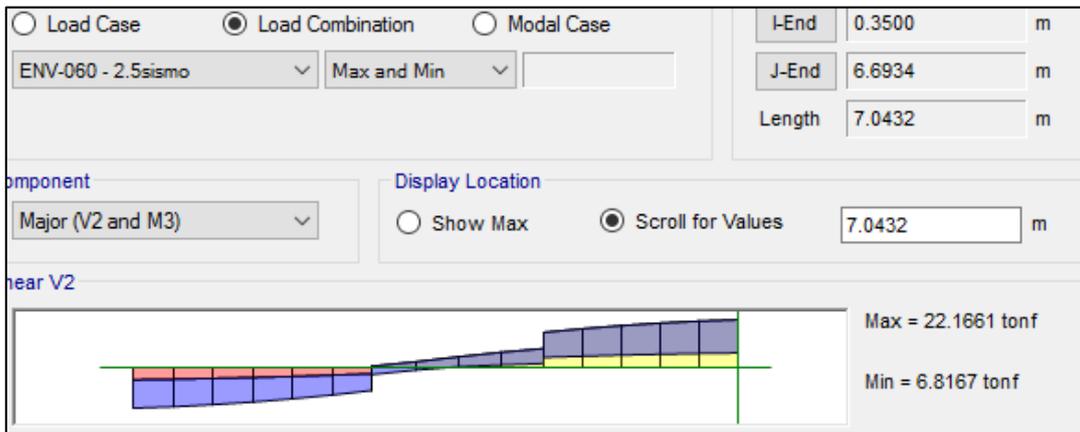
Fuente: Elaboración propia

$V_u = 27.25 \text{ ton}$

b.- El cortante máximo obtenido de las combinaciones de diseño con un factor de amplificación 2.5 de sismo.

$$V_u \text{ (ENV.e060-2.5sismo)} = 22.16 \text{ ton}$$

Figura 58. Cortante para la envolvente con sismo amplificado en 2.5

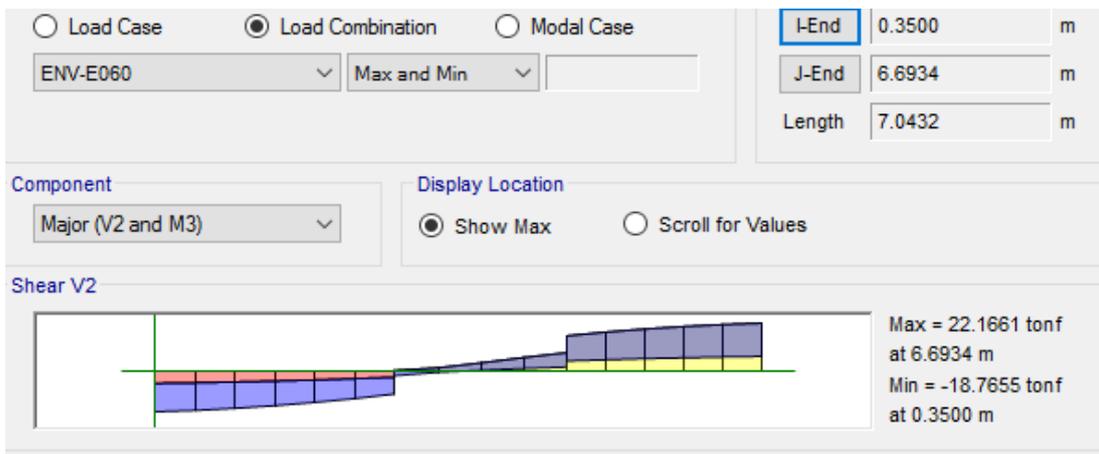


Fuente: Elaboración propia

Luego mínimo ( $V_u(a)$  y  $V_u(b)$ ) = 22.16 ton

Además, tenemos la cortante ultima del análisis estructural = 22.16 ton

Figura 59. Cortante para la envolvente o combinación del diseño



Fuente: Elaboración propia

**Finalmente,  $V_u$  de diseño = 22.16ton**

Calculamos el espaciamiento S de los estribos

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d \quad V_c = 0.53 * \sqrt{210} * 30 * 59.10 = 13.60 \text{ ton}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad V_s = \frac{22.16}{0.85} - 13.60 = 12.47 \text{ ton}$$

Asumiendo estribos de 3/8" con área de 0.71 cm<sup>2</sup>

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} \quad S = \frac{0.71 * 2 * 4200 * 59.10}{12470} = 28.26 \text{ cm}$$

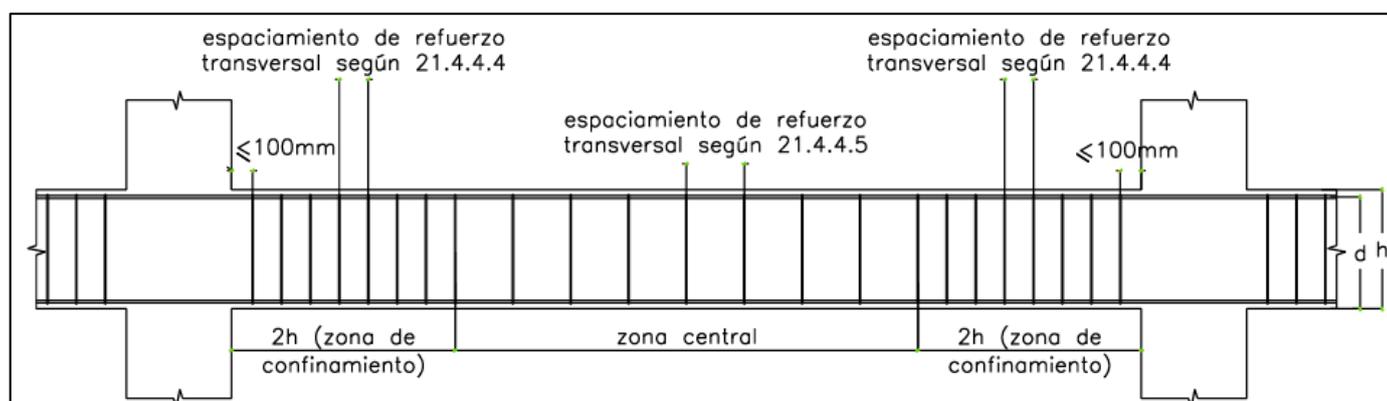
Pero la norma en el capítulo 21.4.4.4 muestra requisitos para vigas y columnas para sistemas de muro estructurales, donde indica:

- El primer estribo debe estar situado a no más de 10 cm de la cara del elemento de apoyo.
- Los estribos serán como mínimo de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1"
- El espaciamiento de los estribos no debe ser mayor que el menor valor de:
  - a.-  $d/4 = 59.10/4 = 14.77 \text{ cm}$
  - b.- 10 veces la barra longitudinal de menor diámetro (3/4") = 19.05 cm
  - c.- 24 veces el diámetro de la barra de estribo (3/8") = 22.86 cm
  - d.- 300 mm = 30 cm

el mínimo valor es 14.77 cm, tomaremos un espaciamiento de 10 cm

En el numeral 21.4.4.5 indica que el espaciamiento no debe ser mayor que  $0.5 * d = 59/2 = 29.5 \text{ cm}$ , mientras que en la figura 21.4.4 la zona de confinamiento es  $2 * h$ , siendo  $h = 65 \text{ cm}$ , la zona de confinamiento tendrá una longitud de 130cm

Figura 60. Requerimientos de estribos en vigas



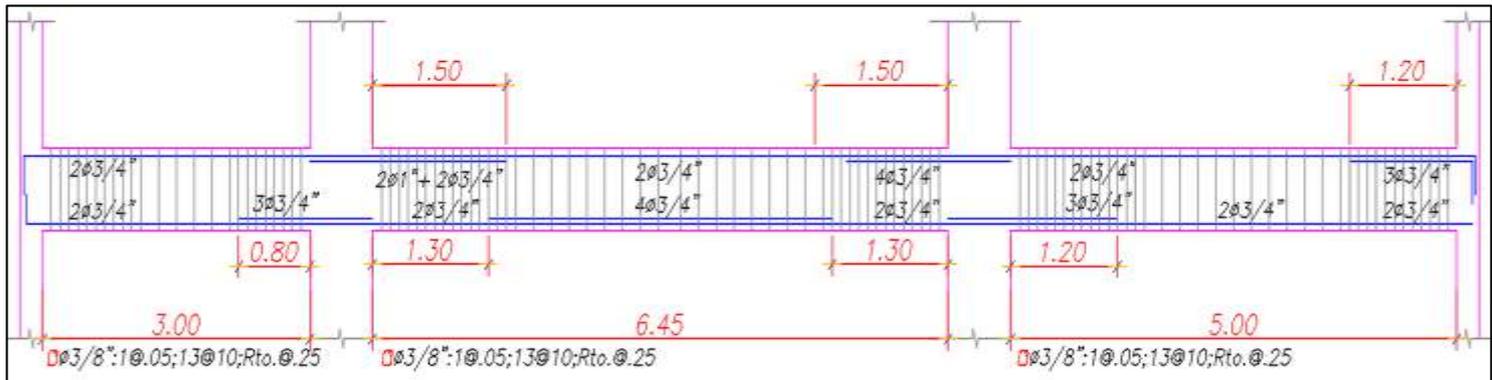
Fuente: Elaboración propia

Finalmente el estribado de la columna será

$\emptyset 3/8'' : 1 @ .05 ; 13 @ 10 ; Rto. @ .25$

Finalmente repitiendo el mismo proceso para los demás tramos, la viga en el eje D (30 x 60) tendría la siguiente configuración:

Figura 61. Diseño final de la Viga de 30x 60 en el Eje D



Fuente: Elaboración propia

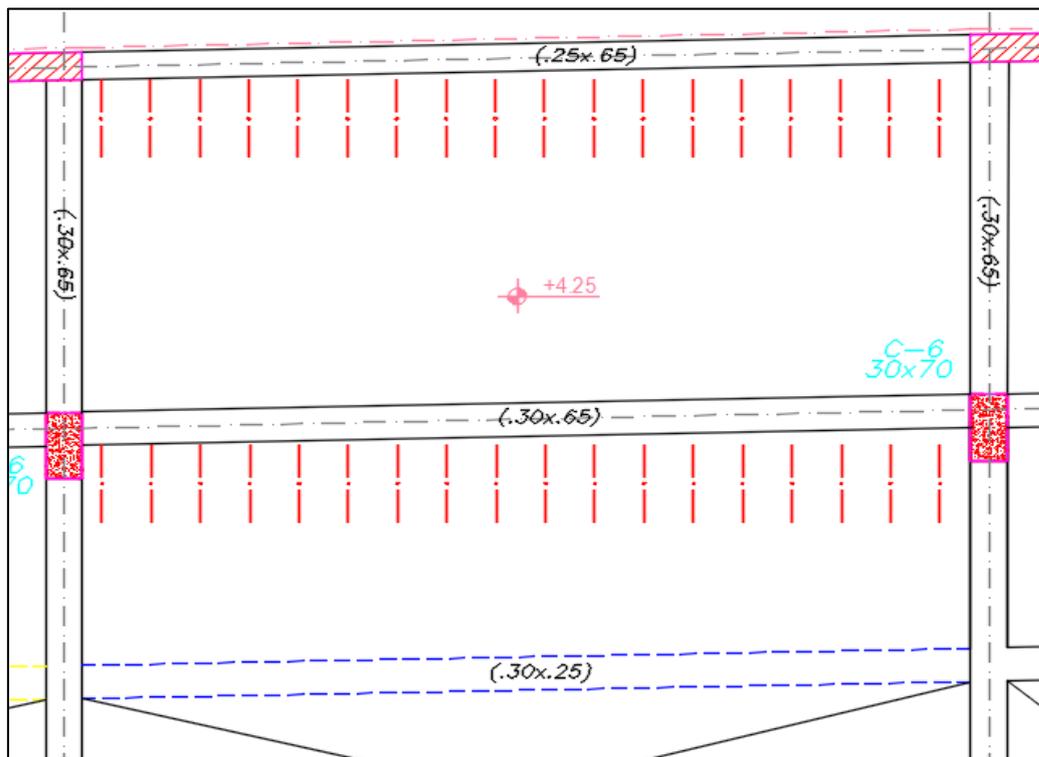
#### 4.6.4 Diseño de losas aligeradas

Las losas aligeradas se encargan de transmitir las cargas de las vigas están compuestas de viguetas generalmente ubicadas a lo largo de la longitud más corta de la losa, el diseño de la losa se basa el diseñar las viguetas por flexión y corte

La losa aligerada se diseña por cargas de gravedad para una combinación de carga muerta y carga viva ultima, las fuerzas de sismo son despreciables para el caso de diseño de losas.

