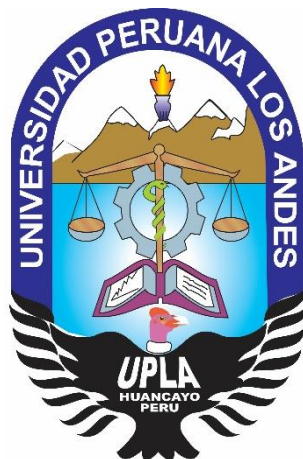


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA
CONFINADA Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN
DE UN CONDOMINIO**

TESIS PRESENTADO POR:

BACH. HUAMÁN AROTOMA, MARÍA ISABEL

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2018

ASESORES:

MG. RENE, VIGNATI DUEÑAS

MG. JUAN CARLOS, GALLARDO MENDOZA

DEDICATORIA:

En especial a mis padres y hermanos por su constante enseñanza para enfrentarse a la vida y lograr el éxito. Aquellos profesionales que ponen pasión y énfasis a cada uno de sus proyectos de ingeniería.

AGRADECIMIENTOS:

Al Ing. Edison Moscoso Alcantara;
por su apoyo y tiempo como guía para
la elaboración de la tesis e incentivar
pasión en la carrera.

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Dr. CASIO AURELIO, TORRES LOPEZ
PRESIDENTE

ING.FELIPE LUIS, DURAND LÓPEZ
JURADO

MG.JUAN CARLOS, RUIZ QUINTANA
JURADO

ING.JUSSY FERNANDO, PAREDES LEÓN
JURADO

Mg. MIGUEL ANGEL, CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XVIII
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.3.1. Práctica o Social.....	2
1.3.2. Metodológica	2
1.4. DELIMITACIONES.....	3
1.4.1. Espacial.....	3
1.4.2. Temporal.....	3
1.4.3. Económica	3
1.5. LIMITACIONES	4
1.5.1. Temporal.....	4
1.5.2. Espacial.....	4
1.6. OBJETIVOS.....	4
1.6.1. Objetivo general.....	4

1.6.2. Objetivos específicos.....	4
CAPITULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.1.1. Nacionales.....	5
2.1.2. Internacionales	6
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	6
2.2.1. Sistema de albañilería.....	6
2.2.2. Sistema de Muros de Ductilidad Limitada	10
2.2.3. Criterios de Estructuración	12
2.2.4. Consideraciones para el Análisis sísmico.....	15
2.2.5. Consideraciones para el diseño estructural.....	21
2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS.....	29
2.4. HIPOTESIS	31
2.4.1. Hipótesis General	31
2.4.2. Hipótesis Específicos	31
2.5. VARIABLES.....	31
2.5.1. Definición conceptual de la variable	31
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	32
2.5.3. Operacionalización de la variable	32

CAPITULO III	33
METODOLOGÍA.....	33
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	33
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.1. Descriptivo.....	33
3.3.2. Explicativo.....	33
3.3.3. Correlacional.....	34
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	34
3.5.1. Población	34
3.5.2. Muestra.....	34
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	35
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	35
3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	35
3.8. ANÁLISIS DE DATOS	35
CAPITULO IV	36
RESULTADOS	36
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	36
4.1.1. Descripción del proyecto arquitectónico	36

4.1.2. Características del terreno	40
4.2. ALBAÑILERÍA CONFINADA	41
4.2.1. Estructuración	41
4.2.2. Predimensionamiento	49
4.2.3. Materiales empleados	59
4.2.4. Metrado de cargas	60
4.2.5. Análisis sísmico	61
4.2.6. Análisis y diseño estructural.....	77
4.2.7. Análisis económico	119
4.3. MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA.....	134
4.3.1. Estructuración	134
4.3.2. Predimensionamiento	134
4.3.3. Materiales empleados	137
4.3.4. Metrado de cargas	137
4.3.5. Análisis sísmico	138
4.3.6. Análisis y diseño estructural.....	150
4.3.7. Análisis económico	163
4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO.....	173
4.4.1. Análisis comparativo del análisis y diseño estructural.....	173
4.4.2. Análisis comparativo económico	175

CAPITULO V	181
DISCUSIÓN	181
CONCLUSIONES.....	183
RECOMENDACIONES.....	185
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	186
ANEXO 1 MATRIZ CONSISTENCIA	188
ANEXO 2.....	189
PLANOS	189

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de zona "Z"	16
Tabla 2. Categoría de las edificaciones y factor "U"	17
Tabla 3. Factor de suelo	17
Tabla 4. Períodos "Tp" y "Tl"	17
Tabla 5. Sistemas estructurales	19
Tabla 6. Irregularidades estructurales en altura.....	19
Tabla 7. Irregularidades estructurales en planta.....	20
Tabla 8. Límites para la distorsión de entrepiso.....	20
Tabla 9. Dimensión y pesos nominales de las barras de acero corrugado.....	22
Tabla 10. Combinaciones de diseño, según norma técnica peruana E.060	24
Tabla 11. Coeficientes de reducción.....	24
Tabla 12. Densidad de muros en dirección X-X del BLOQUE I.....	56
Tabla 13. Densidad de muros en dirección Y-Y del BLOQUE I.....	56
Tabla 14. Densidad de muros en dirección X-X del BLOQUE II	57
Tabla 15. Densidad de muros en dirección Y-Y del BLOQUE II	57
Tabla 16. Centros de masas y rigideces del BLOQUE I	67
Tabla 17. Centros de masas y rigideces del BLOQUE II	67
Tabla 18. Cortante estático del BLOQUE I	68
Tabla 19. Cortante estático del BLOQUE II.....	68
Tabla 20. Períodos y masas participantes del BLOQUE I.....	70
Tabla 21. Periodos y masas participantes del BLOQUE II	71
Tabla 22. Análisis modal espectral (X-X) e(Y-Y)	72
Tabla 23. Valores del pseudoaceleración y período.....	73
Tabla 24. Refuerzo por cambio volumétricos del concreto en losas	82

Tabla 25. Valores esfuerzo axial y aplastamiento	94
Tabla 26. Control de fisuración de los muros de albañilería	100
Tabla 27. Muros del "Bloque I" en dirección X-X.....	115
Tabla 28. Muros del "Bloque I" en dirección Y-Y.....	115
Tabla 29. Muros del "Bloque II" en dirección X-X	116
Tabla 30. Muros del "Bloque II" en dirección Y-Y	116
Tabla 31. Centros de masas y rigideces del BLOQUE I	142
Tabla 32. Centros de masas y rigideces del BLOQUE II	142
Tabla 33. Cortante estático del BLOQUE I	143
Tabla 34. Cortante estático del BLOQUE II.....	143
Tabla 35. Periodos y masas participantes del BLOQUE I.....	144
Tabla 36. Periodos y masas participantes del BLOQUE II	145
Tabla 37. Análisis modal espectral ((X-X) e (Y-Y).....	146
Tabla 38. Valores del pseudoaceleración y período	146
Tabla 39. Cuadro comparativo de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada..	180

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Casa campo albañilería simple	7
Figura 2. Edificio de albañilería confinada.....	8
Figura 3. Distancia entre columnas	8
Figura 4. Muros no portantes	9
Figura 5. Lado izquierdo: muro concreto armado; lado derecho :muro de albañilería	10
Figura 6. Lado izquierdo : Exterior(MDL). Lado derecho: Interior (MDL)	11
Figura 7. Simetría	12
Figura 8. Ductilidad en las estructuras	13
Figura 9. Edificaciones sin continuidad en elevación	13
Figura 10. Ejemplo de rigidez lateral	14
Figura 11 . Deformación por flexión del diafragma.....	14
Figura 12. Grieta en el alfeizar y reducción en altura efectiva por efecto	15
Figura 13. Mapa de zonificación del Perú	16
Figura 14. Zonificación sísmico- geotéctonica	18
Figura 15. Identificación de barra de acero	22
Figura 16. Bloque rectangular de compresión	26
Figura 17. Diafragma de interacción	28
Figura 18. Arquitectura planta típica 1° nivel.....	37
Figura 19. Arquitectura planta típica del 2° al 5° nivel.....	38
Figura 20. Arquitectura corte longitudinal	39
Figura 21. Arquitectura elevación frontal.....	39
Figura 22. Plano de zonificación sísmica	40
Figura 23. Plano zonificación geotéctnica	40
Figura 24. Estructuración planta 1° nivel	43

Figura 25. Estructuración planta típica (2°,3°,4° y 5° nivel)	44
Figura 26. Identificación muros portantes albañilería confinada BLOQUE I -1° nivel.....	45
Figura 27. Muros portantes de albañilería confinada BLOQUE I- (2°,3°,4° y5° nivel) ...	46
Figura 28. Muros portantes de albañilería confinada BLOQUE II- 1° nivel.....	47
Figura 29. Muros portantes albañilería confinada BLOQUE II- (2°,3°,4° y 5° nivel)	48
Figura 30. Losa aligerada en una dirección	50
Figura 31. Modelo matemático-vista tridimensional	65
Figura 32. Modelo matemático-vista tridimensional	66
Figura 33. Masa de la estructura	67
Figura 34. Modos de vibración del 1 al 3 del BLOQUE I.....	70
Figura 35. Modos de vibración del 1 al 3 del BLOQUE II	71
Figura 36. Espectro de diseño en dirección X-X e Y-Y, de los BLOQUES I y II.....	72
Figura 37. Detalle de losa aligerada en una dirección.....	77
Figura 38. Modelo matemático de las losas aligeradas del primer nivel BLOQUE II.....	78
Figura 39. Diagrama de momentos en losas aligeradas del BLOQUE II.....	79
Figura 40. Diagrama de fuerzas cortantes en losas aligeradas del BLOQUE II.....	81
Figura 41. Modelo matemático de las losas del primer nivel BLOQUE I en safe.....	83
Figura 42. Diagrama de momentos en losas aligeradas en dos direcciones BLOQUE I ...	83
Figura 43. Diagrama de fuerzas cortantes en losas aligeradas del BLOQUE I	86
Figura 44. Modelo matemático de las losas del primer nivel BLOQUE I en safe	87
Figura 45. Diagrama de momentos de losas macizas BLOQUE I.....	89
Figura 46. Diagrama de fuerzas cortantes dirección de losas macizas BLOQUE I.....	91
Figura 47. Distribución de los muros de albañilería del 1° nivel del BLOQUE II.....	93
Figura 48. Distribución de los muros de albañilería del nivel típico del BLOQUE II.....	93
Figura 49. Diagrama de momentos en vigas del BLOQUE I.....	111

Figura 50. Diagrama de fuerzas cortantes en vigas del BLOQUE I.	113
Figura 51. Carga a servicio(PM) del muro 1M1Y.	114
Figura 52. Modelo matemático-vista tridimensional	140
Figura 53. Modelo matemático-vista tridimensional	141
Figura 54. Modos de vibración del 1 al 3 del BLOQUE I.....	144
Figura 55. Modos de vibración del 1 al 3 del BLOQUE II	145
Figura 56. Espectro de diseño X-X e Y-Y, de los BLOQUES I y II.....	146
Figura 57. Modelo matemático de losas del primer nivel BLOQUE I.....	151
Figura 58. Diagrama de momentos de losas macizas del BLOQUE I	152
Figura 59. Diagrama de fuerzas cortantes de losas macizas del BLOQUE I	154
Figura 60. Ubicación de placa PL-03 del BLOQUE I.....	157
Figura 61. Diagrama de momentos en placa PL-03(comb.5)del BLOQUE I.....	158
Figura 62. Diagrama fuerzas axiales en placa PL-03 (Comb.5) del BLOQUE I.....	158
Figura 63. Diseño de placa PL-03 del BLOQUE I.....	160
Figura 64. Carga a servicio (PM) de la placa PL-03.	161
Figura 65. Cimiento corrido armado para la placa PL-03.	163
Figura 66. Partidas albañilería confinada-Estructuras.....	175
Figura 67. Partida muro de ductilidad limitada-Estructuras	176
Figura 68. Partidas de albañilería confinada- Arquitectura.....	177
Figura 69. Partidas de muro de ductilidad limitada-Arquitectura.....	178

RESUMEN

Esta investigación responde a la siguiente interrogante: ¿De qué manera el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen en la construcción del condominio El Pando?, tiene como objetivo general: Determinar como el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen en la construcción del condominio El Pando, y la hipótesis general a verificar es : “Los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influirán de forma positiva en la construcción del condominio El Pando para elegir el mejor sistema estructural y a un menor costo”.

El método de investigación general es el científico; tipo de investigación aplicada, con un nivel descriptivo, explicativo y correlacional ; diseño no experimental y transversal; la población está constituida por sistemas estructurales que son: albañilería confinada, albañilería armada, muro de ductilidad limitada, madera, del condominio El Pando; el tipo de muestreo es no probabilístico o intencional , conformado por albañilería confinada y muro de ductilidad limitada del mismo condominio .

La conclusión fundamental es que los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen de forma positiva en la construcción del condominio El Pando para elegir el mejor sistema estructural y a un menor costo, ambas cumplen en presentar buen comportamiento estructural y de menor costo es el sistema estructural de muro de ductilidad limitada.

Palabras clave: Análisis estructural, albañilería confinada, muro de ductilidad limitada.

ABSTRACT

This research answers the following question: How does the structural analysis of the confined masonry systems and the wall of limited ductility influence the construction of the El Pando condominium? Its general objective is: To determine how the structural analysis of the systems of confined masonry and limited ductility wall influence the construction of the El Pando condominium, and the general hypothesis to verify is: "The confined masonry systems and wall of limited ductility will positively influence the construction of El Pando condominium to choose the best structural system and at a lower cost ".

The general research method is the scientific one; type of applied research, with a descriptive, explanatory and correlational level; non-experimental and transversal design; the population is constituted by structural systems that are: confined masonry, armed masonry, wall of limited ductility, wood, of the El Pando condominium; the type of sampling is not probabilistic or intentional, consisting of confined masonry and limited ductility wall of the same condominium.

The fundamental conclusion is that the systems of confined masonry and wall of limited ductility have a positive influence on the construction of the El Pando condominium to choose the best structural system and at a lower cost, both comply with good structural behavior and lower cost is the structural system of wall of limited ductility.

Keywords: Structural analysis, confined masonry, limited ductility wall.

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis, nos demuestra que, en el mundo de la ingeniería civil, se han originado ciertos problemas, existentes en las construcciones sin asistencia técnica (sin análisis ni diseño), por lo cual ante la ocurrencia de terremotos generarían daños importantes en algunas edificaciones.

Cuando el suelo es de baja calidad, los daños han sido mayores. Considerando la norma de cargas E.020, norma de diseño sísmorresistente E.030, norma de albañilería E.070, y la norma de concreto armado E.060; se puede adaptar las construcciones según las normas mencionadas presentando un adecuado comportamiento sísmico.

La función que tuvo las construcciones frente a los sismos, destaca fallas y errores constructivos. Se buscará para prever los sismos mediante los sistemas estructurales más usados en el Perú que son; albañilería confinada y muro ductilidad limitada; la solución más adecuado para este problema, se tomará en cuenta el lugar, las características que se presente y se cumplirá con las etapas, el cálculo y se investigará las diferentes opciones para hallar la solución.

El capítulo I; corresponde al problema de investigación, en donde se encuentra el planteamiento del problema, la formulación del problema general y específicos, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos generales y específicos.

El capítulo II; corresponde al marco teórico, en donde se encuentra los antecedentes tanto nacionales como internacionales, marco conceptual, definición de términos, hipótesis y variables dependiente e independiente.

El capítulo III; corresponde a la metodología, al que encontramos al método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos de la información y técnicas y análisis de datos.

El capítulo IV; corresponde a los resultados; de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada.

El capítulo V; corresponde a la discusión de resultados.

Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la presente tesis, nos demuestra que, en el mundo de la ingeniería civil, se han originado ciertos problemas, existentes en las construcciones sin asistencia técnica (sin análisis, ni diseño), por lo cual ante la ocurrencia de terremotos generarían daños importantes en algunas edificaciones. En Lima; capital centralizada y altamente sísmica, se da el crecimiento de la población que trae como consecuencia una gran demanda de viviendas multifamiliares (también llamados condominios). Debido a la escasez de viviendas; se buscó como alternativa la construcción de edificios que sean estructuralmente seguras ante sismos y a la vez económica, por esta razón, se trabajará con dos sistemas estructurales que son los más usados en el Perú, estos corresponden; albañilería confinada y muro de ductilidad limitada.

La función que tuvo las construcciones frente a los sismos, destaca fallas y errores constructivos. Se buscará para prever los sismos mediante los sistemas estructurales más usados en el Perú que son; albañilería confinada y muro ductilidad limitada; la solución más adecuado para este problema, se tomará en cuenta el lugar, las características que se presente y se cumplirá con las etapas, el cálculo y se investigará las diferentes opciones para hallar la solución.

Por tal motivo, la presente tesis presenta el desarrollo de una estructuración, análisis sísmico, análisis y diseño estructural de la presente edificación, realizando así un presupuesto con sus

respectivos análisis unitarios, cumpliendo las normas mencionadas, y lograr una excelente construcción económica.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿De qué manera el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen en la construcción del condominio El Pando?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera el análisis estructural del sistema de albañilería confinada influye en la construcción del condominio El Pando?
- b) ¿De qué manera el análisis estructural del sistema de muro de ductilidad limitada influye en la construcción del condominio El Pando?
- c) ¿Cuáles son las diferencias y similitudes de los sistemas estructurales de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada según sus respuestas sísmicas y diseño estructural?

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Práctica o Social

La presente investigación está relacionada con el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influirán en la construcción del condominio El Pando para elegir el mejor sistema estructural y a un menor costo, por tanto se realizarán la estructuración, predimensionamiento, análisis y diseño estructural y análisis económico de dicha edificación en el distrito de Cercado de Lima, haciendo uso del Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.3.2. Metodológica

Se utiliza en esta investigación para la obtención de resultados, los softwares ETABS en su versión 2016.2 y SAFE en su versión 2016, los cuales para el análisis estructural realizan;

método matricial de la rigidez para elementos líneas (vigas y columnas) y método de elementos finitos para elementos superficie (muros y losas), cuyos resultados cumplan con efectos máximos.

En cuanto a su análisis económico se realizó; resumen de metrados, análisis de costo unitario y presupuesto; mediante el uso de Excel y el S10.

1.4. DELIMITACIONES

1.4.1. Espacial

Dicho proyecto de investigación se encuentra ubicado en el Distrito de Cercado de Lima, provincia de Lima departamento de Lima. Se utilizará como modelo de la edificación para uso de vivienda llamado Condominio Pando. El edificio cuenta con 05 pisos; en el primer piso encontramos el hall y 4 departamentos, cuya área construida son: 85.85 m², 86.76 m², 94.21 m² y 94.19 m², en pisos típicos, vestíbulo, y sus 4 departamentos de 89.38m², 89.39 m², 89.44 m² y 90. 06 m². Se hará el análisis sísmico del edificio, tomando como modelo el diseño arquitectónico, además se realizará el diseño estructural y presupuesto de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada. Su análisis sísmico es realizado de acuerdo a las normas establecidas Norma E.020 (Cargas), Norma E.030 (Diseño Sismo resistente), E.070 (Albañilería), Norma E.060 (Concreto Armado).

1.4.2. Temporal

La presente investigación se llevó a cabo entre los meses de enero a mayo del año 2018.

1.4.3. Económica

La tesis fue financiada por el alumno ya que utiliza sus conocimientos adquiridos a través del tiempo; usando programas de cómputo.

1.5. LIMITACIONES

1.5.1. Temporal

El trabajo de investigación solo alcanza un tiempo de cuatro meses.

1.5.2. Espacial

La presente tesis se limita espacialmente solo en las especialidades de estructuras y parte de arquitectura

En lo que se relaciona al sistema de Muro de Ductilidad Limitada solo existen revistas del Ingeniero Civil “El constructivo”. Recién en diciembre del 2004 SENCICO, incorpora pautas específicas para las edificaciones de Muro de Ductilidad Limitada, en las normas de Normas de Diseño Sismo resistente (E.0.30) y de Concreto Armado (E.060).

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general

Determinar como el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen en la construcción del condominio El Pando.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Demostrar como el análisis estructural del sistema de albañilería confinada influye en la construcción del condominio El Pando.
- b) Demostrar como el análisis estructural del sistema de muro de ductilidad limitada influye en la construcción del condominio El Pando.
- c) Precisar las diferencias y similitudes de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada según sus respuestas sísmicas y diseño estructural.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Nacionales

En la tesis de Hernández Pinedo, Luis Miguel Alexis, de la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, del año 2012; titulada **“Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada”**, se concluyó, que, ante un sismo, una edificación se comporta mejor al presentar placas en medio de dicha edificación.

Para el diseño de placas, se comparó dos métodos, cuyo método más conveniente fue, el diagrama de interacción, por obtener resultados precisos a comparación de la tabla de cálculos empíricos.

En cuestión de la losa de cimentación, se compara el programa safe y sap 2000, siendo el más conveniente el safe, por presentar una distribución de acero más ordenado.

En la tesis de Zavaleta Chumbiauca, Luis Alfredo de la UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, del año 2009; **“Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Trujillo”**, se concluye, que el sistema de muro de ductilidad limitada tanto como albañilería confinada, tienen un buen comportamiento ante sismos e interacción sísmica suelo, por cumplir con la norma diseño sismorresistente y estructural.

En sus costos, tiempo e impacto socioeconómico, el sistema de muro de ductilidad limitada tiene mejor ventaja que albañilería confinada.