Se tomo como ejemplo la losa del 1er piso entre los ejes E y F

Figura 62. Losa aligerada en el primer piso, entre los



Fuente: Elaboración propia

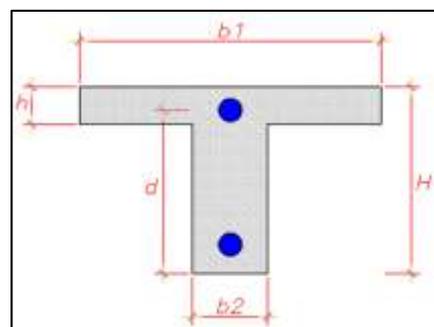
#### DISEÑO A FLEXIÓN: $M_U \leq \phi M_N$

##### Datos de sección

##### Datos de geometría

- $b_1(b_e) = 40 \text{ cm}$
- $b_2(b_w) = 10 \text{ cm}$
- $h = 5 \text{ cm}$
- $d = 17 \text{ cm}$
- $H = 25 \text{ cm}$

Figura 63. Sección transversal de vigueta



Fuente: Elaboración propia

### Datos de Material

- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

### Metrado de cargas

Tabla 32: Cargas aplicadas a la vigueta

CARGA MUERTA			CARGA VIVA		
PESO ALIGERADO	350	kg/cm <sup>2</sup>	SOBRE CARGA	500	kg/cm <sup>2</sup>
PISO TERMINADO	100	kg/cm <sup>2</sup>	TABIQUERÍA MÓVIL	50	kg/cm <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>450</b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>TOTAL</b>	<b>550</b>	kg/cm <sup>2</sup>

Luego para una vigueta de ancho 0.4m se tendrá las cargas de servicio:

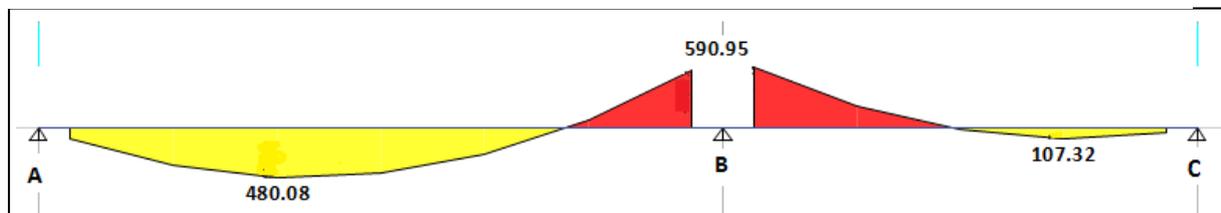
- Carga muerta (CM) =  $450 * 0.4 = 180 \text{ kg/cm}$
- Carga muerta (CV) =  $550 * 0.4 = 220 \text{ kg/cm}$

Finalmente se tiene la combinación de cargas ultimas:

$$U = 1.4CM + 1.7CV = 626 \text{ kg/cm}$$

Se muestran los resultados para el momento resultado del análisis estructural.

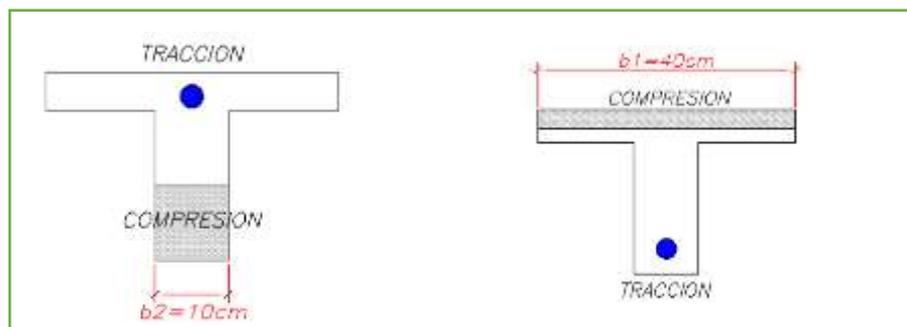
Figura 64. Diagrama del momento (Kg-m), actuante en la vigueta en la losa entre los ejes E y F



Fuente: Elaboración propia

Tener presente las zonas a compresión y a tracción para calcular los aceros positivos y negativos y los valores que toma el parámetro "b":

Figura 65. Sección a tracción y compresión en la sección transversal de una vigueta



Fuente: Elaboración propia

**Aceros longitudinales** se calculan a flexión para la combinación de cargas ultimas indicadas. Para los aceros máximos y mínimos en la norma E060 en el capítulo 10.5.1 establece que el área de acero colocado será mayor a 1.2 veces el momento de agrietamiento de sección bruta  $M_{cr}$  ( $\phi M_n > 1.2 M_{cr}$ )

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{Y_t}$$

..... (EC. 22)

$$f_r = 2 * \sqrt{f'c}$$

..... (Ec. 23)

**Acero positivo:**

- Mínimo

$$A_{Smin} = \frac{0.7 * \sqrt{f'c}}{f_y} * b_w * d$$

**$A_{Smin} = 0.53 \text{ cm}^2$**

- Máximo:

$$C_b = \frac{0.003}{0.0021 + 0.003} * d$$

$C_b = 12.94 \text{ cm}$

$$A_{Sb} = \frac{0.85 * f'c * (h_f * b_e + (C_b * 0.85 - h_f) * b_w)}{f_y}$$

$A_{Sb} = 11.05 \text{ cm}^2$

$$A_{Smax} = 0.75 * A_{Sb} +$$

**$A_{Smax} = 8.29 \text{ cm}^2$**

$C_b$ : distancia al eje neutro en la falla balanceada

**Acero negativo:**

- Mínimo:

Inercia de la viga:

$I_g = 22\,708 \text{ cm}^4$

$Y_t$  = centro de gravedad de la viga

$Y_t = 8.75 \text{ cm}$

Módulo de ruptura:

$f_r = 28.98 \text{ kg/cm}^2$

$$f_r = 2 * \sqrt{f'c}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{Y_t}$$

$M_{cr} = 75\,217 \text{ kg-m}$

$$a_{min} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * (1.2 * M_{cr})}{\phi * (0.85 * f'c) * b_w}}$$

$$a_{min} = 2.72 \text{ cm}$$

$$A_{Smin} = \frac{1.2 * M_{cr}}{\phi * f_y * (d - \frac{a_{min}}{2})}$$

$$A_{Smin} = 1.16 \text{ cm}^2$$

- Máximo:

$$A_{Sb} = \frac{0.85 * f'c * (C_b * 0.85) * b_w}{f_y}$$

$$A_{Sb} = 4.67 \text{ cm}^2$$

$$A_{Smax} = 0.75 * A_{Sb} -$$

$$A_{Smax} = 3.51 \text{ cm}^2$$

Con los datos de los materiales, datos de la sección de la viga, el momento y la siguiente fórmula calculamos las áreas de acero "As" para las secciones indicadas en el gráfico anterior. El valor de  $\phi=0.9$  (flexión)

$$A_s = \frac{0.85 * f'c * b * d}{f_y} \times \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * 0.85 * f'c * b * d^2}} \right] \dots (Ec.25)$$

Tabla 33. Distribución de aceros por tramos en la vigueta

TRAMO	ACERO	MOMENTO (kg-m)	b (cm)	ACERO CALCULADO (cm2)	ACERO COLOCADO		¿CUMPLE?
					$\phi$ (pulg.)	área (cm2)	
A-B	POSITIVO	480.08	10	0.58	3/8"	0.71	OK
APOYO B	NEGATIVO	590.95	40	0.74	2 * 3/8"	1.42	OK
B - C	POSITIVO	170.32	10	0.13	3/8"	0.71	OK

Fuente: Elaboración propia

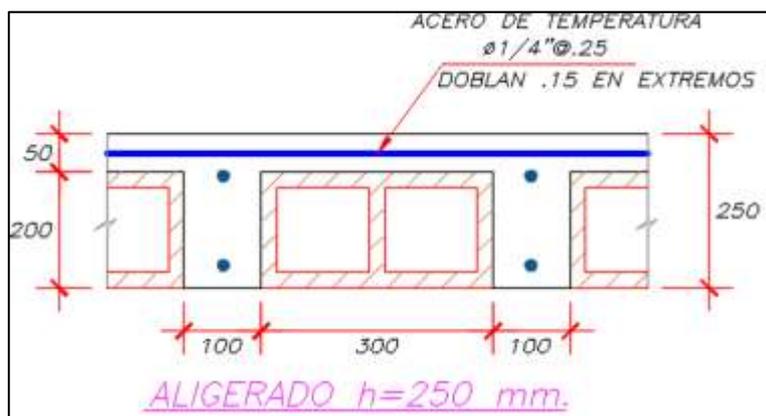
### EL ACERO DE TEMPERATURA

Se coloca refuerzos por contracción y cambios de temperatura del concreto, son colocados en dirección perpendicular al acero longitudinal en la losa de 5 cm, del aligerado, la norma E060 en el capítulo 9.7 indica que una cuantía de 0.25% para el acero de temperatura:

Tabla 34. Distribución de aceros de temperatura

ACERO REQUERIDO			ACERO COLOCADO		
$\rho =$	0.25	%	1/4	0.32	cm <sup>2</sup>
$e =$	5	cm	S =	0.256	m
L =	100	cm	ACERO USADO	1.28	cm <sup>2</sup>
ACERO REQ.	1.25	cm <sup>2</sup> -m	$\phi$ 1/4 @ 25cm		

Figura 66. Acero de temperatura en aligerado de 25 cm



Fuente: Elaboración propia

### LONGITUD DE CORTE

Los aceros longitudinales son cortados en lugares donde no se requiere acero, esto para hacer un diseño económico. Los bastones deben ser cortados de tal manera que garanticen la longitud de anclaje.

De manera practica se usó algunas recomendaciones del curso de concreto armado:

- Para acero positivo =  $L/5$
- Para acero negativo =  $L/6$

### DISEÑO A CORTE:

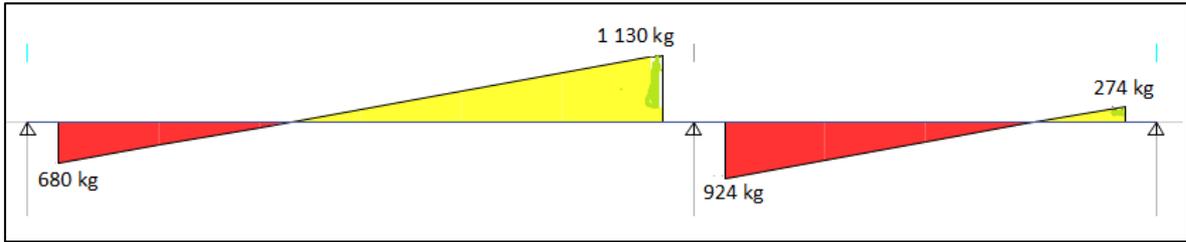
Las viguetas no llevan estribos, las fuerzas cortantes actuantes deben ser tomadas por el concreto se debe cumplir

$$\phi V_c \geq V_u$$

La norma E060 en el capítulo 8.11.8 indica que la fuerza cortante del concreto puede ser ampliada en un 10% a la prevista

a continuación de muestran las fuerzas contantes en la vigueta

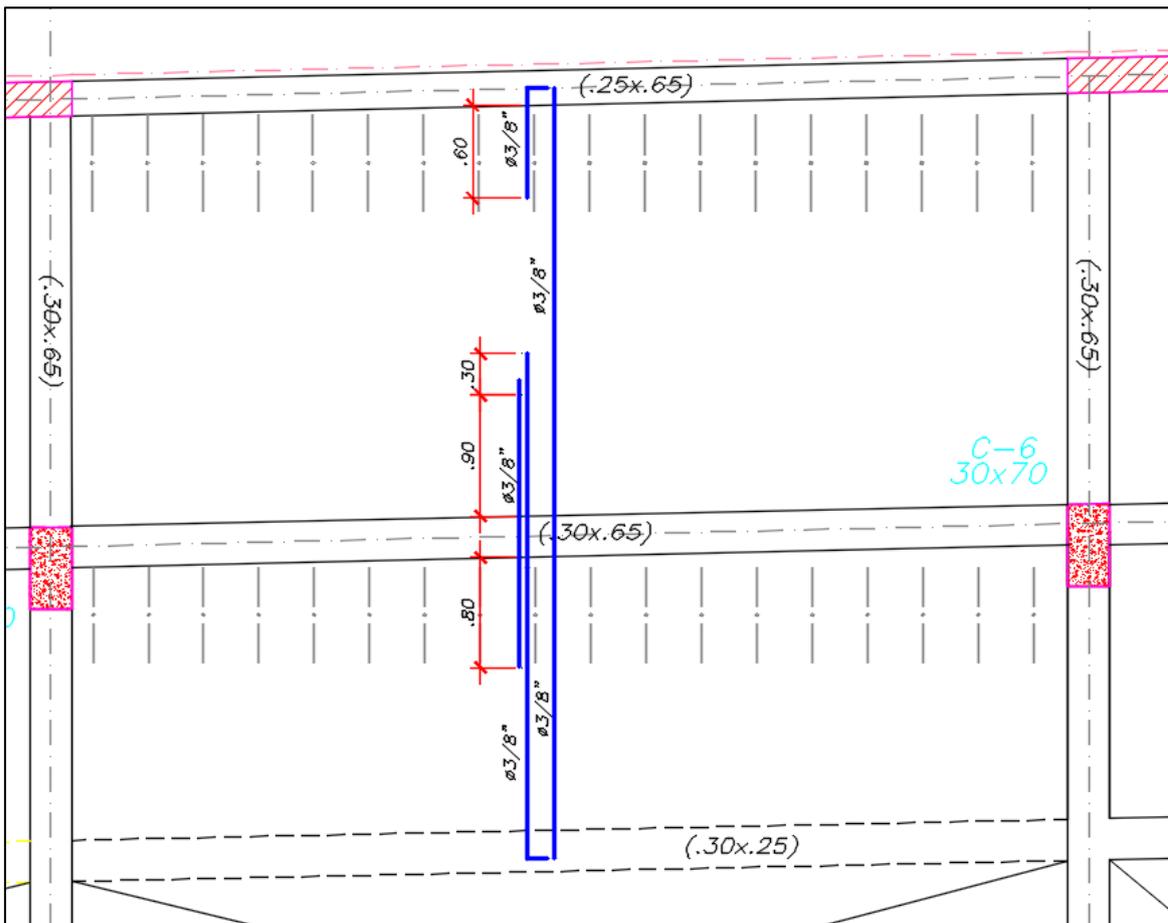
Figura 67. Diagrama de las fuerzas cortantes en las viguetas



Las fuerzas cortantes actuantes deben ser consideradas a una distancia “d” de las caras del apoyo para ser comparadas con la fuerza cortante resistente del concreto, del diagrama se fuerzas cortantes se observa el mayor valor igual a 1 130 kg menor a 1537 kg dada por el concreto, esto indica que la vigueta no requiere ser reforzada por corte.