La tesis de García Aguirre, Carlos Julián de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, del año 2005; titulada **“Análisis y Diseño estructural de un edificio de concreto armado de muros de corte”**; se concluye; para controlar los desplazamientos para un muro de corte, se considere de gran importancia su ubicación para evitar efecto torsión, aunque no siempre se cumple con este criterio debido al uso de dicha edificación; por lo que un proceso demoraría, ,aún mayor, por lo que depende de la experiencia de dicho estructural.

2.1.2. Internacionales

La presente tesis por Sanabria Riaño, Brian Steven de la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, del año 2017; titulada **“Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles”**; se hace mención, que los elementos prefabricados para losas de entrepiso, es mejor que los sistemas de losas aligeradas, cuyo tema es poco investigado; esperando así que los elementos prefabricados, sean reconocidos , tanto en la sociedad , como en la norma.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Sistema de albañilería

Según San Bartolomé, Quiun y Silva (2014). Es también llamado mampostería, que son conjunto de unidades de albañilería trabados, unida por un mortero formando un conjunto monolítico llamado muro. Las unidades de albañilería pueden ser ladrillos de arcilla cocida, ladrillos o bloques de silico-calcareos, bloques de concreto. La albañilería se clasifica:

2.2.1.1. Según su distribución del refuerzo

A. Sistema de albañilería simple

Según San Bartolomé, Quiun y Silva (2014). Son aquellos muros que carecen de reforzamiento. Los edificios antiguos con estas características que se encuentran en un suelo bueno y gran densidad de muros en sus dos direcciones, ante un sismo no presenta daños es

decir su comportamiento es elástico debido a su alta resistencia y rigidez lateral, por la gran cantidad de muros que tienen en sus dos direcciones.

Si comparamos el sistema de albañilería simple con el sistema de albañilería confinada presentan la misma fuerza cortante, la diferencia sería que la albañilería confinada al presentar columnas de confinamiento da ductilidad, proporcionan arriostres verticales al muro confinado, aumenta la rigidez en el muro confinado y disminución del periodo de vibración de una edificación.

Figura 1. Casa campo albañilería simple



B. Sistema de albañilería confinada

Según San Bartolomé, Quiun y Silva (2014). El sistema de albañilería confinada es utilizado en casi todo Latinoamérica, cuya construcción máxima es hasta 5 pisos según lo indicado en la NTP E.070, y su cimentación en su mayoría es de cimiento corrido.

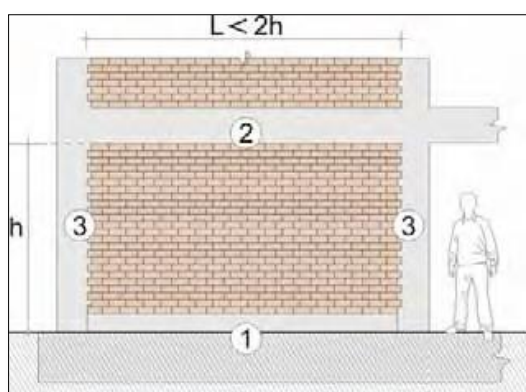
Figura 2. Edificio de albañilería confinada



Fuente: Manual de albañilería confinada (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento)

La albañilería confinada se define como la unión entre el muro de albañilería con el vaciado de concreto armado, tomando en cuenta, que la distancia entre columnas no supere 2 veces la altura del muro. Los elementos de concreto armado dan ductilidad al sistema da capacidad deformación inelástica.

Figura 3. Distancia entre columnas



Fuente: Norma técnica E.070 "Albañilería"

Por otro lado, para el caso de los pórticos, su proceso constructivo primero se construye los elementos de concreto armado (columna, viga junto con el techo) y después de desencofrarlos se construye el tabique de albañilería.

En cambio, los muros confinados primero se construye la albañilería luego se realiza el vaciado de las columnas por último se vacía el concreto de vigas soleras en unión con la losa de techo (columna-muro) y (solera-muro) formando así un sistema.

Es un sistema estructural, donde la resistencia ante cargas verticales (gravedad) y cargas horizontales (sismo) está dada por muros de ladrillo reforzados en su perímetro con elementos de concreto armado (Columnas o vigas de confinamiento), con la finalidad de hacerlo más resistente frente a movimientos sísmicos.

C. Sistema de albañilería armada

Son muros de albañilería con refuerzo (acero), tanto refuerzo horizontal y refuerzo vertical, unidas por un concreto líquido también llamado grout.

2.2.1.2. Por su función estructural

Según San Bartolomé, Quiun y Silva (2014).

- **Muros no portantes**

Encontramos aquellos muros como los cercos, parapetos y tabiques, que no reciben carga vertical, pero si su peso propio. Estos muros responden a cargas de empuje, su fuerza de inercia es mínima.

Los cercos sirven como elementos de cierre en linderos de una edificación o terreno.

La tabiquería sirve para dividir ambientes en los edificios.

Los parapetos son usados como barandas de escaleras, cerramientos de azoteas, etc.

Figura 4. Muros no portantes

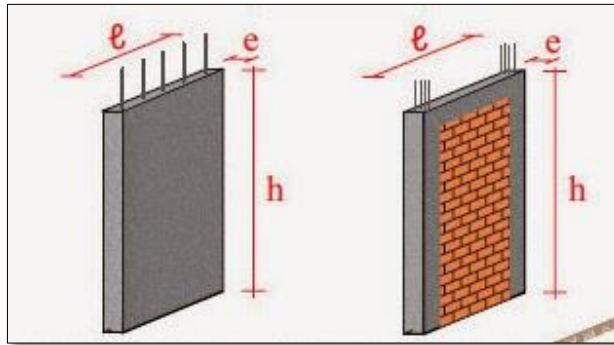


Fuente: Reparación y reforzamiento de las construcciones de albañilería (San Bartolomé)

- **Muros portantes**

Son aquellos que trabajan como elementos estructurales, estas soportan toda carga vertical y lateral de toda la edificación.

Figura 5. Lado izquierdo: muro concreto armado; lado derecho :muro de albañilería



2.2.1.3. Reseña histórica de albañilería confinada

Según San Bartolomé, Quiun y Silva (2014). Creadas por ingenieros italianos, después del acontecimiento del sismo de Mesina, Sicilia en 1908 hicieron que colapse aquellas viviendas no reforzadas. El ingreso al Perú de la albañilería confinada fue en los años de 1940. El Perú realiza sus primeros ensayos en los años 70 y la escasa información que recién fueron utilizados en 1982 y presentado (Norma E0.70, ININVI, albañilería).

Por último, gracias a los ensayos realizados e investigaciones teóricas permitieron actualizar el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E070 que se publicó en el 2006, se indica además que las normas extranjeras no influyen en el tema de albañilería peruana, debido a la diferencia de materiales de construcción, mano de obra y técnicas de construcción.

2.2.2. Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

El sistema de muro de ductilidad limitada (MDL) se caracteriza porque su resistencia sísmica y carga de gravedad trabajan sobre el muro de concreto armado cuyo espesor es reducido de 10 a 12 cm, no presenta confinamiento y su refuerzo es una sola malla. Su construcción según la ntp E.030 es como máximo de siete pisos, tiene alta densidad de muros, en sus respectivas direcciones.

Es un sistema estructural, donde la resistencia ante cargas verticales (gravedad) y cargas horizontales (sismo) está dada por muros de concreto armado de poco espesor, los cuales debido a la gran cantidad de muros no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes.

Según Villarreal (2015). Desde el 2000 para adelante la construcción de (edificaciones) MDL ha sido muy, pero muy alta y sobretodo está dedicado a las clases de niveles C, D porque este sistema de MDL son a su vez todos muros portantes y muros de corte. Tienen un doble comportamiento, ante carga vertical y ante el efecto sísmico.

En cuanto al sistema constructivo se entiende que es un sistema industrializado, con ausencia de vigas, columnas, es decir solo trabajan los muros con losas de entrepiso y cimentación.

Figura 6. Lado izquierdo : Exterior(MDL). Lado derecho: Interior (MDL)



Fuente: Pontificia Universidad Católica del Perú

2.2.2.1. Reseña histórica de muro de ductilidad limitada

Según el autor Ángel Francisco San Bartolomé Ramos; este sistema se comenzó a utilizar en el año 2001; sin reglamentación. La Pontificia Universidad Católica del Perú inició un programa de investigación experimental que contó con el apoyo de algunas entidades peruanas. Los resultados de estos proyectos fueron considerados en adendas que en el 2006 se incorporaron a las normas peruanas de Diseño Sismorresistente y de Concreto Armado.

Recién el 2004 el sistema de muro de ductilidad limitada entra en vigencia en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.3. Criterios de Estructuración

Los principales criterios de estructuración para lograr una estructura sismo resistente, son:

A. Simplicidad

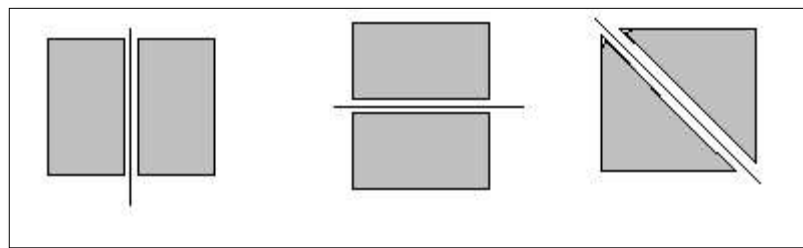
Porque de acuerdo a la experiencia se dice que las estructuras simples se comportan mejor ante los sismos. Por dos razones:

- Nuestra habilidad para saber el comportamiento sísmico de estructuras simples que para complejas.
- Nuestra habilidad para idealizar los elementos estructurales es más fácil para estructuras simples que para complejas.

B. Simetría

Se busca la simetría de una estructura en sus dos direcciones, para evitar efectos torsionales que son difíciles de evaluar y pueden ser muy destructivos.

Figura 7. Simetría



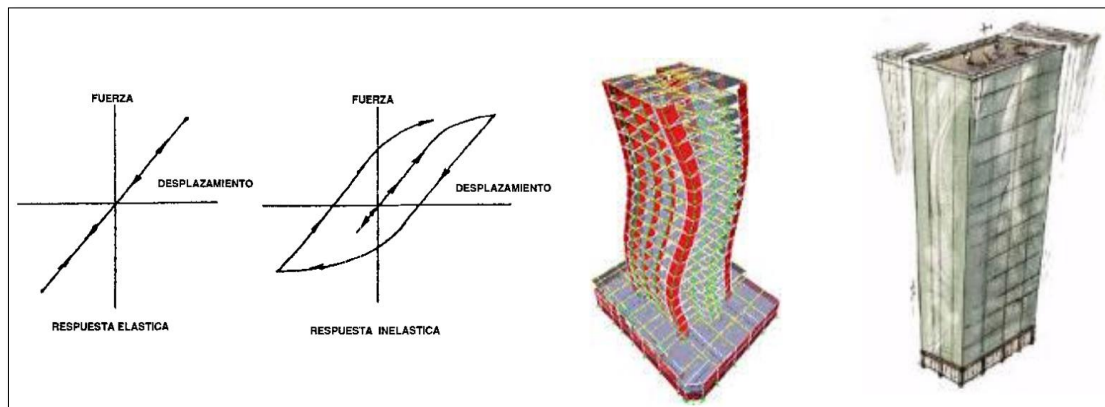
Fuente: Universidad de Mendoza (Argentina)

C. Resistencia y ductilidad

Las estructuras deben tener una resistencia adecuada en las dos direcciones ortogonales con el fin de garantizar la estabilidad del edificio.

Con la ductilidad se busca que las estructuras sean capaces de deformarse plásticamente sin que llegue a la falla.

Figura 8. Ductilidad en las estructuras



Fuente: Universidad Católica del Perú.

D. Continuidad

La edificación debe presentar continuidad en planta y elevación que no cambien bruscamente de rigidez, de manera de evitar concentraciones de esfuerzos.

Figura 9. Edificaciones sin continuidad en elevación

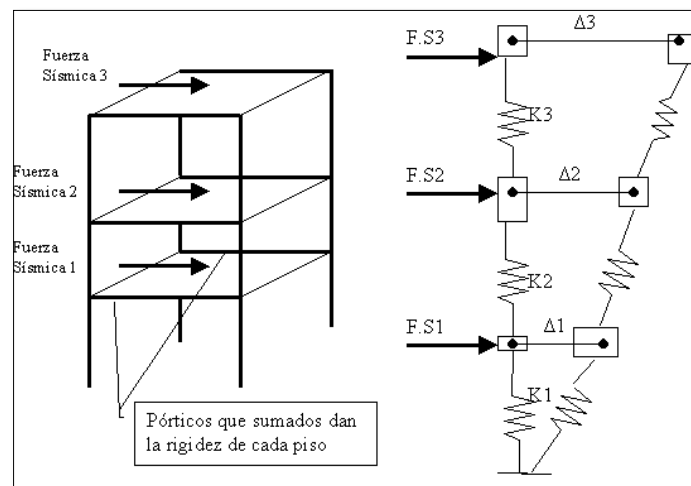


Fuente: Universidad continental

E. Rigidez Lateral

Para que una estructura pueda resistir fuerzas horizontales sin tener deformaciones importantes, será necesario proveerla de elementos estructurales que aporten rigidez lateral en sus direcciones principales.

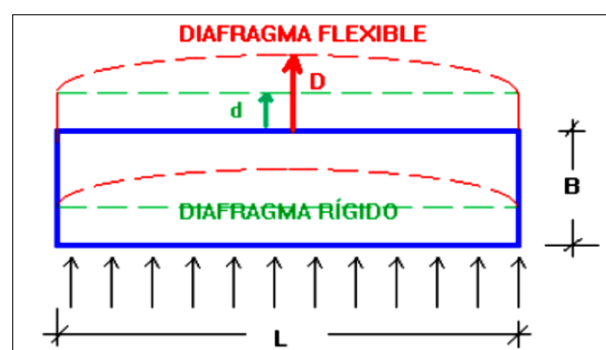
Figura 10. Ejemplo de rigidez lateral



F. Diafragma rígido

La losa rígida idealiza la estructura como unidad, cuyas fuerzas laterales se distribuyen en columnas y muros de acuerdo a su rigidez lateral.

Figura 11 . Deformación por flexión del diafragma



Fuente: San Bartolomé A. Quiun Daniel y Silva Wilson (2014). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*, pp 195

G. Aislar y proteger elementos no estructurales

Todos aquellos elementos que no son estructurales como cercos, alfeizares y parapetos deberán ser aislados de los elementos estructurales (Columnas, muros), debiéndoseles diseñar ante acciones perpendiculares a su plano.

Figura 12. Grieta en el alfeizar y reducción en altura efectiva por efecto



Fuente: San Bartolomé A. Quiun Daniel y Silva Wilson (2014). Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería, pp 204

2.2.4. Consideraciones para el Análisis sísmico

Según Norma Peruana E.030 (2016). Las consideraciones adoptadas para poder realizar un análisis dinámico de las estructuras son tomadas mediante movimientos de superposición espectral, es decir, basado en la utilización de periodos naturales y modos de vibración que podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

2.2.4.1. Parámetros Sísmicos

Entre los parámetros de sitio usados y establecidos por la Norma E.030 tenemos:

A. Zonificación (Z)

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características esenciales de los movimientos sísmicos, la atenuación de estos con la distancia y la información geotécnica obtenida de estudios científicos.

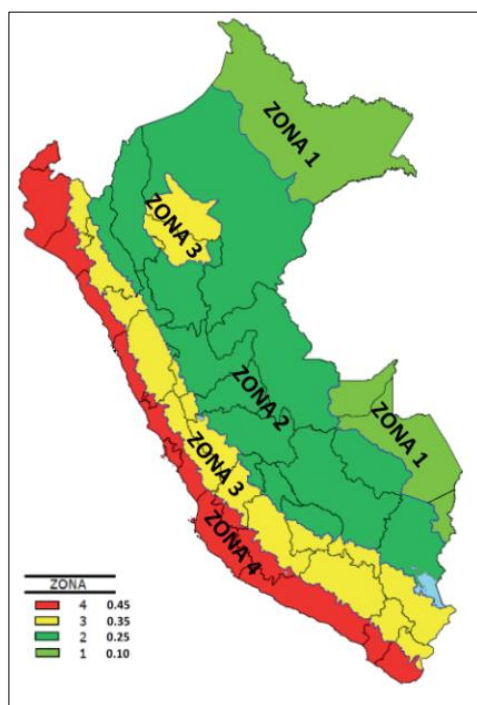
De acuerdo a lo anterior, el Art. 2.1 “Zonificación” de la Norma E.030 de diseño sismo-resistente asigna un factor “Z” a cada una de las 4 zonas del territorio nacional. Este factor representa la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Tabla 1. Factores de zona "Z"

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma técnica E.030 “Diseño sismorresistente”

Figura 13. Mapa de zonificación del Perú



Fuente: Norma técnica E.030 “Diseño sismorresistente”

B. Categoría de las edificaciones (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, para estas estructuras (de acuerdo a la cantidad de personas concentradas) la norma establece un factor de uso U, que es el que se tomará para este análisis.

Tabla 2. Categoría de las edificaciones y factor "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
		1. con aisladores sísmicos.
A	A1. Establecimientos de salud del sector salud del 2º y 3º según lo normado por el Ministerio de Salud.	1.5. sin aisladores sísmicos
Edificaciones Esenciales	A2. Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de un sismo severo	1.5
B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas o que guardan patrimonios valiosos.	1.3
Edificaciones Importantes	Edificaciones comunes cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1
C	Edificaciones comunes	
D	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Criterio de proyectista
Edificaciones temporales		

Fuente: Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente"

C. Parámetros del Suelo (S)

Para los efectos de este estudio, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte, que se encuentran en la norma E.030 de diseño sismorresistente.

Tabla 3. Factor de suelo

Zona\Suelo	S ₀ (Roca dura)	S ₁ (Muy Rigido)	S ₂ (Intermedio)	S ₃ (Suelo Blando)
Zona 1	0.80	1.00	1.60	2.00
Zona 2	0.80	1.00	1.20	1.40
Zona 3	0.80	1.00	1.15	1.20
Zona 4	0.80	1.00	1.05	1.10

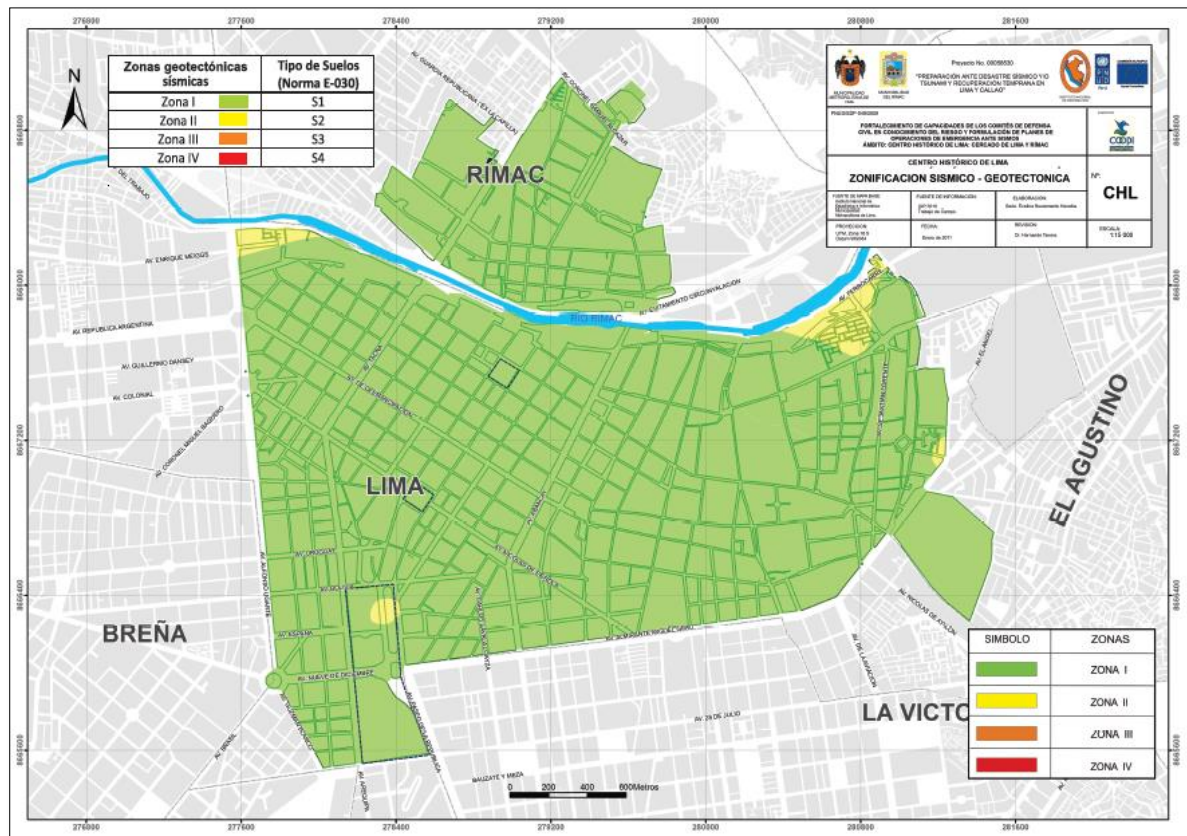
Fuente: Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente"

Tabla 4. Períodos "Tp" y "Tl"

	S ₀ (Roca dura)	S ₁ (Muy Rigido)	S ₂ (Intermedio)	S ₃ (Suelo Blando)
Tp	0.30	0.40	0.60	1.00
TL	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente"

Figura 14. Zonificación sísmico- geotéctonica



Fuente: Atlas de peligros del Perú 2010

D. Factor de amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

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

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

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

E. Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0)

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sísmo resistente predominante en cada dirección. De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0).