En caso que no se cumpla lo anterior para reforzar la vigueta por corte se realiza un ensanche de la misma

Figura 68. Diseño final de losa aligerada y vigueta entre los ejes E y F, en el primer piso



Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Caceres y Panana (2021) En su diseño de la estructura con sistema dual, conformado por porticos y muros de corte indica que despues del analisis modal respecto al eje Y-Y(0.32 seg), fue menor comparado con el eje X-X(0.63 seg). En ese sentido se verifica que en el eje Y-Y, la estructura es mas rigida, debido a que presenta muros estructurales de mayor dimension, en comparacion que el eje X-X. Gracias a la alta densidad de los muros estructurales se obtuvo la rigidez que cumple con las exigencias de la norma E-030.

Los resultados del análisis modal en el presente trabajo de investigación nos dan valores pequeños de periodo, esto se debe a la altura de la edificación y al uso de muros de corte que la hacen muy rigida:

- Periodo para el eje YY = 0.120 s
- Periodo para el eje XX = 0.095 s

Los cual se corrobora al tener el eje XX una mayor cantidad de muros de corte placas que la hacen mas rigida en esa direccion y tener un menor periodo de vibracion res´pecto al eje YY

Herrera (2020) Utilizo un sistema estructural con predominancia de placas, ademas de losas macisas y aligeradas de 20 cm. Vigas peraltadas, columnas. Cimentacion con zapatas aisladas, combinadas, cimientos corridos.

Una de las conclusiones a las que se llego es que los momentos de los muros cortantes van disminuyendo a medida que se asciende en los niveles de los pisos, asi mismo se observa que el momento maximo se encuentra en el primer piso y el minimo en el ultimo piso.

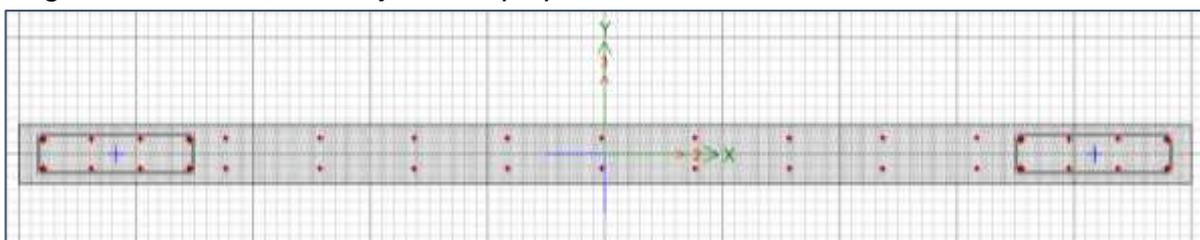
En el presente trabajo de investigacion los resultados de los momentos de la placa 2, se muestran en el siguiente cuadro, donde se comprueba que los momentos en el primer piso debido a sollicitaciones sismicas en la direccion XX son mayores que en el segundo piso, en este caso el sismo tiene mayor importancia sobre le eje local 3, obteniendo mayores valores para M3.

*Tabla 35. Valores de momento para la placa 22*

Story	Pier	Load	Location	M2(ton-m)	M3(ton-m)
2DO NIVEL (TECHO)	P2	SDX Max	Bottom	0.6827	36.7867
1ER NIVEL	P2	SDX Max	Bottom	0.8442	103.3841

Fuente: Elaboración propia

*Figura 69. Placa 2, con el eje local 3 perpendicular a la dirección del sismo XX*



Fuente: Elaboración propia

Flores (2018) Parte de su estudio determina la propuesta de reforzamiento estructural mediante la colocación de muros estructural en lugares adecuados donde se limiten los desplazamientos, de tal manera que cumpla las derivas menores a 0.015 para sismo de diseño y 0.02 para sismo máximo posible.

En el caso de la edificación materia de la investigación que es una edificación nueva estructurado a base de muros de corte y porticos de concreto armado despues del analisis SÍSMICO se obtuvieron los siguientes resultados de derivas:

*Tabla 36. Valores de deriva para el eje XX*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
2DO NIVEL (TECHO)	DERIVA X Max	X	0.000434
1ER NIVEL	DERIVA X Max	X	0.000399

*Tabla 37. Valores de deriva para el eje YY*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
2DO NIVEL (TECHO)	DERIVA Y Max	Y	0.001202
1ER NIVEL	DERIVA Y Max	Y	0.001104

Fuente: Elaboración propia

Estos valores de deriva son indicadores de un mínimo desplazamiento de la estructura debido al uso de placas o muros de corte en la estructuración la cual la hace rígida cumpliendo de esta manera el valor de deriva exigida por la norma E060 que tiene como valor máximo 0.007

Requejo y Rios (2018) Una característica de su edificación es que presenta regularidad estructural en planta, así también utiliza el sistema estructural pórticos de concreto armado, con un coeficiente de reducción sísmica  $R=8$ . Utiliza el software Etabs. Para el modelado, estructuración y pre dimensionamiento. Así mismo concluye que el pre dimensionamiento constituye solo la parte inicial del diseño, considerando más tarde las verificaciones de los elementos estructurales.

Para la edificación materia de estudio se realizó el predimensionamiento de manera manual modelándolo después en el programa Etabs, para luego realizar el análisis sísmico dando como resultado:

- Una estructura regular sin irregularidades en planta
- Una estructura regular sin irregularidades en altura
- Una estructura regular con mínimos desplazamientos

Todo lo anterior se debe a una buena estructuración y predimensionamiento, ubicando los muros de corte de manera equilibrada de tal forma que el centro de rigidez se acerque al centro de masa evitando de esta manera la irregularidad por torsión en planta, por ejemplo.

Además, el diseño final se obtuvo después de hacer el análisis estructural y corroborar que la capacidad de los elementos estructurales es mayor que las fuerzas actuantes últimas.

## VI. CONCLUSIONES

El diseño estructural de la edificación materia de estudio se dividió en tres etapas:

Predimensionamiento y estructuración

Análisis sísmico y análisis estructural

Diseño final de los elementos estructurales

Donde cada etapa depende de la anterior.

El uso de placas o muros de corte durante la etapa de estructuración permitió aumentar la rigidez y tener desplazamientos o derivas permitidas por norma. Máxima deriva por norma = 0.007, máxima deriva de la edificación = 0.00043.

La etapa de estructuración y predimensionamiento es importante para tener estructuras regulares y que cumplan con los requerimientos exigidos por la norma E030

Los resultados del análisis modal en el programa etas determinaron los periodos para el eje X  $T(x) = 0.12$  s, mientras que para el eje Y  $T(Y) = 0.095$  segundos, estos resultados indican que la rigidez es mayor en el eje Y debido a una mayor densidad de muros de corte.

Ante la ocurrencia de algún evento sísmico, los muros de cortes o placas serán los elementos de la estructura que resistan y tomen más del 90% de dicha fuerza sísmica, en ambos ejes, como lo demostró el análisis sísmico.

Para el diseño final de los elementos estructurales se busca evitar la falla frágil, esto quiere decir que falle el acero antes que el concreto, para ello el acero colocado debe ser menor que el área de acero máximo.

Para el diseño final de los elementos se debe cumplir que los esfuerzos producidos por las fuerzas actuantes, serán menores que la capacidad resistente del elemento

El momento dado por el análisis estructural indica los esfuerzos en los elementos estructurales que nos sirven para determinar la sección y los diámetros de acero de los elementos estructurales de la edificación. El análisis de la viga sobre el eje D, determino que para un momento de 28.5 ton. Se debe colocar una sección de acero de 14.12 cm<sup>2</sup>

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda trabajar con datos fiables, de preferencia obtenidas por uno mismo, así por ejemplo la información otorgada por el estudio de mecánica de suelos, nos dará datos que en primera instancia serán necesarios para el análisis sísmico.

Para el análisis sísmico, se recomienda colocar todas las cargas a considerar. así mismo verificar las irregularidades, tanto en altura como en planta, con el fin de controlar las distorsiones angulares en la edificación.

El diseño estructural está estrechamente ligado a la distribución arquitectónica, tal es así que en la práctica constituye la plantilla para la estructuración, cualquier modificación por mínima que sea puede llevar a replantear todos los calculo, por tal razón se recomienda la permanente coordinación entre ambas especialidades

El diseño de las edificaciones es imprescindible el manejo de normas, por ello se debe tener conocimiento de ellas. En el presente trabajo se usó la norma E020(cargas), la norma E030(diseño sismorresistente) y la norma E060(concreto armado)

Para tener una edificación sismorresistente aparte de tener un buen diseño, también se debe considerar la calidad de los materiales y un buen control técnico durante la construcción.

Es recomendable el uso y manejo de software, como el Etabs u otros, de diseño para agilizar los cálculos, sin embargo, simultáneamente también realizar el desarrollo del diseño manualmente utilizando hojas de cálculo Excel, para ir verificando en situaciones donde los resultados no sean conformes

## REFERENCIAS

**Andrade, Hernan Rodas. 2014.** *Estructuras1, Apuntes de Clase.* Cuenca : Graficas del Sur, 2014. pág. 21.

**Barco, Yuler Harry Salcedo. 2017.** *Desempeño SÍSMICO Por El Metodo Push-Over de un Edificio Construido en la Ciudad de Barranquilla Bajo La Norma NSR-10.* Facultad De Ingenieria Civil, Universidad De La Costa. Barranquilla : s.n., 2017.

**Blanco, Antonio. 1994.** *Estructuracion y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado.* 1994.

**Caceres, Christopher y Panana, Juan. 2021.** *Analisis y Diseño Estructural de un Edificio de Concreto Armado de 8 Pisos en el Distrito de Barranco.* Facultad de Ciencias e Ingenieria, Pontificia Universidad Catolica del Peru. Lima : s.n., 2021.

**Capeco. 2018.** *Construyendo Formalidad.* Lima : s.n., 2018.

**Diez, Gloria. 2005.** *Diseño Estructural en Arquitectura.* Buenos Aires : s.n., 2005.

**Equipo Ingenieros. 2019.** Equipo Ingenieros. [En línea] 2019. <https://www.eiql.com.pe/cuanto-cuesta-hacer-un-estudio-de-mecanica-de-suelos-para-mi-casa-peru-2019/>.

**Esteba, Abel. 2017.** *Análisis Estático y Dinámico no Lineal en el Desempeño de un Edificio de Concreto Armado Diseñado Bajo la Norma E-030 en Puno.* Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2017.

**Estrada, Sofia y Verde, Jhosep. 2020.** *Analisis Comparativo del Diseño Estructural con la Aplicacion de Software Etabs, Respecto al Metodo Tradicional de un Edificio de Cinco Pisos con SEMISÓTANO Ubicado en el Distrito de San Martin de Porres-Lima.* Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Universidad de San Martin de Porres. Lima : s.n., 2020.

**Garcia, Juan Emilo Ortega. 2014.** *Diseño de Estructuras de Concreto Armado.* Primera Edicion. Lima : Empresa Editora Macro EIRL, 2014. pág. 41.

**Guanoluisa, Katty. 2022.** *Análisis sísmico y diseño estructural del mercado "El Turismo" ubicado en Sangolquí, por los.* Facultad de Ingenieria y Ciencias Aplicadas, Universidad Central de Ecuador. Quito : s.n., 2022.

**Harmsen, Theodore. 2018.** *Diseño de Estructuras de Concreto Armado.* Primera Edicion Digital. Lima : Fondo Editorial Pontificia Universidad Catolica del peru, 2018.

**Hernandez. 2010.** *Metodologia de la Investigacion.* 2010.

**Hernandez, Roberto, Baptista, Maria del Pilar y Fernandez, Carlos. 2014.** *Metodologia de la Investigacion.* 2014.

**Herrera, Sergio. 2020.** *Diseño Estructural de un Edificio de 5 Pisos en Barranco.* Pontificia Universidad Catolica Del Peru. Lima : s.n., 2020. Tesis de Licenciatura.

**Indeci. 2011.** *Riesgo SÍSMICO.* Lima : s.n., 2011.

**Instituto Geofísico del Perú. 2021.** *Generación de Escenarios SÍSMICOS Para Lima Metropolitana.* Lima : s.n., 2021.

**Lopez, Carlos. 2004.** *Análisis y diseño de un edificio a base de marcos de acuerdo al reglamento de construcciones del distrito federal 2004.* Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal : 2004.

**Macías Loor, Adrián Oscar, y otros. 2018.** *Mecánica de Suelo, Tomo I.* Primera Edición. Alicante : Editorial Área De Innovación y Desarrollo, S.L., 2018. pág. 12.

**Mauricio, Domínguez C. 2014.** Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas. [En línea] 2 de agosto de 2014. <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193932724001.pdf>.

**McCormac, Jack y Brown, Russell. 2017.** *Diseño de Concreto Reforzado.* Décima Edición. México : Alfaomega Grupo Editor, 2017.

**Medina Robalino, Christian David y Morales Villagrán, Edwin Patricio. 2017.** *Diagnóstico estructural en base a la curva de capacidad del edificio de apartamentos denominado Ciurana ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.* Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador : 2017.

**Medina, Daniel. 2021.** *Diseño Estructural y Análisis No Lineal de un Edificio de Oficinas de 13 Pisos en la Ciudad de Popayán.* Universidad de los Andes. Popayán : s.n., 2021.

**Meli, Roberto. 2001.** *Diseño Estructural.* 2da. México : LIMUSA Noriega Editores, 2001.

**Mena, Esteban. 2018.** *Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación Flores Mena, Ubicada en la Ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi.* Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Ecuador. Quito : s.n., 2018.

**Milenio. 2018.** Se derrumba parte de la plaza comercial Artz Pedregal. [En línea] 2018. <https://www.milenio.com/politica/comunidad/reportan-derrumbe-plaza-comercial-artz-pedregal>.

**Municipalidad de Lima. 2021.** *Informe Local Voluntario.* Lima. Lima : s.n., 2021.

**Muñoz, H. 2004.** Universidad de Colima. *El presupuesto en un proyecto de investigación.* [En línea] 2004. [https://recursos.uco.mx/tesis/presupuesto\\_proyecto\\_investigacion.php](https://recursos.uco.mx/tesis/presupuesto_proyecto_investigacion.php).