Tabla 5. Sistemas estructurales

Sistema	R₀	Material
Pórticos de Concreto Armado	8.00	Concreto armado
Dual	7.00	
Muros Estructurales	6.00	
Muros de ductilidad limitada	4.00	
Albañilería Confinada	3.00	Albañilería
Albañilería Armada	3.00	
Pórticos SMF	8.00	Acero
Pórticos IMF	7.00	
Pórticos OMF	6.00	
Pórticos SCBF	8.00	
Pórticos OCBF	6.00	
Pórticos EBF	8.00	

Fuente: Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente"

F. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, según el Art. 3.8 "Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas", de la norma E.030, se determinará:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Donde:

R₀: Coeficiente básico de Reducción de las fuerzas sísmicas.

I_a: Factor de irregularidad en altura.

I_p: Factor de irregularidad en planta.

Tabla 6. Irregularidades estructurales en altura

Irregularidad	I_a
De Rigidez	0.75
De extrema de Rigidez	0.50
De Masa	0.90
De Geometría Vertical	0.90
Discontinuidad en los S.R	0.80
Discontinuidad extrema en los S.R.	0.60
No Presenta Irregularidad	1.00

Fuente: Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente"

Tabla 7. Irregularidades estructurales en planta

Irregularidad	Ip
Torsional	0.75
Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.90
No Presenta Irregularidad	1.00

Fuente: Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente"

2.2.4.2. Desplazamientos laterales y distorsiones admisibles

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75R, los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

“Desplazamientos laterales relativos admisibles”, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión), según la siguiente tabla:

Tabla 8. Límites para la distorsión de entrepiso

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente"

2.2.4.3. Análisis sísmico estático

Para la presente tesis se consideró calcular lo siguiente:

- Hallar la fuerza cortante (V) en la base para cada dirección de análisis.
- Determinar el valor de C se debe estimar el período fundamental de vibración de la estructura (T) en cada dirección.

2.2.4.4. Análisis sísmico dinámico

Requiere las siguientes características para un análisis dinámico:

- Determinar los modos de vibración y sus periodos y masas participantes.
- Hallar el espectro inelástico de pseudo aceleraciones S_a para cada dirección de análisis.
- Considerar excentricidad accidental del 5%.
- Considerar la respuesta máxima esperada correspondiente al efecto conjunto de los modos.
- Se deben escalar todos los resultados obtenidos para fuerzas considerando cortante mínimo en el primer entrepiso que será un porcentaje del cortante calculado para el método estático.

2.2.5. Consideraciones para el diseño estructural

2.2.5.1. Modelamiento

Es una idealización de los componentes de elementos estructurales de una edificación, representándose en forma matemática por medio de fuerzas verticales, horizontales y esfuerzos que se generan en los diferentes elementos estructurales.

2.2.5.2. Materiales empleados

A. Concreto

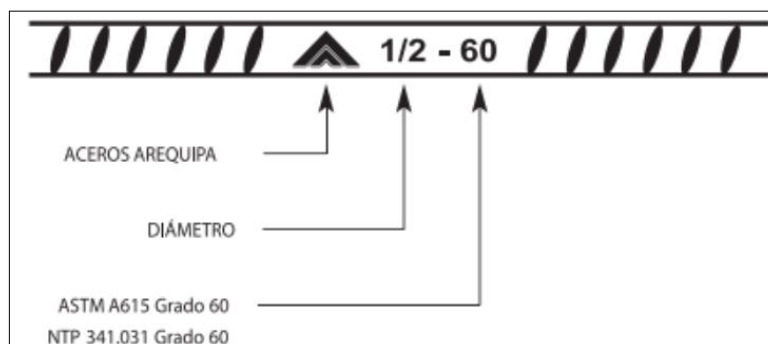
El concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso (piedra chancada), agregado fino (arena gruesa) y agua en proporciones adecuados de acuerdo a la resistencia que se requiere obtener.

B. Acero

El acero es una aleación de hierro con pequeñas cantidades de otros elementos, es decir, hierro combinado con 1% aproximadamente de carbono, y que hecho ascua es sumergido en agua fría, donde después adquiere por el temple gran dureza y elasticidad. Se caracteriza por

su gran resistencia a la tracción y compresión (resistencia a la fluencia). En el Perú se utiliza el acero corrugado ASTM A615 grado 60.

Figura 15. Identificación de barra de acero



Fuente: Aceros Arequipa

Tabla 9. Dimensión y pesos nominales de las barras de acero corrugado

DIÁMETRO DE BARRA		SECCIÓN (mm ²)	PERÍMETRO (mm)	PESO MÉTRICO NOMINAL (kg/m)
Pulg.	mm			
-	6	28	18.8	0.220
-	8	50	25.1	0.395
3/8	-	71	29.9	0.560
-	12	113	37.7	0.888
1/2	-	129	39.9	0.994
5/8	-	199	49.9	1.552
3/4	-	284	59.8	2.235
1	-	510	79.8	3.973
1 3/8	-	1,006	112.5	7.907

Fuente: Aceros Arequipa

C. Concreto armado

El concreto armado es el material de construcción predominante en casi todos los países del mundo. El concreto armado no se restringe a lo que denominamos concreto vaciado en sitio, hoy en día el concreto prefabricado en planta y luego transportado y colocado en obra presente una alternativa que permite ahorros importantes en costo y tiempo de ejecución.

D. Albañilería

La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de muros de albañilería.

La norma peruana E.070 determina las propiedades mecánicas de la albañilería, en base a unos registros históricos o mediante ensayos empíricos realizados a unidades de albañilerías típicas.

2.2.5.3. Cargas de diseño

A. Cargas Muertas (CM)

Son cargas provenientes del peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques, y otros elementos que forman parte de la edificación y/o se consideran permanentes.

B. Cargas Vivas (CV)

Son cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles estimados en la estructura.

C. Cargas Producidas por el sismo (CS)

Son aquellas que se generan por la acción sísmica sobre la estructura siguiendo los parámetros establecidos en la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente.

2.2.5.4. Normas de diseño

Para el análisis y diseño de la estructura aquí indicada y especificada se complementarán con lo señalado en las últimas revisiones de los siguientes reglamentos y normas:

- Norma Técnica Peruana E-020 "Cargas" del RNE.
- Norma Técnica Peruana E-030 "Diseño Sismo Resistente" del RNE.
- Norma Técnica Peruana E-050 "Suelos y Cimentaciones" del RNE.
- Norma Técnica Peruana E-060 "Concreto Armado" del RNE.
- Norma Técnica Peruana E.070 "Albañilería" del RNE.

2.2.5.5. Método general de diseño de elementos de concreto armado

Todos los elementos de concreto armado, excepto los elementos de confinamiento de albañilería confinada, se diseñarán mediante el método de "Diseño por Resistencia", que

consiste en aplicar factores de amplificación a las cargas de servicio, y factores de reducción de resistencia nominal a la sección del elemento.

Los factores de amplificación de cargas están establecidos en el artículo 9.2 “Resistencia requerida” de la norma E.060. Son 5 combinaciones aplicables al presente diseño que dependen del tipo de carga actuante: Carga Viva (CV), Carga Muerta (CM) y Carga de Sismo (CS).

Tabla 10. Combinaciones de diseño, según norma técnica peruana E.060

Combinación	Tipos de carga
Combo 1	1.4CM+1.7CV
Combo 2	1.25 (CM+CV) + CS
Combo 3	1.25 (CM+CV) - CS
Combo 4	09CM + CS
Combo 5	09CM - CS

Fuente: Norma técnica peruana E060

Los factores de reducción de resistencia (Φ) se establecen en el artículo 9.3 “Resistencia” de la norma E.060. Su valor depende del tipo de cargas actuantes sobre el elemento.

Tabla 11. Coeficientes de reducción

Artículo	Descripción	Φ
9.3.2.1	Flexión sin carga axial	0.90
9.3.2.2	Carga axial y carga axial con flexión	
	a. Carga axial de tracción con o sin flexión	0.90
	b. Carga axial de compresión con o sin flexión Elementos con refuerzo en espiral	0.75
	Otros elementos	0.70
9.3.2.3	Cortante y torsión	0.85
9.3.2.4	Aplastamiento en el concreto	0.70
9.3.2.5	Zonas de anclaje de postensado	0.85

Fuente: Norma E.60

2.2.5.6. Diseño por flexión

Los elementos sometidos a flexión son las vigas, losas (aligerada y maciza), escaleras y en general, todos aquellas que están sometidos a cargas perpendiculares a su plano.

A. Hipótesis básicas

De acuerdo al artículo 10.2 “Hipótesis de Diseño”, de la norma E.060, se indica:

- Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.
- La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ϵ_{cu} , en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0,003.
- El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero.
- La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión.
- La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular equivalente de esfuerzos de concreto.
- Un esfuerzo en el concreto de $0,85 f'_c$ uniformemente distribuido en una zona de compresión equivalente, limitada por los bordes de la sección transversal del elemento y por una línea recta paralela al eje neutro, a una distancia $a = \beta_1 \cdot c$ de la fibra de deformación unitaria máxima en compresión.
- La distancia desde la fibra de deformación unitaria máxima en compresión al eje neutro, c , se debe medir en dirección perpendicular al eje neutro.
- Para f'_c entre 175 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , el factor β_1 se debe tomar como 0,85. Para f'_c mayor o igual a 560 kg/cm^2 , β_1 se debe tomar como 0,65. Para f'_c entre 280 kg/cm^2 y 560 kg/cm^2 se debe interpolar linealmente entre 0,85 y 0,65.

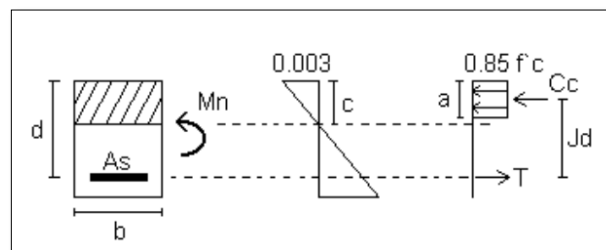
B. Ecuaciones para el diseño en Flexión

En general resistencia nominal deberá ser mayor a lo requerido por las cargas últimas actuantes.

$$M_u \leq \phi M_n$$

A continuación, se demuestra la expresión que nos permite obtener un área de acero de refuerzo para secciones rectangulares y secciones T (suponiendo que el bloque de compresiones no excede el ancho del ala). Se aplican relaciones constitutivas, de compatibilidad de deformaciones y equilibrio de fuerzas.

Figura 16. Bloque rectangular de compresión



Fuente: Diseño en concreto armado – Ingeniero Roberto Morales

Del equilibrio en el bloque equivalente de compresiones:

$$T = A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \dots\dots\dots(I)$$

Donde:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{\rho \cdot d \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c}$$

$$\text{Si: } w = \rho \times \frac{f_y}{f'_c} \Rightarrow a = \frac{w \times d}{0.85}$$

$$A_s = b \times d \times \rho$$

$$Jd = d - \frac{a}{2} = d - \frac{0.85 \times c}{2}$$

Tomando momentos en el punto de la resultante T:

$$M_u = Jd \times Cc = (0.85 \times f'_c \times b \times a) \times \left(d - \frac{0.85 \times c}{2} \right) \dots\dots\dots(II)$$

Reemplazando (I) en (II):

$$M_u = 0.85 \times f'_c \times b \times \left(\frac{w \times d}{0.85} \right) \times \left[d - \frac{1}{2} \times \left(\frac{w \times d}{0.85} \right) \right]$$

Flexión: $\Phi=0.90$

$$M_u = 0.90 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2 \cdot w (1 - 0.59 \cdot w)$$

Resolviendo w en la ecuación cuadrática, el área de acero es:

$$A_s = w \cdot b \cdot d \cdot f'_c / f_y$$

Por otro lado, la Norma E.060 en su artículo 10.5 indica que el acero mínimo será el necesario para que la resistencia de diseño de la sección sea por lo menos 1.2 veces el momento de agrietamiento de la sección bruta ($\phi M_n \geq 1.2 M_{cr}$). Pero no será necesario cumplir con esta disposición si el área de acero en tracción proporcionada es mayor o igual a 1.3 veces el área calculada. Para secciones rectangulares la Norma E.060 brinda la siguiente expresión:

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c} b_w d}{f_y}$$

Aplicando la expresión para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, se obtiene que el acero mínimo en aligerados es del orden de 0.24% de $b_w d$. Cabe señalar que para el cálculo del acero mínimo en aligerados se considera sólo el ancho de alma, ya sea para momentos positivos o negativos, y no el ancho asumido para el cálculo del acero por flexión.

Para el acero máximo, la Norma E.060 en su artículo 10.3.4 señala que la cuantía de acero en una sección debe ser como máximo el 75% de la cuantía balanceada. Esto permite que se tenga una sección sub-reforzada donde se espera una falla dúctil. Para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ la cuantía balanceada es 2.13%, por lo tanto, el acero máximo será del orden del 1.59% de $b d$.

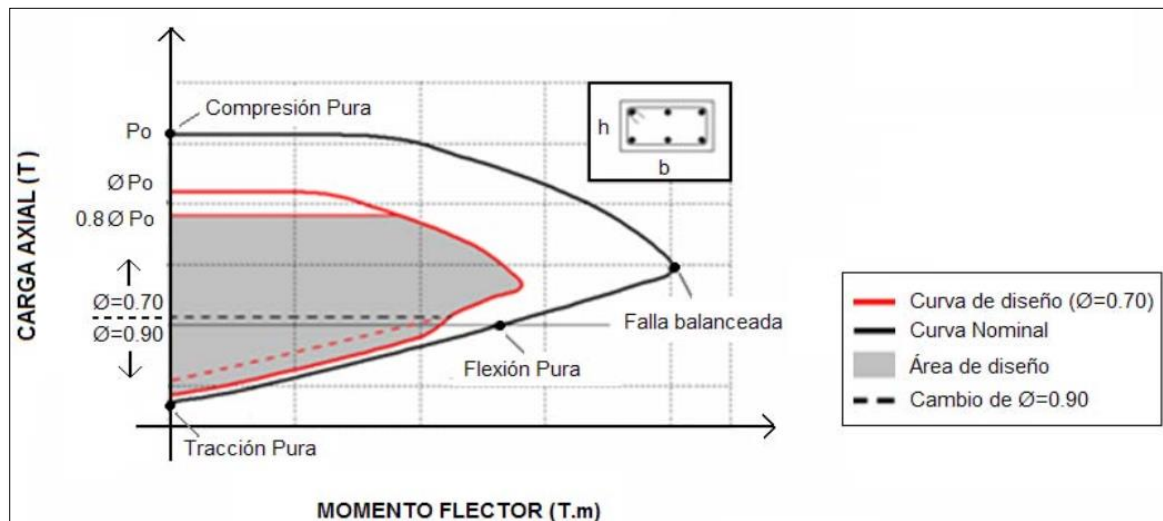
2.2.6.7. Diseño por Flexo compresión

Los elementos tipo columnas o placas tienen una infinidad de combinaciones de momento flector y carga axial que pueden producir su falla.

Conociendo las propiedades del material, la sección de la columna o placa y la distribución del acero de refuerzo se puede construir un diagrama de interacción nominal (M_n Vs P_n) con las diferentes combinaciones de momento flector y carga axial que causa la falla de la sección.

Dada una sección de un elemento de concreto, con una determinada armadura de acero, existen combinaciones de momento flector y carga axial que la hacen fallar. Lo que se busca en el diseño por flexocompresión es determinar el lugar geométrico de estas combinaciones (M_u , P_u) que agotan la capacidad de la sección; a este conjunto de puntos se le denomina:

Figura 17, Diafragma de interacción



La línea negra continua limita el lugar geométrico de los pares (M_u , P_u) que satisface la sección $b \times h$. La línea roja continua es la curva de diseño (afectada por $\phi=0.70$). Las líneas punteadas representan el cambio del factor ϕ , de 0.70 a 0.90, para cargas axiales menores a

$$\phi P_n = 0.1 x f'_c x A_g$$

Puntos notables del diagrama de interacción:

- Compresión pura: es una idealización, ya que siempre está presente la flexión al aplicar carga axial. La norma restringe el valor máximo a $0.8\phi P_o$.
- Falla Balanceada: instante de falla inminente en la fibra extrema comprimida del concreto, e inicio de la fluencia de las varillas de acero más alejadas.
- Flexión Pura: le corresponde una carga axial nula.

2.2.5.8. Diseño por Corte

El diseño de las secciones sometidas a fuerzas cortantes consiste en dotarla de una resistencia nominal mayor a lo requerido por las cargas últimas actuantes:

$$V_u \leq \phi V_n$$

Para el diseño por corte será de interés las secciones con mayor fuerza cortante, la sección a analizar se tomará a una distancia “d” (peralte efectivo) de la cara de los apoyos. Sólo se tomará el valor del cortante en la cara cuando la reacción del apoyo induce tracción al elemento o si existiera alguna carga puntual ubicada a una distancia menor a “d”.

Capacidad en corte: En una sección reforzada la capacidad en corte (ΦV_n) estará dada por la suma del aporte del concreto (ΦV_c) y del refuerzo (ΦV_s), es decir dónde:

V_n : Resistencia nominal a corte, considerando el aporte del concreto (V_c) y del acero (V_s)

V_c : Resistencia a corte del concreto, se calculará como: $\phi V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$

V_s : Resistencia a corte del estribo perpendicular el eje del elemento.

$V_s = (A_v f_y d) / s$; siendo A_v el área del refuerzo por corte y “s” el espaciamiento del refuerzo.

Será necesario reforzar mediante estribos perpendiculares al elemento cuando el concreto no sea capaz de resistir la fuerza cortante última.

2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS

- a. **Arriostre:** Refuerzo horizontal como vertical o muro transversal que trabaja dando estabilidad y resistencia a muros portantes como no portantes.
- b. **Rigidez:** Capacidad de oponerse a la deformación frente a fuerzas externos. Son las estructuras que soportan las fuerzas horizontales y a su vez provee a los elementos estructurales que aporten rigidez lateral en sus direcciones principales. Presenta un mejor comportamiento en estructuras rígidas que en estructuras flexibles.

- c. **Confinamiento:** Son los elementos de concreto armado horizontales y verticales, que ayuda al muro portante a dar ductilidad.
- d. **Albañilería confinada:** Es aquella albañilería al que se adiciona elementos de concreto armado en todo el muro perimétrico, la cimentación se une horizontalmente a los muros.
- e. **Muro de ductilidad limitada:** Es aquel sistema estructural que se caracteriza por su resistencia sísmica y carga de gravedad son representados por el muro de concreto armado a un espesor mínimo (10cm), de los cuales solo pueden construirse hasta máximo 7 pisos.
- f. **Resistencia sísmica:** Capacidad del elemento o estructura que soporta cargas sin colapsar. La resistencia sirve para proveerle estabilidad al muro, tanto a dos direcciones o a más direcciones.
- g. **Ductilidad:** Capacidad que tiene algunos materiales de admitir deformaciones sin perder resistencia.
- h. **Análisis estructural:** Son esfuerzos internos que se dan en los elementos estructurales debido a las fuerzas externas (verticales u horizontales) a las que están expuestas.
- i. **Sistema estructural:** Son aquellos elementos estructurales que se encuentran integrados y de acuerdo diferentes tipos de unión, éstos definen varios sistemas estructurales.
- j. **Análisis económico:** Es un método que sirve para separar, examinar y evaluar la cantidad y calidad de aquellos intervinientes en dicha economía.

2.4. HIPOTESIS

2.4.1. Hipótesis General

Los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influirán de forma positiva en la construcción del condominio El Pando para elegir el mejor sistema estructural y a un menor costo.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- a) Si se conoce el análisis estructural del sistema de albañilería confinada entonces se conocerá el mejor sistema estructural y a un menor costo.
- b) Si se conoce el análisis estructural del sistema de muro de ductilidad limitada entonces se conocerá el mejor sistema estructural y a un menor costo.
- c) A mayores diferencias y similitudes de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada mayores resultados según sus respuestas sísmicas y diseño estructural.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Definición conceptual de la variable

PROBLEMA	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL
Problema General ¿De qué manera el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen en la construcción del condominio El Pando?	Variable independiente Albañilería confinada y muro de ductilidad limitada.	-Sistema estructural de albañilería confinada constituido por muro de albañilería y elementos de concreto armado. -Sistema estructural de muro de ductilidad limitada muro de concreto armado y espesor reducido de 10 a 12 cm.
	Variable dependiente Construcción de un condominio.	Edificar vivienda multifamiliar.

2.5.2. Definición operacional de la variable

PROBLEMA	VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL
Problema General ¿De qué manera el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen en la construcción del condominio El Pando?	Variable independiente Albañilería confinada y muro de ductilidad limitada.	-Estructuración, predimensionamiento, diseño. -Utilización de software etabs, excel y s10.
	Variable dependiente Construcción de un condominio.	-Modelamiento.

2.5.3. Operacionalización de la variable

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable independiente Albañilería confinada y muro de ductilidad limitada.	-Sistema estructural de albañilería confinada constituido por muros de albañilería y elementos de concreto armado. -Sistema estructural de muro de ductilidad limitada muro de concreto armado y espesor reducido de 10 a 12 cm.	Análisis y diseño estructural	Sistema estructural	-Reglamento nacional de edificaciones.
			Elementos estructurales	-Reglamento nacional de edificaciones.
		Modelo estructural	Cargas gravitacionales y cargas laterales.	Utilización de la herramienta computacional.
			Tipo de suelo	-Reglamento nacional de edificaciones.
Variable dependiente Construcción de un condominio.	-Edificar vivienda multifamiliar.	Análisis económico	Comparación de costos.	Revista "Costos".