**Nilson, Arthur. 1999.** *Diseño de estructuras de Concreto.* Duodécima edición. Santa Fe De Bogotá : Emma Ariza H, 1999.

—. 2001. *Diseño de Estructuras de Concreto.* Duodécima. Bogotá : Emma Ariza H, 2001. pág. 13.

**Norma ACI 318-19. 2019.** 2019.

**Ortega, Juan. 2016.** *Diseño de Estructuras de Concreto Armado Tomo II.* Primera Edición. Lima : Empresa Editora Macro EIRL, 2016.

—. **2014.** *Diseño de estructuras de concreto armado. Tomo I.* Lima : Empresa Editora Macro EIRL, 2014. pág. 115.

**Quiroga, Flavio. 2018.** *Modelación, Análisis y Diseño Estructural de una Edificación de Tres Plantas de uso Público con Sección Compuesta Usando el Espectro de Diseño, NEC -15 y ETABS.* Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2018.

**Requejo, Jose y Rios, Eduardo. 2018.** *Propuesta de un Diseño Estructural Para la Edificación del Mercado Central de Huacho.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Faustino Sanchez Carrion. Huacho : s.n., 2018.

**Riddell, Rafael y Hidalgo, Pedro. 2018.** *Diseño Estructural.* Sexta Edición. Santiago : Ediciones UC, 2018.

**Riddell, Rafeal y Hidalgo, Pedro. 2018.** *Diseño Estructural.* Santiago : Ediciones Universidad Catolica De Chile, 2018.

**RNE, E-030. 2018.** [En línea] 2018.

**RNE, E-050. 2018.** Instituto de la Construcción y gerencia. *Instituto de la Construcción y gerencia.* [En línea] 2018. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

**RNE, Norma E-30. 2018.** Instituto de la Construcción y Gerencia. [En línea] 2018. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

**Rochel, Roberto. 2012.** *Análisis y Diseño SÍSMICO de Edificios.* Segunda Edición. Medellín : Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2012. pág. 27.

**Sanchez, Javier. 2016.** Presupuesto. *Economipedia.* [En línea] 09 de Febrero de 2016. <https://economipedia.com/definiciones/presupuesto.html>.

**Zumaran, Olga; Gutierrez, Brenda; Calero, Raul; Villanueva, Raul; Ramirez, Alejandro; Maguiña, Misael; Guillen, Elsa; Vega, Carlos; Vilcapoma, Cesar; Jimenez Kelly; Principe, Guillermo; Valverde, Jhonny; ValderramaSantiago. 2017.** *Estadística Para La Investigación.* Primera Edición. Lima : Fondo Editorial de la Universidad Cesar Vallejo, 2017.

## ANEXOS

### ANEXO 1: CRONOGRAMA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Id	Mod de tarea	Nivel de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Cronograma													
								Semestre 2, 2021			Semestre 1, 2022			Semestre 2, 2022							
								A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
0		0	<b>CRONOGRAMA PROYECTO DE INVESTIGACION</b>	218 días	lun 6/09/21	sáb 9/07/22															
1		1	Caratula	1 día	lun 6/09/21	lun 6/09/21															
2		1	<b>INTRODUCCION</b>	7 días	mar 7/09/21	mié 15/09/21	1														
3		2	Identificar problemática internacional, nacional y local. Determinar los objetivos general y específicos. Hipotesis general y específica. Dimensiones, indicadores, unidades de medida.	7 días	mar 7/09/21	mié 15/09/21	1														
4		1	<b>MARCO TEORICO</b>	20 días	jue 16/09/21	jue 14/10/21	3														
5		2	Antecedentes de trabajos de investigacion similares, nacionales e internacionales	6 días	jue 16/09/21	jue 23/09/21	3														
6		2	Bases teoricas	11 días	vie 24/09/21	lun 11/10/21	5														
7		2	Normas	3 días	mar 12/10/21	jue 14/10/21	6														
8		1	<b>METODOLOGIA</b>	48 días	vie 15/10/21	mié 22/12/21	7														
9		2	Metodologia de la ivestigacio:	15 días	vie 15/10/21	vie 5/11/21	7														
10		2	Instrumentos para cumplir los objetivos (1 general, 3 especificos, validados por 3 ingenieros colegiados	9 días	lun 8/11/21	jue 18/11/21	9														
11		2	Estadistica aplicada a la investigacion: (No probabilistico, validacion validacion de instrumentos de aplicación Alfa de Crombach, poblacion, la muestra considerada en la investigacion)	10 días	vie 19/11/21	jue 2/12/21	10														

Proyecto: CRONOGRAMA PRO Fecha: mar 5/07/22	Tarea <span style="color: blue;">█</span> División <span style="color: blue;">⋯</span> Hito <span style="color: blue;">◆</span> Resumen <span style="color: blue;">▬</span> Resumen del proyecto <span style="color: blue;">▬</span> Tarea inactiva <span style="color: gray;">▬</span> Hito inactivo <span style="color: gray;">◇</span>	Resumen inactivo <span style="color: gray;">▬</span> Tarea manual <span style="color: teal;">▬</span> solo duración <span style="color: teal;">▬</span> Informe de resumen manual <span style="color: teal;">▬</span> Resumen manual <span style="color: teal;">▬</span> solo el comienzo <span style="color: teal;">┌</span> solo fin <span style="color: teal;">┐</span>	Tareas externas <span style="color: gray;">▬</span> Hito externo <span style="color: gray;">◇</span> Fecha límite <span style="color: green;">↓</span> Progreso <span style="color: blue;">▬</span> Progreso manual <span style="color: teal;">▬</span>
--	---	--	---

Página 1

Id	Mod de tarea	Nivel de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Semestre 2, 2021			Semestre 1, 2022			Semestre				
								A	S	O	N	D	E		F	M	A	M
12		2	Procedimientos	5 días	vie 3/12/21	vie 10/12/21	11											
13		2	Metodos de analisis de datos	4 días	lun 13/12/21	jue 16/12/21	12											
14		2	Powerpoint	5 días	vie 17/12/21	mié 22/12/21	13											
15		2	Sustentacion	1 día	dom 19/12/21	dom 19/12/21	13											
16		1	<b>RESULTADOS</b>	<b>50 días</b>	<b>lun 11/04/22</b>	<b>vie 17/06/22</b>												
17		2	Objetivo principal	5 días	lun 11/04/22	vie 15/04/22	15											
18		2	Objetivo especifico 1	8 días	lun 18/04/22	mié 27/04/22	17											
19		2	Objetivo especifico 2	13 días	jue 28/04/22	lun 16/05/22	18											
20		2	Objetico especifico 3	18 días	mar 17/05/22	jue 9/06/22	19											
21		1	<b>DISCUSION</b>	4 días	vie 10/06/22	mié 15/06/22	20											
22		1	<b>CONCLUSIONES</b>	4 días	jue 16/06/22	mar 21/06/22	21											
23		1	<b>RECOMENDACIONES</b>	4 días	mié 22/06/22	lun 27/06/22	22											
24		1	<b>REFERENCIAS</b>	1 día	mar 28/06/22	mar 28/06/22	23											
25		1	<b>Anexos</b>	<b>8 días</b>	<b>mié 29/06/22</b>	<b>sáb 9/07/22</b>	<b>23</b>											
26		2	Anexo: A1 Matriz de oeracionalizacion	1 día	mié 29/06/22	mié 29/06/22	24											
27		2	Anexo 3, planos	1 día	jue 30/06/22	jue 30/06/22	26											
28		2	Anexo 4, presupuestos	1 día	vie 1/07/22	vie 1/07/22	27											
29		2	Anexo 5, fotografias	1 día	lun 4/07/22	lun 4/07/22	28											
30		2	Anexo 7, Power pont de la exposicion	3 días	mar 5/07/22	jue 7/07/22	29											
31		2	Sustentacion de tesis	0 días	sáb 9/07/22	sáb 9/07/22	30											9/07

Proyecto: CRONOGRAMA PRO Fecha: mar 5/07/22	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION							
Título: Diseño estructural y evaluación sismorresistente de una edificación comercial de dos niveles, en la Av. Emancipación, Lima 2022							
Apellidos y nombres: Alarcon Garay Carlos Guillermo							
Variables		Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Dimensiones	Indicadores	Und. De
INDEPENDIENTE	Análisis estructural	¿Cuál es el procedimiento y metodología a seguir para el diseño estructural de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos en la Av. Emancipación, Lima 2022?	Establecer la metodología y procedimientos, a seguir para el diseño estructural de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Avenida Emancipación, Lima 2022	Con los procedimientos y metodología establecidas se mejorará en el diseño estructural de una edificación comercial capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022.	EMS	Rigidez (control de la distorsión)	tonf/m
						Cortante basal	tonf
						Desplazamientos	m
					Estructuración	Sistema estructural utilizado	Adimensional
						Ubicación de elementos estructurales	Adimensional
Variables		Problema Específico	Objetivo Específico	Hipotesis Especifica	Dimensiones	Indicadores	Und. De
DEPENDIENTE	Procesos sísmicos	¿Cómo determinar la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022?	Establecer la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022	Con el establecimiento de la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, se mejorará en el diseño de la estructura de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022	Predimensionamiento	Luces críticas	ml
						Áreas tributarias	m <sup>2</sup>
						Cortante basal	Tn
						Predimensionado elementos estructurales	base x altura x largo (ml.)
						Peso sísmico	Tn
	Análisis sísmico, estático y dinámico	Periodo de vibración	Seg				
		Desplazamientos de entrepisos	Cm				
		Cortante basal	Tn				
		parámetros sísmicos	Adimensional				
	Diseño estructural	Momentos	Tn.m				
Cortantes		Tn.					
Cargas axiales		Tn.					
Cuantía		Cm <sup>3</sup>					

### ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO:		Diseño estructural y evaluación sismorresistente de una edificación comercial de dos niveles, en la Av. Emancipación, Lima 2022					
ESTUDIANTE:		Carlos Guillermo Alarcon Garay					
Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	Variables	Dimensiones	Indicadores	Und. De Medida	Metodologia
¿Cuál es el procedimiento y metodología a seguir para el diseño estructural de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos en la Av. Emancipación, Lima 2022?	Establecer la metodología y procedimientos, a seguir para el diseño estructural de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Avenida Emancipación, Lima 2022	Con los procedimientos y metodología establecidas se Mejorara en el diseño estructural de una edificación comercial capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022.	V1: Analisis estructural	EMS	Rigidez (control de la distorsion)	tonf/m	<b>Diseño de Investigación:</b> No experimental, en este caso se reúne datos con el proposito de describir variables y analizar su incidencia en resultados predictivos
					Cortante basal	tonf	
Desplazamientos	m						
Estructuración	Sistema estructural utilizado	Adimensional					
	Ubicación de elementos estructurales	Adimensional					
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	V2: Procesos sísmicos	Predimensionamiento	Luces criticas	ml	
¿Cómo determinar la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022?	Establecer la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022	Con el establecimiento de la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, se mejorará en el diseño de la estructura de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022			Áreas tributarias	m²	
					Cortante basal	Tn	
¿Cómo predecir el comportamiento estructural y determinar los valores aceptables para los elementos estructurales, que cumplan los requisitos establecidos según las normas, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos,	Analizar el comportamiento estructural, calcular los esfuerzos internos y deformaciones, hasta alcanzar valores que cumplan los requisitos establecidos en las normas, De una edificación Comercial, capaz de afrontar sismos,	Con el establecimiento del análisis del comportamiento estructural, el cálculo los esfuerzos internos y deformaciones, Se mejorará en la optimización en el diseño de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos, en la Av.			Predimensionado elementos estructurales	base x altura x largo (ml.)	
¿Cómo se diseñará y dimensionará los elementos estructurales, una vez verificado el cumplimiento de los requisitos que exige la norma E-030, de una edificación comercial, capaz de afrontar sismos en la Av. Emancipación, Lima 2022?	Diseñar y dimensionar los elementos estructurales, con los datos obtenidos, una vez analizado el comportamiento estructural, de una edificación capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022	Con el diseño y dimensionamiento los elementos estructurales, se alcanzará el objetivo principal para el diseño estructural de una edificación capaz de afrontar sismos, en la Av. Emancipación, Lima 2022	Analisis sísmico, estatico y dinamico	Análisis sísmico, estatico y dinamico	Peso sísmico	Tn	<b>Enfoque de investigación:</b> <b>Cuantitativo.</b> Muestra un proceso secuencial probatorio, cada fase sigue un orden riguroso, se aplicaron técnicas de recopilación de datos de las variables y dimensiones de estudio a las cuales se les asignarán valores numéricos que serán contrastados y ajustados hasta obtener los valores esperados en el diseño.
					Periodo de vibracion	Seg	
Desplazamientos de entrepisos	Cm						
Cortante basal	Tn						
parametros sísmicos	Adimensional						
Diseño estructural	Momentos	Tn.m					
	Cortantes	Tn.					
	Cargas axiales	Tn.					
	Cuantia	Cm'					

## ANEXO 4: PRESUPUESTO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título de Proyecto:	Diseño estructural y evaluación sismorresistente de una Edificación Comercial, en la Avenida Emancipación, Lima 2022			
Estudiante:	Carlos Guillermo Alarcon Garay			
ítem	Descripción	Unidad	PU	Total
	<b>Equipos e instrumentos</b>			
1	Laptop	1		1200
2	equipos de medición	Gbl.		200
	<b>Recursos para la operación</b>			
3	Servicios de información y obtención de doc.	Gbl.		400
4	Gastos de trabajo de campo	Gbl.		300
5	Gastos trabajo de gabinete (internet, energía, otros)	Gbl.		500
6	Investigador I (experto en metodología)	Gbl.		500
7	Asesor (experto en diseño estructural)	Gbl.		1200
8	Estudio de suelos	Gbl.		3000
9	Reactivos materiales y consumibles	Gbl.		300
10	Viáticos para estancias de investigación	Gbl.		200
	Total			S/. 7,800

ANEXO 5: Fichas de validación de Contenido

**ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

PROYECTO: Analisis estructural de una edificacion comercial, con simulacion sismica, en la Av. Emancipacion, Lima 2021

AUTOR: Carlos Guillermo Alarcon Garay (Orcid: 0000-0002-4372-3554)

EXPERTO

1  
1  
1  
0  
1  
1  
1  
5  
0.83

<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>					
UBICACION: Lima					
DISTRITO:	Cercado de Lima		ALTITUD:	161.00 msnm	
PROVINCIA:	Lima		LATITUD:	12°03'00" S	
REGION:	Lima		LONGITUD:	77°02'00" O	
<b>II.- Diseño estructural</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Momento Ultimo (Mu)	Kg.m	Fuerza Axial amplificada (Pu)	Kg	Esfuerzo resistente al corte (Vc)	Kg
<b>III.- Predimensionamientos</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Areas tributarias	m²	Dimensiones de elementos estructurales	m	Planos de detalle	Razon
<b>IV.- Estudio mecanica de suelos</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Capacidad portante	Kg/Cm²	Composicion quimica	Razon	Tipo de suelo	Razon
<b>V.- Periodo de vibracion</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Altura de entrepiso	m	Desplazamiento	mm	Peso sismico	Kg.m
<b>VI.- Cortante basal</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Minimo	Kg/Cm²	Admisible	Kg/Cm²	Maximo	Kg/Cm²
<b>VII.- Desplazamiento de entrepisos</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Minimo	mm	Admisible	mm	Maximo	mm
APELLIDOS Y NOMBRES:	Sarmiento Gottisch Carlos Raul				
PROFESION	Ingeniero Civil				
REGISTRO CIP No:	19334				
EMAIL:	gottisch@yahoo.es				
TELEFONO:	927743740				

NOTA: COLOCAR 1, SI LA OPERACIONALIZACION DE LOS INDICADORES SON VALIDOS CON RESPECTO A LAS DIMENSIONES, COLOCAR 0, SI LA OPERALIZACION DE LOS INDICADORES NO SON VALIDASCON RESPECTO A LAS DIMENSIONES

Sumatoria  
Promedio

*Garay*  
CARLOS RAUL  
SARMIENTO GOTTISCH  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 19334

## ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Analisis estructural de una edificacion comercial, con simulacion sismica, en la Av. Emancipacion, Lima 2021

AUTOR: Carlos Guillermo Alarcon Garay (Orcid: 0000-0002-4372-3554)

EXPERTO

2

I.- INFORMACION GENERAL:					
UBICACION: Lima					
DISTRITO:	Cercado de Lima		ALTITUD:	181.00 msnm	
PROVINCIA:	Lima		LATITUD:	12°03'00" S	
REGION:	Lima		LONGITUD:	77°02'00" O	
II.- Diseño estructural					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Momento Ultimo (Mu)	Kg.m	Fuerza Axial amplificada (Pu)	Kg	Esfuerzo resistente al corte (Vc)	Kg
III.- Predimensionamientos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Areas tributarias	m²	Dimensiones de elementos estructurales	m	Planos de detalle	Razon
IV.- Estudio mecanica de suelos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Capacidad portante	Kg/Cm²	Composicion quimica	Razon	Tipo de suelo	Razon
V.- Periodo de vibracion					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Altura de entrepiso	m	Desplazamiento	mm	Peso sismico	Kg.m
VI.- Cortante basal					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Minimo	Kg/Cm²	Admisible	Kg/Cm²	Maximo	Kg/Cm²
VII.- Desplazamiento de entrepisos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Minimo	mm	Admisible	mm	Maximo	mm
APELLIDOS Y NOMBRES:	DIAZ RAMIREZ, CESAR IVAN				
PROFESION	INGENIERO CIVIL				
REGISTRO CIP No:	118310				
EMAIL:	ingcesgar@gmail.com				
TELEFONO:	948 664 309				

1

1

1

1

1

1

NOTA: COLOCAR 1, SI LA OPERACIONALIZACION DE LOS INDICADORES SON VALIDOS CON RESPECTO A LAS DIMENSIONES, COLOCAR 0, SI LA OPERALIZACION DE LOS INDICADORES NO SON VALIDASCON RESPECTO A LAS DIMENSIONES

Sumatoria  
Promedio

6

1


  
 CESAR IVAN DIAZ RAMIREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 118310

## ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**PROYECTO:** Analisis estructural de una edificacion comercial, con simulacion sismica, en la Av. Emancipacion, Lima 2021

**AUTOR:** Carlos Guillermo Alarcon Garay (Orcid: 0000-0002-4372-3554)

I.- INFORMACION GENERAL:					
UBICACION: Lima					
DISTRITO:		Cercado de Lima		ALTITUD:	161.00 msnm
PROVINCIA:		Lima		LATITUD:	12°03'00" S
REGION:		Lima		LONGITUD:	77°02'00" O
II.- Diseño estructural					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Momento Ultimo (Mu)	Kg.m	Fuerza Axial amplificada (Pu)	Kg	Esfuerzo resistente al corte (Vc)	Kg.
III.- Predimensionamientos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Areas tributarias	m²	Dimensiones de elementos estructurales	m	Planos de detalle	Razon
IV.- Estudio mecanica de suelos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Capacidad portante	Kg/Cm²	Composicion quimica	Razon	Tipo de suelo	Razon
V.- Periodo de vibracion					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Altura de entrepiso	m	Desplazamiento	mm	Peso sismico	Kg.m
VI.- Cortante basal					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Minimo	Kg/Cm²	Admisible	Kg/Cm²	Maximo	Kg/Cm²
VII.- Desplazamiento de entrepisos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Minimo	mm	Admisible	mm	Maximo	mm
APELLIDOS Y NOMBRES:		Velasquez Herrera Cesar David			
PROFESION:		Ingeniero Civil			
REGISTRO CIP No:		116191			
EMAIL:		ing.proyectos@outlook.com			
TELEFONO:		955251234			

EXPERTO
3
1
1
1
1
1
1
1
6
1

NOTA: COLOCAR 1, SI LA OPERACIONALIZACION DE LOS INDICADORES SON VALIDOS CON RESPECTO A LAS DIMENSIONES, COLOCAR 0, SI LA OPERALIZACION DE LOS INDICADORES NO SON VALIDASCON RESPECTO A LAS DIMENSIONES

Sumatoria  
Promedio

  
**CESAR DAVID VELASQUEZ HERRERA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 116191

## ANEXO 6

### INFORME DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO



*Abif S.A.C.*  
*Creatividad y Garantía*

*A.B. Ingeniería Fáctica S.A.C.*  
RUC: 20603345712

#### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216

**ENTIDAD** : MUNICIPALIDAD DE CERCADO DE LIMA

**PROYECTO** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL EN LA DE DOS NIVELES, CON BOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION, LIMA 2022

**SOLICITANTE** : CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY

**UBICACIÓN** : URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACIÓN CON JR. CAILLOMA, DISTRITO CERCADO DE LIMA.

**TÉCNICO** : J.D.M. **FECHA:** ABRIL DEL 2022

#### MUESTRAS

CALICATA			C - 1	C - 2	C - 3
MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
PROFUNDIDAD (m)			9.00	9.00	9.00
FRASCO No			13	14	15
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs		147.540	518.330	135.150
2. Peso recipiente + suelo seco	grs		143.210	507.550	131.260
3. Peso de agua	(1) - (2) grs		4.330	10.780	3.890
4. Peso de recipiente	grs		16.015	187.380	16.015
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs		127.20	320.17	115.25
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %		3.40	3.37	3.38

#### MUESTRAS

CALICATA					
MUESTRA N°					
PROFUNDIDAD (m)					
FRASCO No					
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs				
2. Peso recipiente + suelo seco	grs				
3. Peso de agua	(1) - (2) grs				
4. Peso de recipiente	grs				
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs				
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %				

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por personal técnico de éste laboratorio y el resultado es de uso exclusivo para éste proyecto.



MANUEL ANDRÉS PAÉZ RODRÍGUEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 214708  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 A.B. INGENIERÍA FÁCTICA S.A.C.



Abif S.A.C.  
Creatividad y Garantía

A.B. Ingeniería Fáctica S.A.C.

RUC: 20603345712

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM - D 2216**

**ENTIDAD** : MUNICIPALIDAD DE CERCADO DE LIMA  
**PROYECTO** :  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION, LIMA 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY  
**UBICACIÓN** : URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACIÓN CON JR. CAILLOMA, DISTRITO CERCADO DE LIMA  
**TÉCNICO** : J.D.M. **FECHA:** ABRIL DEL 2022

**MUESTRAS**

CALICATA		C - 1	C - 2	C - 3
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3
PROFUNDIDAD (m)		9.00	9.00	9.00
FRASCO No		13	14	15
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	147.540	518.330	135.150
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	143.210	507.550	131.260
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	4.330	10.780	3.890
4. Peso de recipiente	grs	16.015	187.380	16.015
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	127.20	320.17	115.25
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	3.40	3.37	3.38

**MUESTRAS**

CALICATA				
MUESTRA N°				
PROFUNDIDAD (m)				
FRASCO No				
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs			
2. Peso recipiente + suelo seco	grs			
3. Peso de agua	(1) - (2) grs			
4. Peso de recipiente	grs			
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs			
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %			

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por personal técnico de este laboratorio y el resultado es de uso exclusivo para este proyecto.



  
MANUEL ANDRÉS PÁEZ RODRÍGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
Rég. CIP N° 214708  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
A.B. INGENIERÍA FÁCTICA S.A.C.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

**ENTIDAD** : MUNICIPALIDAD DE CERCADO DE LIMA  
**PROYECTO** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION, LIMA 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022  
**UBICACIÓN** : URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACION CON JR. CALLOMA, DISTRITO CERCADO DE LIMA.  
**TECNICO** : J.D.M.  
**CALICATA** : C - 1  
**MUESTRA** : M - 1  
**PROFUNDIDAD** : 8.00 m.

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)  
 PESO DE LA MUESTRA SECA (g)  
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECA (g)  
 PESOS DE FINOS LAVADOS (g)

3.41
66.21
67.50
0.71

SUCS	SP
ASHFO	A-1-10

SP: Arena Mal Grudada con grava

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASAJE (%)
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				100.00
3/8"	9.525	4.00	5.95	5.95	94.14
N° 4	4.750	7.00	10.26	16.13	83.87
N° 10	2.000	4.36	6.42	22.55	77.45
N° 20	0.840	2.81	4.12	26.67	73.33
N° 40	0.425	11.34	16.53	43.20	56.71
N° 60	0.250	8.28	13.61	56.80	43.10
N° 100	0.149	11.12	16.30	73.20	26.80
N° 200	0.075	18.24	23.81	97.01	3.99
Fondo	-	1.33	1.95	98.96	1.04

D60	0.508
D30	0.168
D10	0.066
Cu	5.287
Cc	0.584

Gravas	10.13
Arenas	80.88
Finos	2.99

Gruesa	0.00
Fina	15.13
Gruesa	6.42
Medio	20.74
Fina	53.72



OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por personal técnico de este laboratorio y el resultado es de uso exclusivo para este proyecto.

*J. Paez*  
**MANUEL ANDRÉS PAEZ RODRÍGUEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP N° 214708  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 A.B. INGENIERÍA FÁCTICA S.A.C.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

**ENTIDAD :** MUNICIPALIDAD DE CERCADEO DE LIMA  
**PROYECTO :** DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION, LIMA2022  
**SOLICITANTE :** CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY **FECHA :** ABRIL DEL 2022  
**UBICACIÓN :** URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACION CON JR. GAILLOMA, DISTRITO CERCADEO DE LIMA. **TECNICO :** J.D.M.  
**CALICATA :** C - 2 **MUESTRA:** M - 2 **PROFUNDIDAD :** 6.00 m.

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) : 3.37 **SUCS :** GP  
 PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) : 68.37 **AASITO :** 6.17g  
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) : 67.79 **SP:** Arena Mal Graduada con grava  
 PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) : 0.61

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE AGUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				100.00
3/8"	9.525	7.40	10.82	10.82	89.18
N° 4	4.750	3.14	4.59	15.42	84.58
N° 10	2.000	4.22	6.17	21.59	78.41
N° 20	0.840	2.98	3.89	25.48	74.52
N° 40	0.425	11.51	16.83	42.31	57.69
N° 60	0.250	9.88	14.16	56.47	43.53
N° 100	0.149	11.33	15.57	73.04	26.96
N° 200	0.074	18.61	24.29	97.34	2.66
Fondo	-	1.21	1.77	99.11	0.89

D60	0.483
D30	0.168
D10	0.097
Cu	4.996
Cc	0.801

Gravas	15.42
Arenas	81.92
Finos	2.66

Gruesa	0.00
Fina	15.42
Gruesa	6.17
Meda	20.73
Fina	55.02



OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por personal técnico de este laboratorio y el resultado es de uso exclusivo para este proyecto.

*[Signature]*  
**MANOLO ANDRES PAEZ RODRIGUEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 DIF N° 214708  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

ENTIDAD : MUNICIPALIDAD DE CERCAÑO DE LIMA  
 PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACIÓN, LIMA 2022  
 SOLICITANTE : CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY FECHA : ABRIL DEL 2022  
 UBICACIÓN : URB. 05 MZ 82 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACIÓN CON JR. CALLCMA, DISTRITO CERCAÑO DE LIMA. TECNICO : J.D.M.  
 CALICATA : C - 3 MUESTRA: N - 3 PROFUNDIDAD : 9.00 m.

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) : 3.31  
 PESO DE LA MUESTRA SECA (g) : 55.94  
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y BRICADA (g) : 61.28  
 PEROS DE FINOS LAVADOS (g) : 0.52

3.31
55.94
61.28
0.52

SUCS	SP
ASHTO	A-1-B

SP: Arena Med Graduada con grava

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.203				
2"	50.803				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				100.00
3/8"	9.525	6.45	9.36	9.36	90.64
N° 4	4.750	4.37	8.10	15.55	84.45
N° 10	2.000	4.51	8.54	22.06	77.91
N° 20	0.840	2.52	3.88	25.75	74.25
N° 40	0.425	11.23	16.28	42.02	57.98
N° 60	0.250	9.53	14.25	56.26	43.72
N° 100	0.149	11.51	16.70	72.86	27.02
N° 200	0.074	16.48	23.90	96.00	3.12
Fondo	-	1.48	2.16	98.04	0.96

D60	0.477
D30	0.167
D10	0.095
Cu	4.995
Cc	0.611

Gravas	15.55
Arenas	61.33
Finos	3.12

Gruesa	0.00
Fina	15.55
Gruesa	0.54
Meda	19.93
Fina	54.96



OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por personal técnico de este laboratorio y el resultado es de uso exclusivo para este proyecto.

*[Signature]*  
**MANOLO ANDRÉS PALZ RODRIGUEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP N° 234708  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 A.B. INGENIERÍA FACTICA S.A.C.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA ASTM 3080

ENTIDAD : MUNICIPALIDAD DE CERCADO DE LIMA  
 PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION, LIMA 2022  
 SOLICITANTE : CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY  
 UBICACION : URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACION CON JR. CAILLOMA, DISTRITO CERCADO DE LIMA  
 FECHA : ABRIL DEL 2022  
 Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Profund.(m) : 9.00

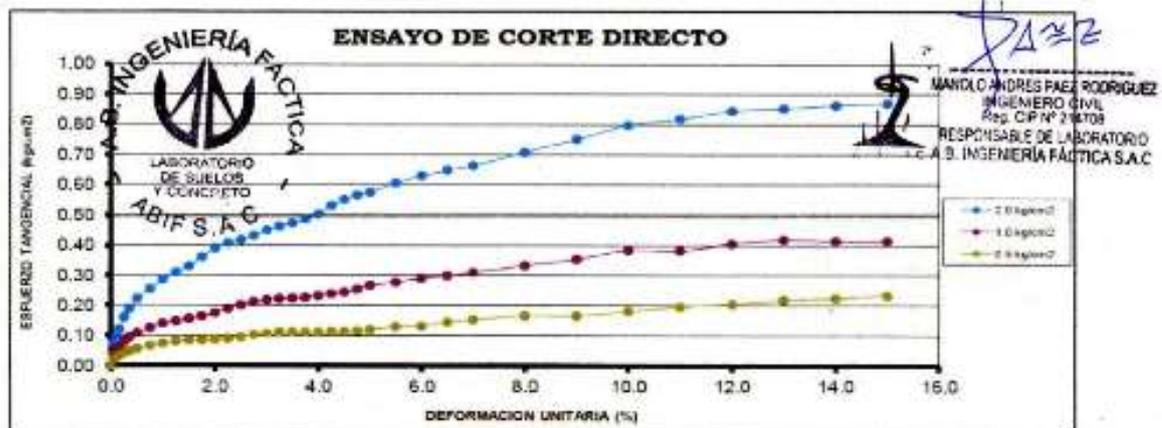
SUCS : SP  
*Arroyo Mal Gradada con grava*

$\gamma_n$  : 1.83 gr/cm<sup>3</sup>  
 Peso : 104.75 gr

DATOS DEL ESPECIMEN	Dámetro	6 Cm
	Altura	2 Cm
	Área de Contacto	28.74

Constante Dial de carga : 0.06

PIA	0.5 Kg/cm <sup>2</sup>			1.0 Kg/cm <sup>2</sup>			2.0 Kg/cm <sup>2</sup>			
	Deformación Tangencial (%)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial de Carga	Fuerza Cortante (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial de Carga	Fuerza Cortante (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	37.0	2.22	0.08	56.0	3.36	0.12	72.0	4.32	0.15	
0.10	78.0	4.88	0.16	87.0	5.22	0.18	112.0	6.72	0.23	
0.15	82.0	4.92	0.17	109.0	6.54	0.23	139.0	8.34	0.29	
0.25	95.0	5.70	0.20	152.0	8.12	0.32	182.0	11.52	0.40	
0.35	107.0	6.42	0.22	204.0	12.24	0.43	221.0	13.26	0.46	
0.50	122.0	7.32	0.25	290.0	15.80	0.54	289.0	17.34	0.60	
0.75	157.0	8.42	0.33	370.0	22.20	0.77	389.0	23.34	0.81	
1.00	187.0	11.22	0.38	437.0	26.22	0.91	489.0	28.14	0.98	
1.25	202.0	12.12	0.42	492.0	26.52	1.03	552.0	33.12	1.15	
1.50	212.0	12.72	0.44	524.0	31.44	1.09	607.0	38.42	1.27	
1.75	217.0	13.02	0.45	555.0	33.30	1.16	669.0	40.14	1.40	
2.00	222.0	13.32	0.46	562.0	33.72	1.17	697.0	41.82	1.48	
2.25	225.0	13.50	0.47	589.0	34.14	1.19	720.0	43.20	1.50	
2.50	226.0	13.58	0.47	574.0	34.44	1.20	740.0	44.40	1.54	
2.75	228.0	13.68	0.48	582.0	33.72	1.17	750.0	45.00	1.57	
3.00	222.0	13.32	0.46	590.0	33.00	1.15	756.0	45.36	1.58	
3.25	218.0	13.14	0.46	534.0	30.04	1.11	747.0	44.62	1.56	
3.50	206.0	12.36	0.43	525.0	31.50	1.10	744.0	44.64	1.55	
3.75	207.0	12.42	0.43	510.0	30.80	1.06	732.0	43.92	1.53	
4.00	198.0	11.94	0.42	494.0	29.54	1.03	717.0	43.02	1.50	
4.25	190.0	11.40	0.40	494.0	29.54	1.03	709.0	42.54	1.48	
4.50	188.0	11.28	0.39	458.0	27.48	0.96	692.0	41.52	1.44	
4.75	180.0	10.80	0.38	474.0	28.44	0.98	673.0	40.38	1.40	
5.00	182.0	10.92	0.38	455.0	27.30	0.95	654.0	39.24	1.37	
5.50	180.0	10.80	0.38	442.0	26.52	0.92	635.0	38.10	1.33	
6.00	175.0	10.50	0.37	448.0	26.94	0.94	620.0	37.20	1.29	
6.50	170.0	10.20	0.35	462.0	27.72	0.96	612.0	36.72	1.26	
7.00	162.0	9.72	0.34	455.0	27.30	0.95	595.0	35.70	1.24	
8.00	157.0	9.42	0.33	402.0	27.72	0.96	609.0	36.54	1.27	
9.00	174.0	10.44	0.36	467.0	28.02	0.97	582.0	34.62	1.21	
10.00	162.0	9.72	0.34	469.0	27.90	0.97	570.0	34.20	1.19	
11.00	156.0	9.36	0.33	457.0	27.42	0.96	561.0	34.66	1.21	
12.00	160.0	9.80	0.33	442.0	26.52	0.92	579.0	34.74	1.21	
13.00	161.0	9.06	0.32	456.0	27.36	0.95	570.0	34.20	1.19	
14.00	166.0	9.96	0.35	470.0	28.20	0.98	587.0	35.22	1.23	
15.00	152.0	9.12	0.32	477.0	28.62	1.00	598.0	35.66	1.25	





**Abif S.A.C.**  
Creatividad y Garantía

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Ingeniería Geotécnica  
RUC: 20402345712

### ANÁLISIS QUÍMICO

(NORMAS: ASTM D-1888, ASTM D-1559, ASTM D-4972)

ENTIDAD	: MUNICIPALIDAD DE CERCAÑO DE LIMA
PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACIÓN LIMA 2022
SOLICITANTE	: CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY
UBICACIÓN	: URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACIÓN CON JR. CAJILLOMA, DISTRITO CERCAÑO DE LIMA
FECHA	: ABRIL DEL 2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

Calicata	: C-1, C-2 y C-3
Muestra	: M-1, M-2 y M-3
Profundidad	: 9.00 m

MUESTRA	SALES SOLUBLES (p.p.m.) ASTM D-1888	SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) (p.p.m.) ASTM D-1559	CLORUROS (Na) (p.p.m.) ASTM D-1559	PH ASTM D-4972
M-1	510.00	220.00	190.00	7.00
M-2	520.00	220.00	180.00	6.80
M-3	490.00	200.00	190.00	7.00

#### TABLAS NORMATIVAS

CUADRO COMPARATIVO DE CONTENIDO DE SULFATOS Y SU GRADO DE AGRESIVIDAD AL CONCRETO SEGÚN DIFERENTES NORMAS Y REGLAMENTOS  
(Valores expresados en ppm)

ACI - 201.2R.77			BRS DIGEST (SEGUNDA SERIE) 90 (Inglés)		DIN 4030 (Alemana)	R.N.C. (Peruana)
Grado de Ataque	Sulfatos en el suelo	Sulfatos en el Agua	Sulfatos en el Suelo	Sulfatos en el Agua	Sulfatos	Sulfatos
Leve	0-1,000	0-150	<2,400	<360	0-600	50
Moderado	1,000-2,000	150-1,500	2,400-6,000	360-1,440	600-3,000	--
Severo	2,000-20,000	1,500-10,000	6,000-24,000	1,440-6,000	>3,000	--
Muy Severo	>20,000	>10,000	>24,000	>6,000	--	--

Los valores máximos tolerables recomendados en nuestro medio, en comparación con los del agua potable, expresados en partes por millón (ppm)

Substancia	Referencias	MTC	RIVVA 5	Agua Potable
Cloruros		300	300	250
Sulfatos		300	50	50
Sales Solubles Totales		1,500	300	300
Sales en Magnesio		--	125	125
Sólidos en Suspensión		1,000	10	10
pH		< de 7	> de 8	10.5
Mat. Orgánica expres. en Oxígeno		16	0.001	0.001

\* Para concretos que han de estar expuestos a ataques por sulfatos



*Manolo*  
2022

MANOLO ANDRÉS PÉREZ RODRÍGUEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. O.P.N.º 14708  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
A.B. INGENIERÍA FACTICA S.A.C.

Nota: Las muestras fueron tomadas in situ, por personal técnico de este laboratorio, y dicho material es exclusivamente para este proyecto.

## CIMENTACION (ANEXO I. NTE E050)

### ANEXO I

#### FORMATO OBLIGATORIO DE LA HOJA DE RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DE LIMA (CERCADO DE LIMA)

INFORME TÉCNICO DE SUELOS PARA FINES DE CIMENTACION

**PROYECTO:**

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION, LIMA 2022

**Distrito:** CERCADO DE LIMA

**Provincia:** LIMA

**Departamento:** LIMA

De conformidad con la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" la siguiente información deberá transcribirse literalmente en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, deberá cumplir con todo lo especificado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

#### RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

**Profesional Responsable (PR):** Ing. Cesar David Velasquez Herrera    Ing. Civil CIP: 116191

**Tipo de Cimentación:** Cimientos Corridos y Zapatas

**Estrato de apoyo de la cimentación:** SP

**Profundidad de la Napa Freática:** No se encontró N.F.

**Fecha:** ABRIL del 2022

#### Parámetros de Diseño de la Cimentación

Profundidad de Cimentación: - 1.50 m Para Construcciones (Zapatas Aisladas )

Presión Admisible: 2.29 kg/cm<sup>2</sup> Para Construcciones Principales

Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico): 3

Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable: 1.17 cm

#### Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)

Zona Sísmica: Zona 4

Tipo de perfil del suelo: S2

Factor de Zona : 0.45 g

Factor del suelo (S): 1.05

Periodo TP (s): 0.60 segundos

Periodo TL (s): 2.0 segundos

#### Agresividad del Suelo a la Cimentación:

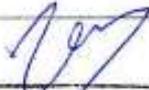
Tipo de agresión: Moderado

Tipo de cemento portland a usar: Tipo II

Relación a/c: 0.70

f'c mínimo: 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Recubrimiento mínimo: 6 cm

  
CESAR DAVID  
VELASQUEZ HERRERA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116191

#### Problemas Especiales de cimentación

Licuefacción: No

Colapso: No

Expansión: No

**Indicaciones Adicionales:** Ninguno



### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

<b>ENTIDAD</b> : MUNICIPALIDAD DE CERCADO DE LIMA	<b>CALICATA</b> : C-1
<b>PROYECTO</b> : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION, LIMA 2022	<b>PROFUNDIDAD</b> : 9.00 m
<b>SOLICITANTE</b> : CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : N.P.
<b>UBICACIÓN</b> : URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACIÓN CON JR. CAILLOMA, DISTRITO CERCADO DE LIMA.	<b>FECHA</b> : ABRIL DEL 2022

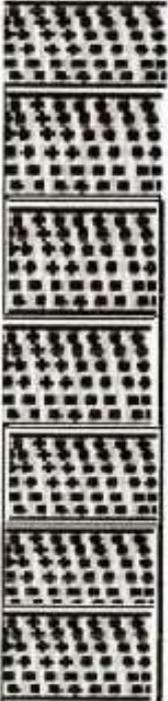
PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN	SIMBOLO
0.00	A Cielo Abierto	S/M	Relleno	GM grava limosa	
1.20					
3.00	A Cielo Abierto	M-1	Material Mal graduada con grava	SP arena mal graduada con grava	
6.00					
9.00					

OBSERVACIONES: Los datos fueron tomadas insitu por personal técnico de éste laboratorio, y ésta información es de uso exclusivo para éste proyecto.

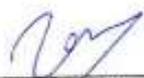
CESAR DAVID  
VELASQUEZ HERRERA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116191

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

<b>ENTIDAD</b> :	MUNICIPALIDAD DE CERCADO DE LIMA	<b>CALICATA</b> :	C-2
<b>PROYECTO</b> :	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION LIMA 2022	<b>PROFUNDIDAD</b> :	9.00 m
<b>SOLICITANTE</b> :	CARLSO GUILLERMO ALARCON GARAY	<b>NIVEL FREÁTICO</b> :	N.P.
<b>UBICACIÓN</b> :	URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACIÓN CON JR. CAILLOMA, DISTRITO CERCADO DE LIMA.	<b>FECHA</b> :	ABRIL DEL 2022

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN	SIMBOLO
0.00	A Cielo Abierto	S/M	Relleno	GM grava limosa	
1.00					
3.00	A Cielo Abierto	M-1	Material Mal graduada con grava	SP arena mal graduada con grava	
6.00					
9.00					

OBSERVACIONES: Los datos fueron tomados insitu por personal técnico de éste laboratorio, y ésta información es de uso exclusivo para éste proyecto.

  
 CESAR DAVID VELASQUEZ HERRERA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 116191

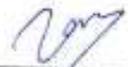


### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

ENTIDAD	: MUNICIPALIDAD DE CERCADO DE LIMA	CALICATA	: C-3
PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION COMERCIAL DE DOS NIVELES CON SOTANO Y SEMISOTANO EN LA AV. EMANCIPACION LIMA 2022	PROFUNDIDAD	: 9.00 m
SOLICITANTE	: CARLOS GUILLERMO ALARCON GARAY	NIVEL FREÁTICO	: N.P.
UBICACIÓN	: URB. 05 MZ 52 LOTE 01, ESQUINA AV. DE LA EMANCIPACIÓN CON JR. CAILLOMA, DISTRITO CERCADO DE LIMA.	FECHA	: ABRIL DEL 2022

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN	SIMBOLO
0.00	A Cielo Abierto	S/M	Relleno	GM grava limosa	
0.90					
3.00	A Cielo Abierto	M-1	Material Mal graduada con grava	SP arena mal graduada con grava	
6.00					
9.00					

OBSERVACIONES: Los datos fueron tomadas insitu por personal técnico de éste laboratorio, y ésta información es de uso exclusivo para éste proyecto.

  
CESAR DAVID  
VELASQUEZ HERRERA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116191

ANEXO 7  
ÁLBUM FOTOGRÁFICO  
CALICATAS REALIZADAS



Muestra del material extraído, conformado por grava limosa y arena mal graduada con grava



Detalle de la pared de la calicata N° 1, excavada



Vista panorámica actual del terreno, donde se ubica el proyecto



Inicio de los trabajos de EMS, vista hacia la Av. Emancipación



Vista frontal del terreno la Av. Emancipación



Vista frontal panorámica del terreno la Av. Emancipación



Vista intersección Av. Emancipación con Jr. Cailloma

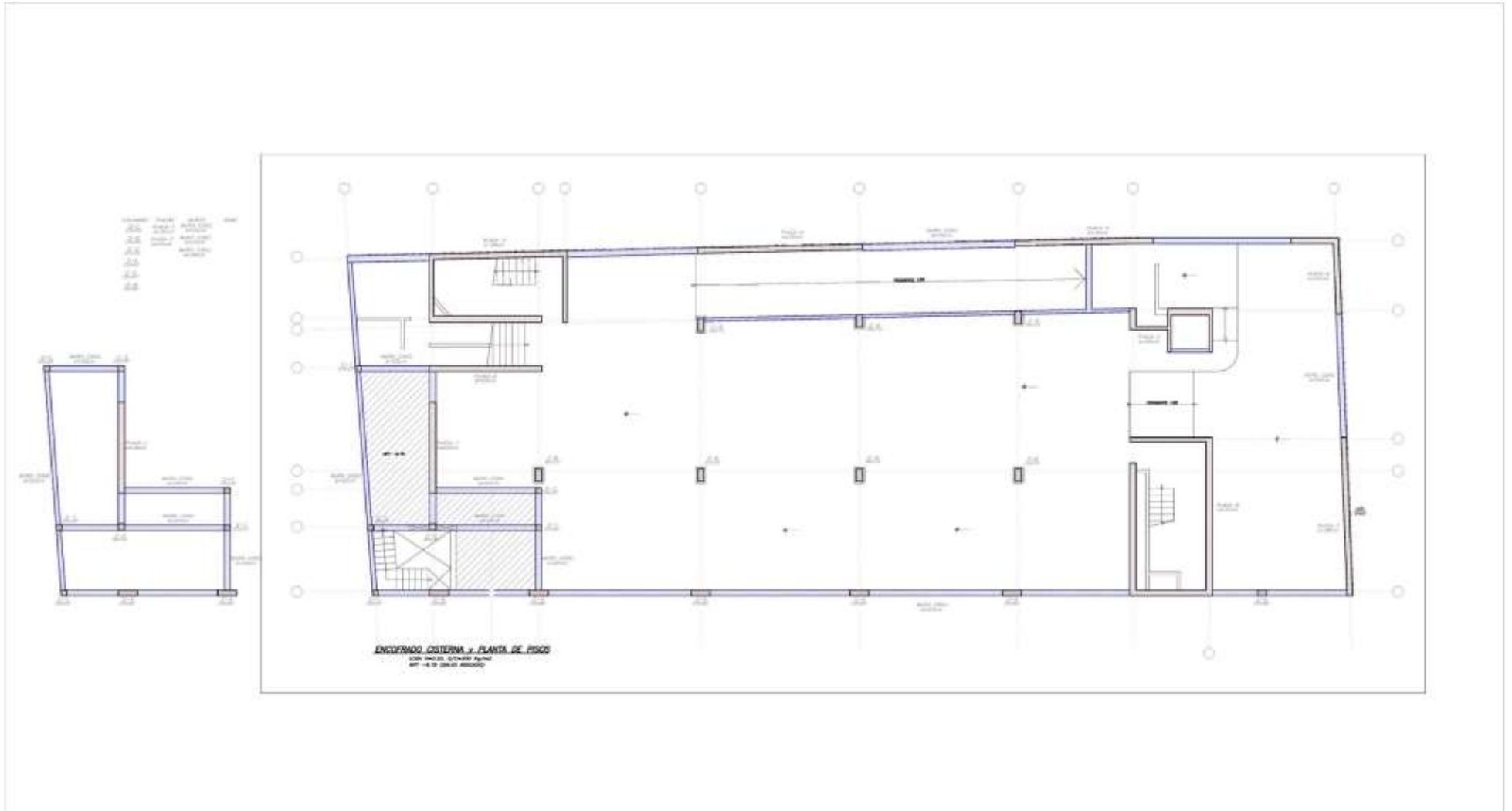


Vista lateral del terreno Jr. Cailloma

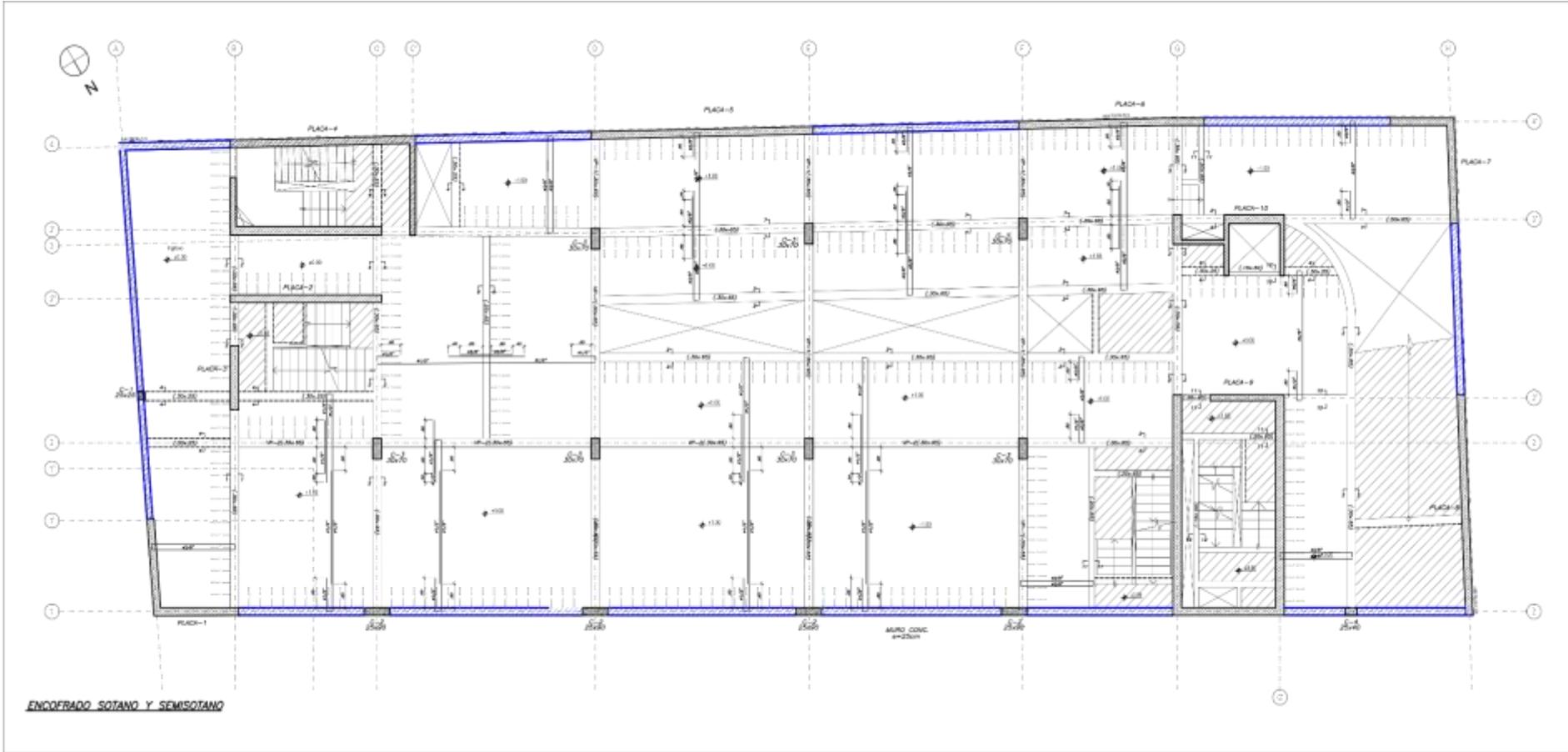


## ANEXO 8: PLANOS DE ESTRUCTURAS

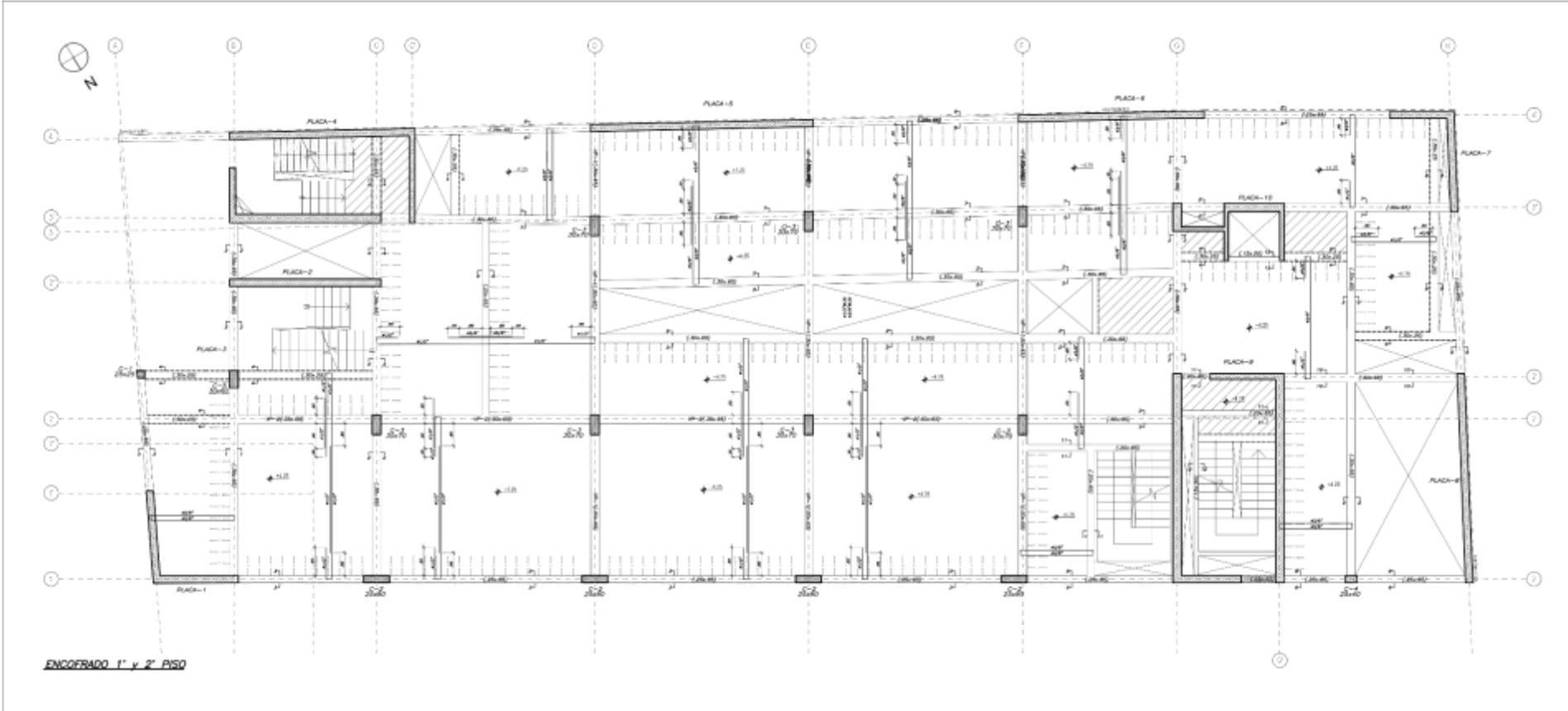
### CIMENTACIÓN



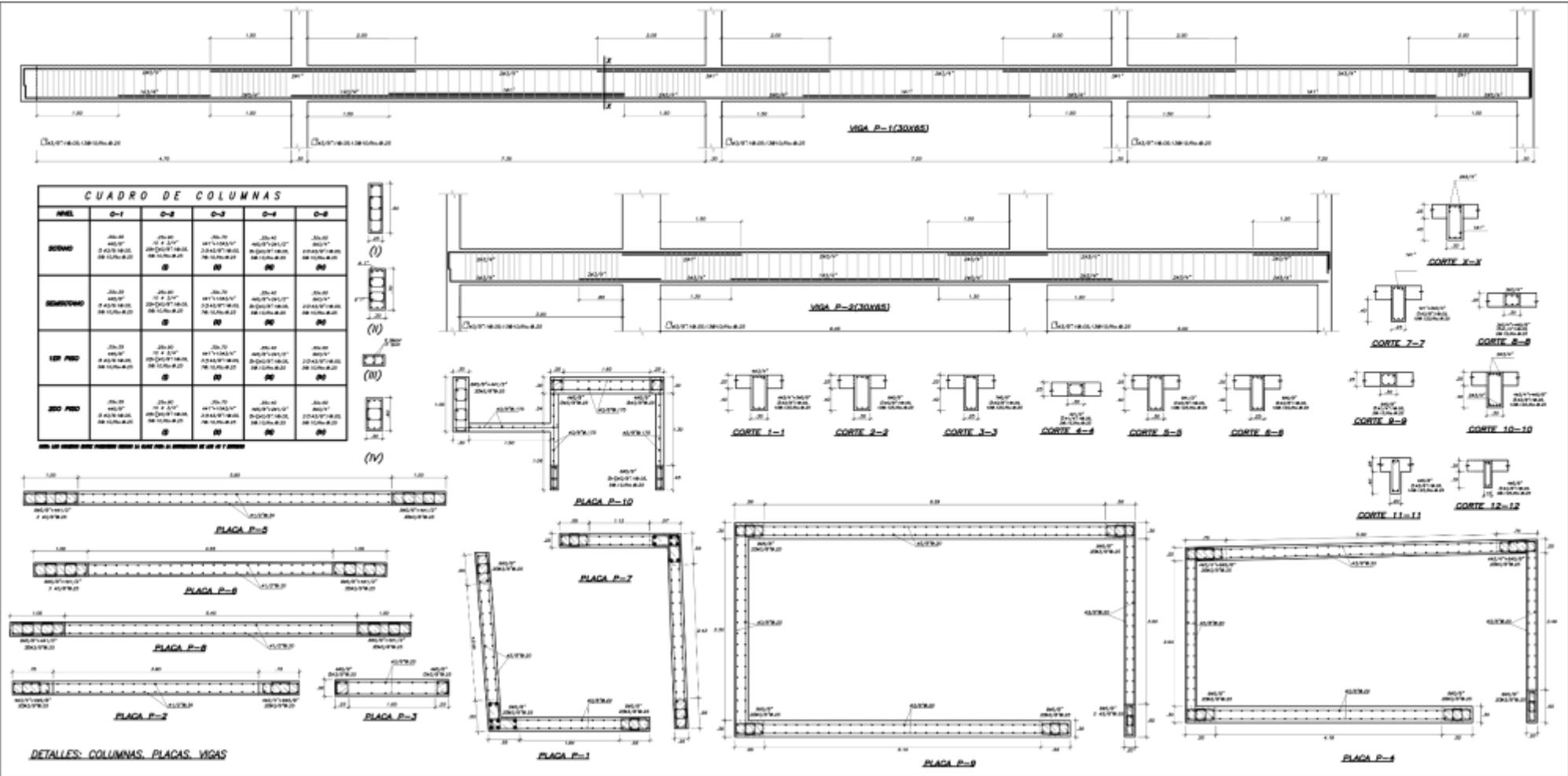
# ENCOFRADO SÓTANO Y SEMISÓTANO



# ENCOFRADO PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

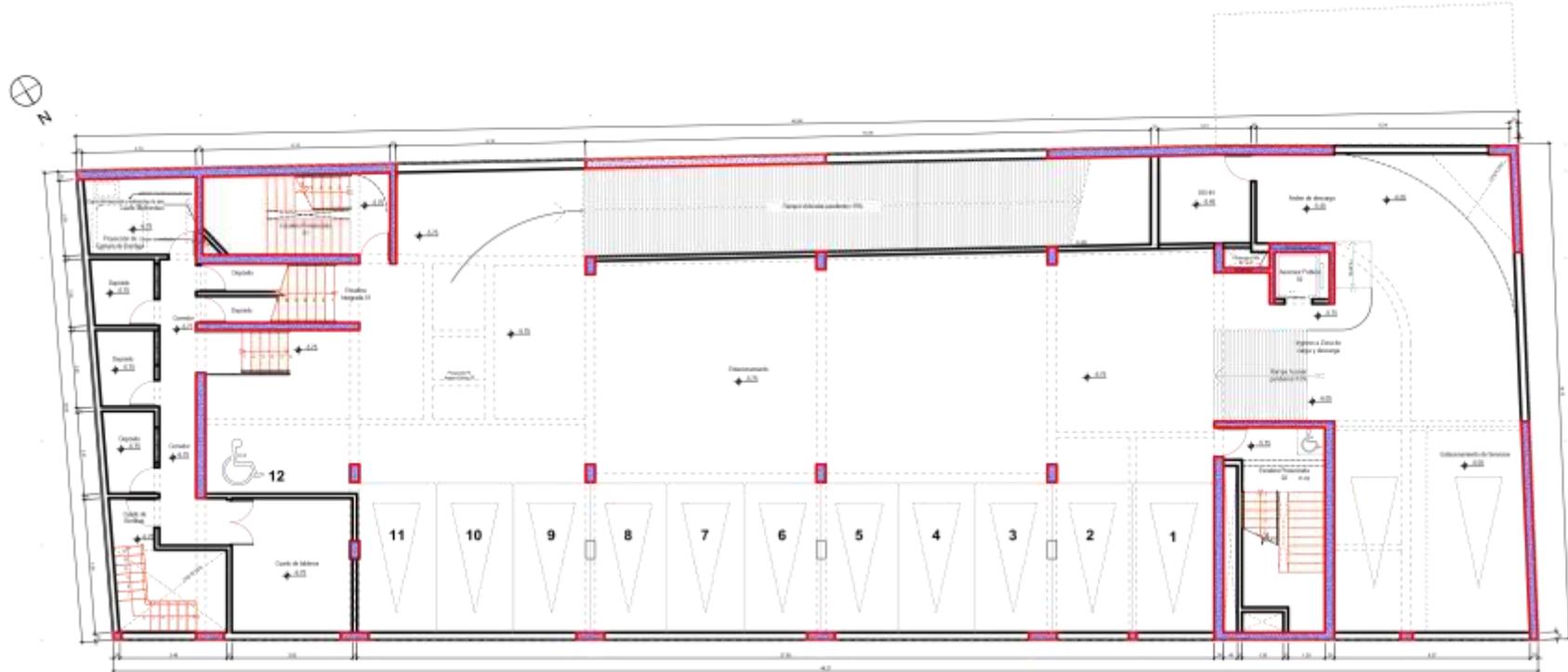


# PLANO DE DETALLES: COLUMNAS, PLACAS Y VIGAS



# ANEXO 9: PLANOS DE ARQUITECTURA

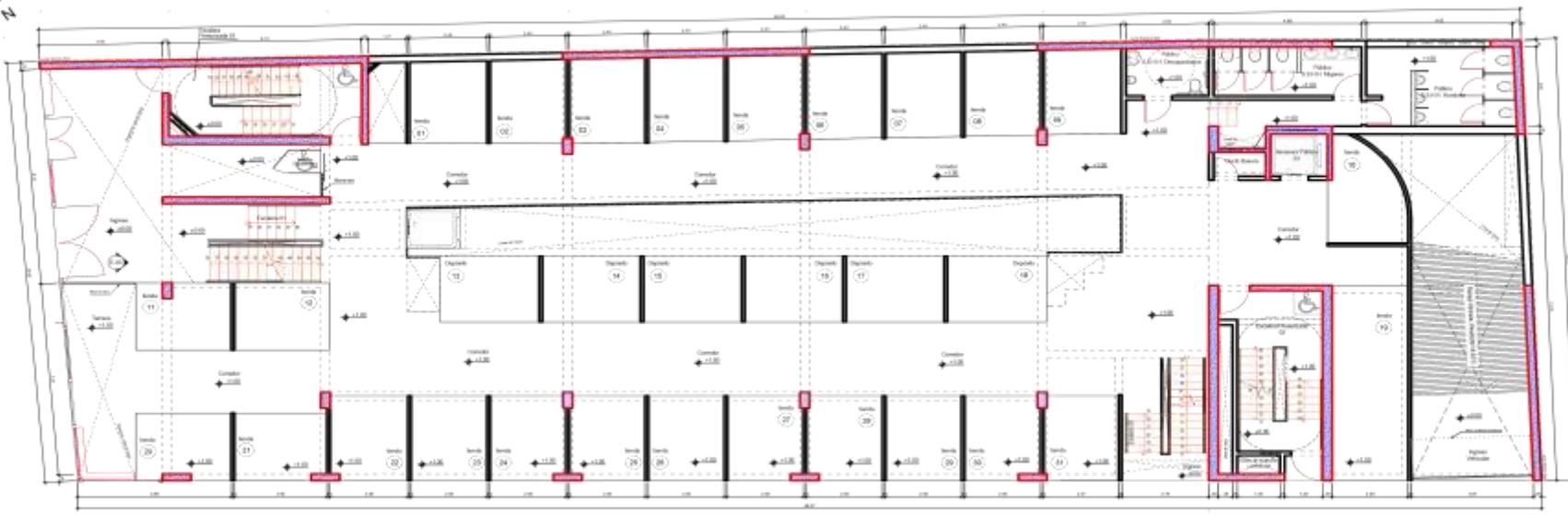
## PLANTA SÓTANO



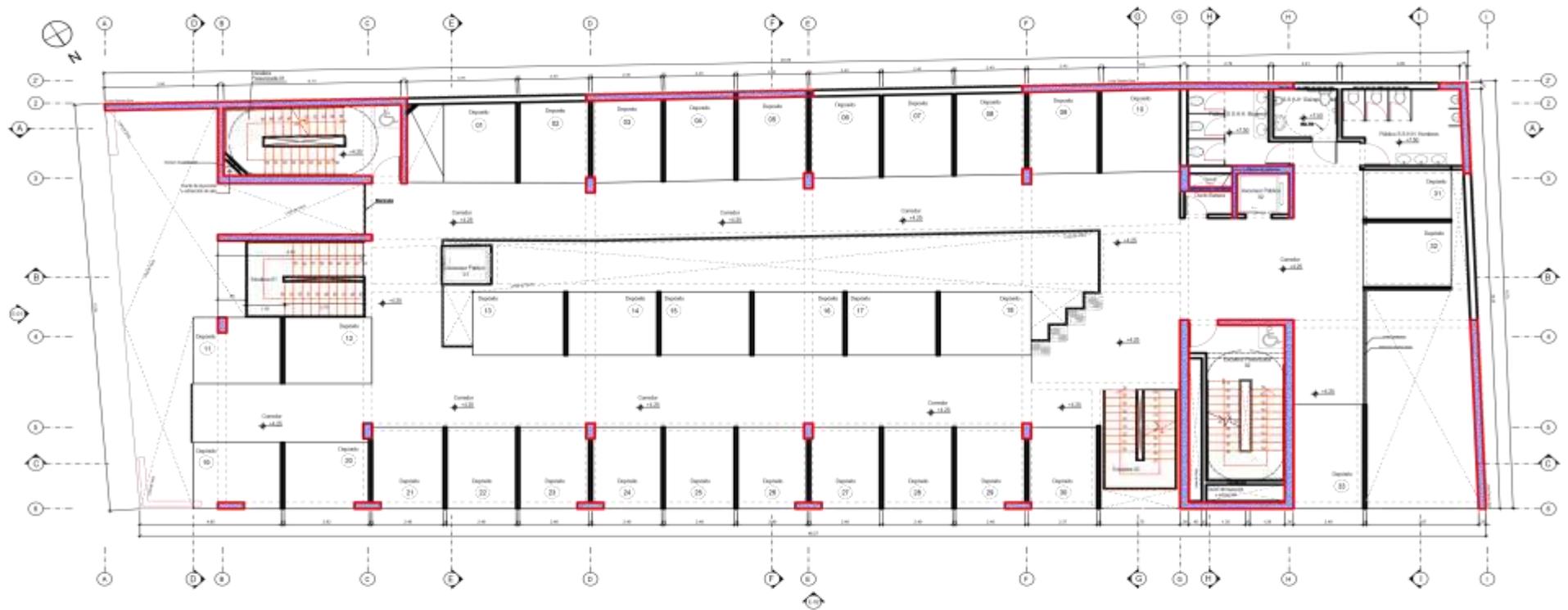
PLANTA SOTANO



**PLANTA SEMISOTANO**



PLANTA PRIMER NIVEL



PLANTA SEGUNDO NIVEL



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DELGADO RAMIREZ FELIX GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño estructural y evaluación sismorresistente de una edificación comercial de dos niveles, en la Av. Emancipación, Lima 2022", cuyo autor es ALARCON GARAY CARLOS GUILLERMO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 21 de Junio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DELGADO RAMIREZ FELIX GERMAN <b>DNI:</b> 22264222 <b>ORCID</b> 0000-0002-7188-9471	Firmado digitalmente por: FDELGADORAM el 14- 07-2022 11:04:10

Código documento Trilce: TRI - 0308981