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se ha utilizado como método de investigación general el científico, y método específico el analítico- sintético, realiza la revisión de datos bibliográficos para la interpretación de la información y análisis de datos, por consiguiente, se compararán las variables (albañilería confinada y muro de ductilidad limitada), entre sus resultados tomando en cuenta dicho punto de vista como investigador.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada, porque se utiliza los conocimientos adquiridos a la realidad a través de cálculos y comparaciones.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. Descriptivo

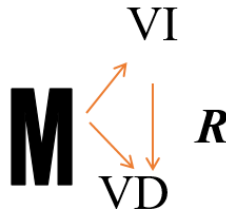
El nivel de investigación es; descriptivo, utilizando la observación y el análisis para plantear sus características de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada, por medio de la base teórica.

3.3.2. Explicativo

Busca las causas del tema analizado, por medio de sus resultados, serán utilizados para establecer las conclusiones.

3.3.3. Correlacional

Por existir una relación directa entre el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada en la construcción de un condominio. La investigación correlacional se desarrollará de acuerdo al siguiente esquema.



Dónde:

M : Muestra

VI : Albañilería confinada y muro de ductilidad limitada

VD : Construcción de un condominio

R : Relación entre las variables

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es no experimental y transversal.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población

La población son los sistemas estructurales utilizados para viviendas unifamiliares como viviendas multifamiliares, encontramos en la norma E0.30 “Reglamento Nacional de Edificaciones” del Perú los cuales son: acero, madera, muro ductilidad limitada, madera, albañilería armada, albañilería confinada, etc, del condominio El Pando.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo es no probalístico o intencional, por conveniencia, conformado por: albañilería confinada y muro de ductilidad limitada del mismo condominio.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

- **Observación:** En el presente proyecto Condominio Pando III Etapa se presenta las características para estructurar de acuerdo a los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada.
- **Análisis bibliográficos:** Información de periódicos, noticias, libros, informes y revistas relacionado con los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada y costos para la construcción del condominio El Pando.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

- Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma técnica E.020, norma técnica E.030, norma técnica E.060 y norma técnica E.070.
- Utilización de la herramienta computacional.
- Bases técnicas para la estimación de pérdidas con fines seguros de terremotos (CISMID).
- Revistas “Costos”.
- Planos de arquitectura de dicha edificación “Condominio El Pando III Etapa”.

3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En esta etapa procesamos los datos para responder a las preguntas formuladas tanto general como específicos, utilizando así programas como ETABS, SAFE, EXCEL y S10, son representados por medios gráficos, como también cuadros.

3.8. ANÁLISIS DE DATOS

Su análisis de datos será tipo cuantitativo, ya que crea una base de datos y a su vez serán procesados en herramientas computacionales.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

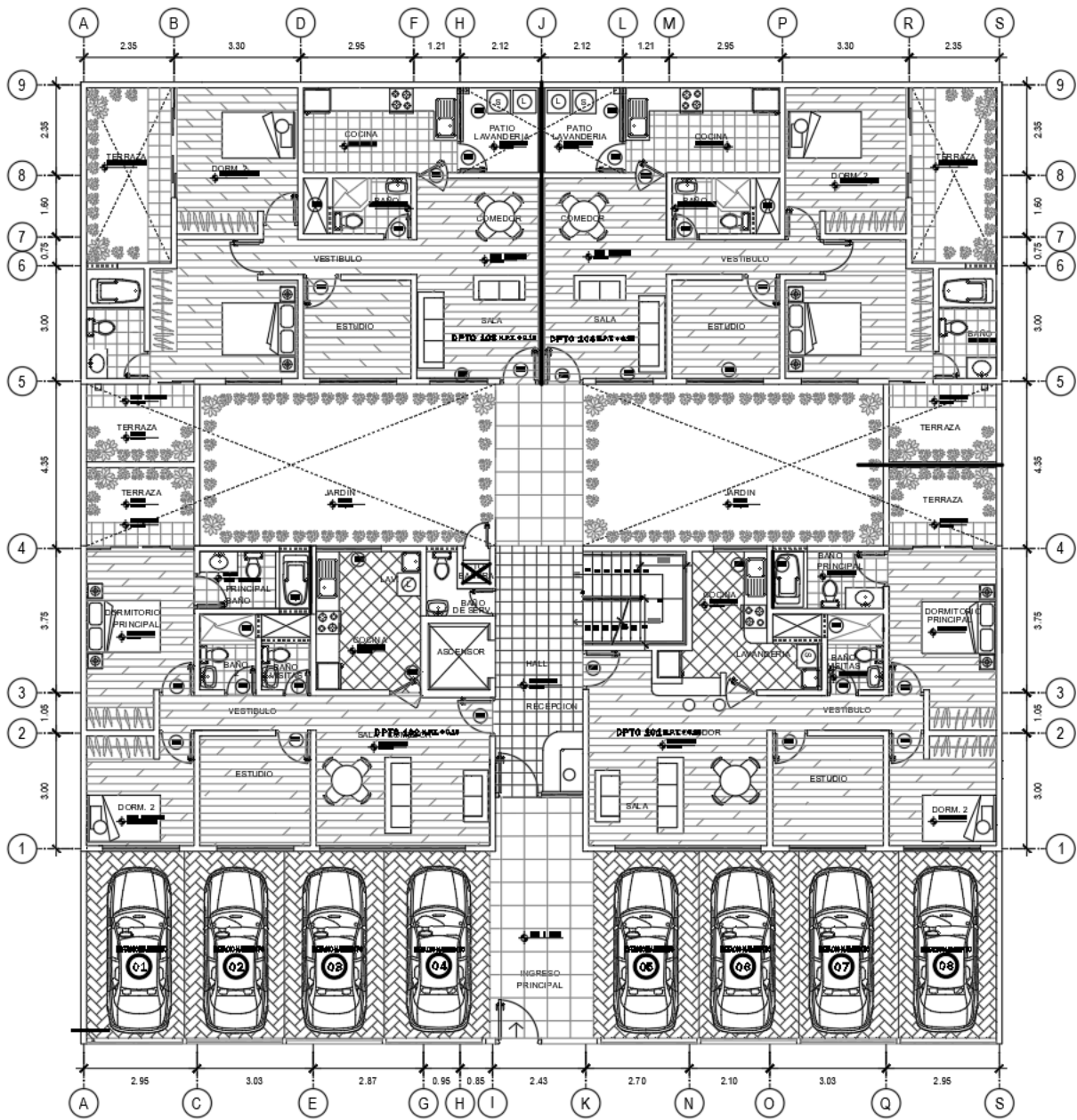
4.1.1. Descripción del proyecto arquitectónico

El presente proyecto consiste en un edificio de 5 niveles, que está destinado a viviendas, ubicado en la Calle Santa Honorata, Mz. E-5 Lote Acumulado 07-08-09, Urbanización Pando en el distrito de Cercado de Lima.

El edificio tiene una altura total de 17.35m, siendo la altura de piso a piso de 2.70m. Cuenta con 4 departamentos por nivel, 3 departamentos cuentan con 2 dormitorios, sala comedora, cocina, 2 baños y 1 estudio, y 1 departamento cuenta con 2 dormitorios, sala comedora, cocina, 3 baños y 1 estudio. Cada nivel cuenta con un ascensor y una escalera.

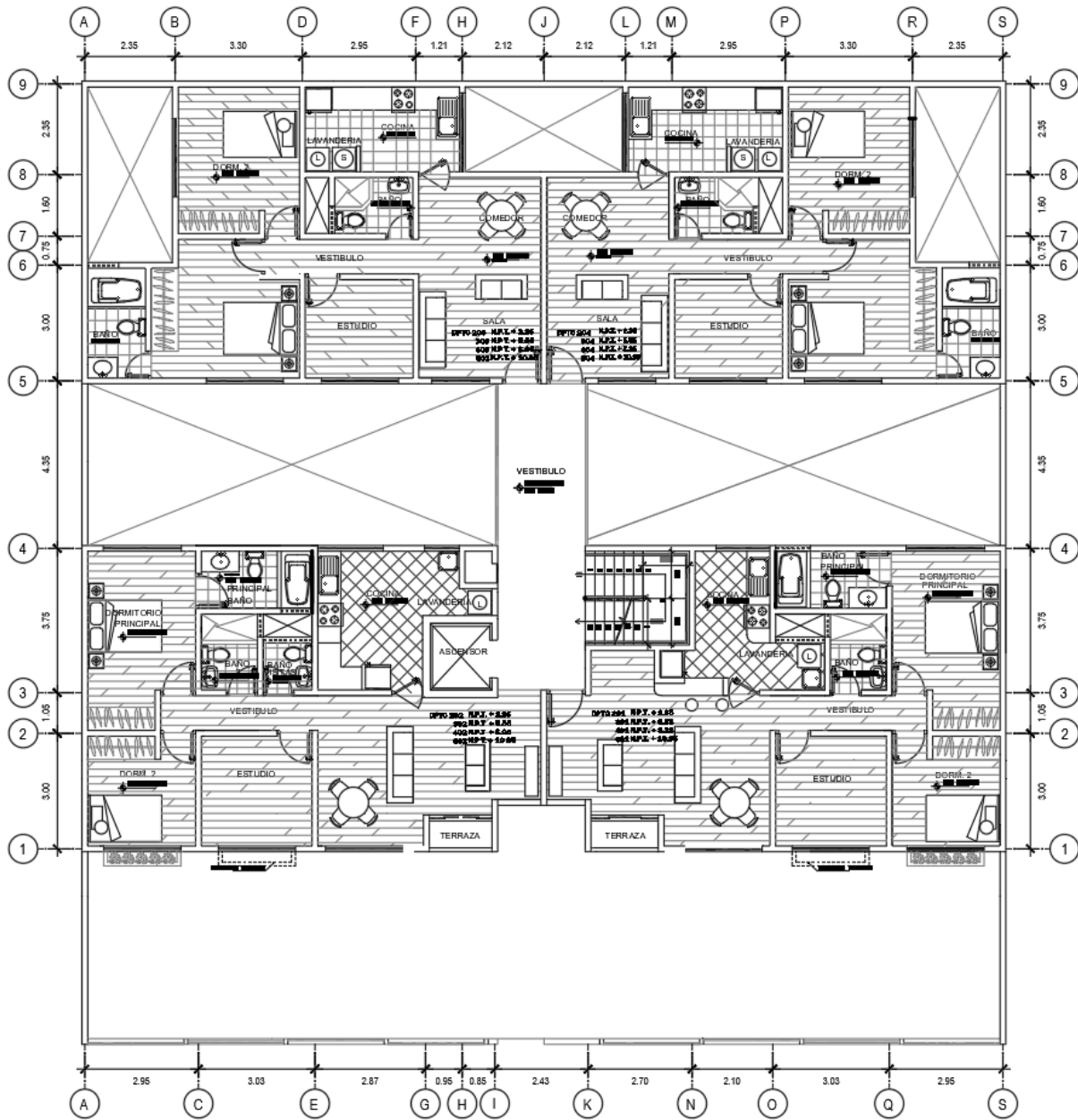
Dicha descripción se muestra en las siguientes figuras:

Figura 18. Arquitectura planta típica 1° nivel



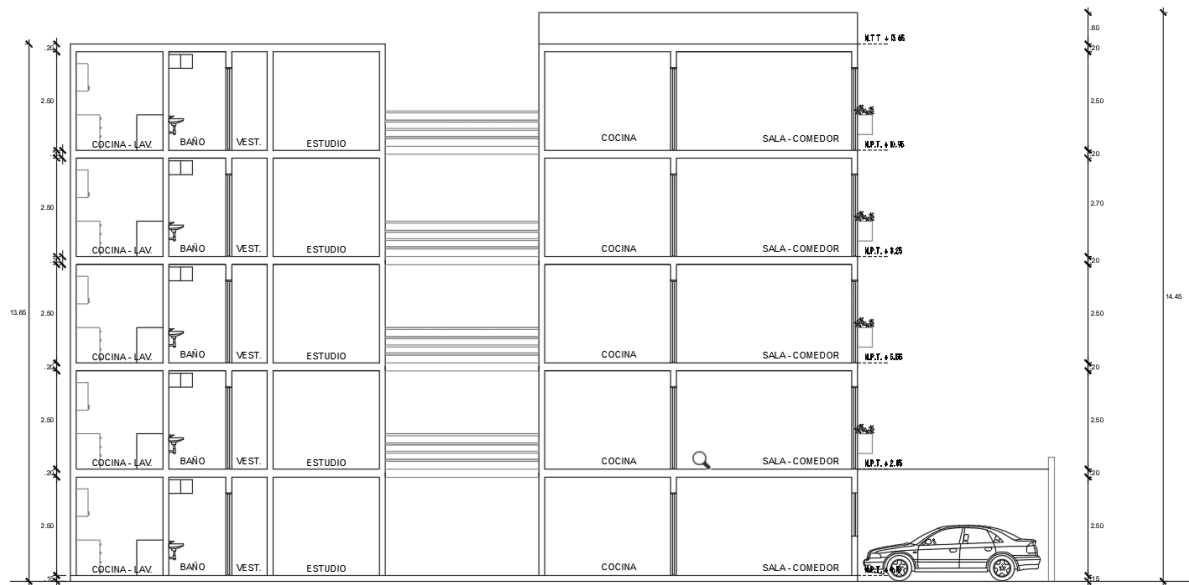
Fuente: De la especialidad de Arquitectura

Figura 19. Arquitectura planta típica del 2° al 5° nivel



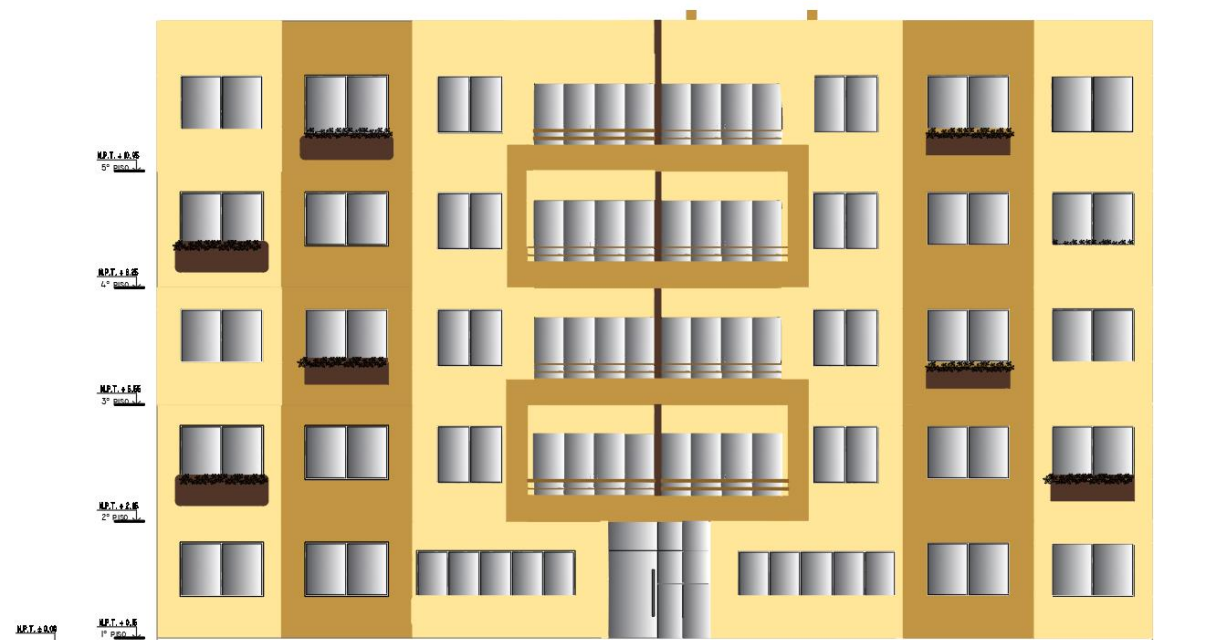
Fuente: De la especialidad de Arquitectura

Figura 20. Arquitectura corte longitudinal



Fuente: De la especialidad de Arquitectura

Figura 21. Arquitectura elevación frontal



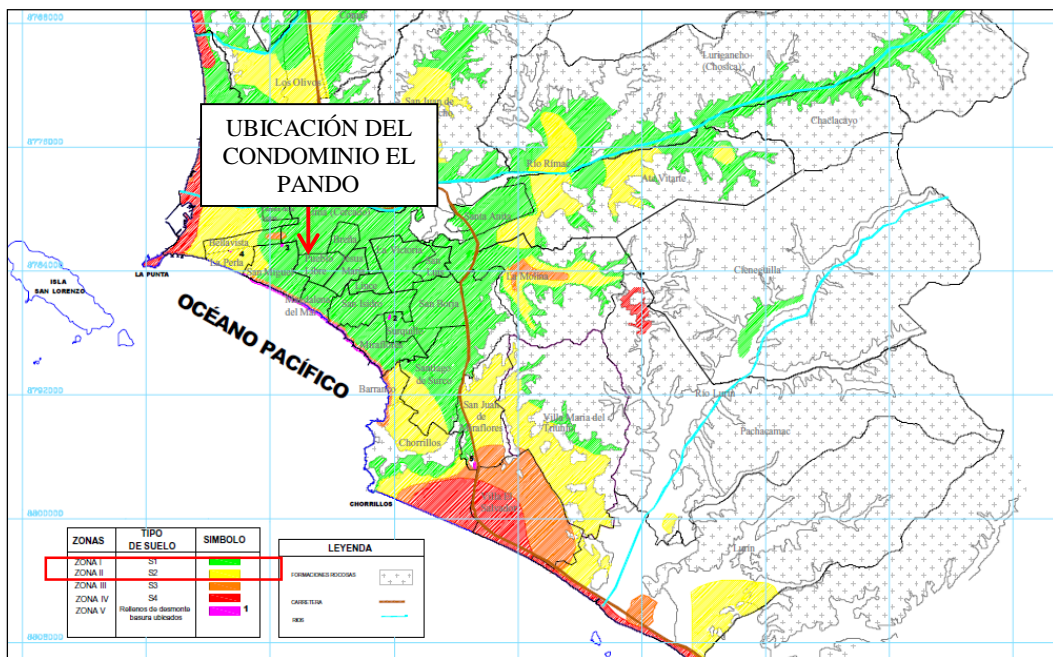
Fuente: De la especialidad de Arquitectura

4.1.2. Características del terreno

Por el plano de microzonificación técnica, se toma como referencia las “Bases técnicas para la estimación de pérdidas con fines de seguros de terremoto” elaborado por el CISMID; en el año 2005. Dicha vivienda multifamiliar (condominio) encontramos en:

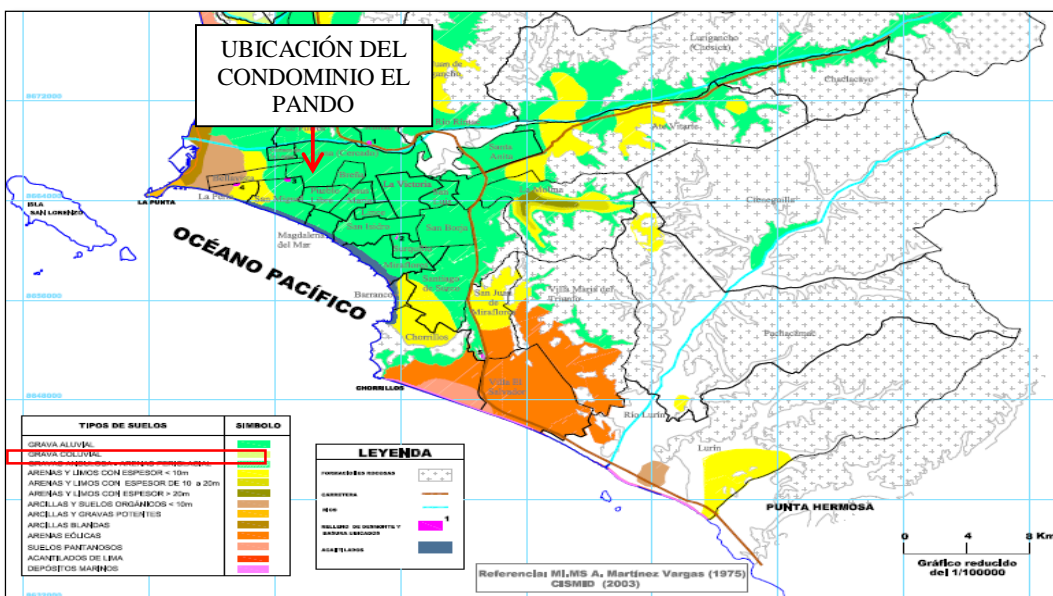
Zona I: Conformada por zonas rocosas, estratos de grava.

Figura 22. Plano de zonificación sísmica



Fuente: CISMID

Figura 23. Plano zonificación geotécnica



Fuente: CISMID

4.2. ALBAÑILERÍA CONFINADA

4.2.1. Estructuración

Se realizó la estructuración del edificio en base a la arquitectura presentada anteriormente, tomando en cuenta lo indicado en el ítem 2.2.3 “Criterios de Estructuración” de la presente tesis, buscando una disposición apropiada de los diferentes elementos estructurales, de tal manera que la estructura sea capaz de soportar a todas las solicitaciones de cargas (verticales y horizontales) a la que estará sujeta durante su vida útil y a la vez buscar lo estético y económico. A continuación, se explica y describe la estructuración asumida:

Un primer detalle que salta a la vista en la arquitectura es el vestíbulo de los niveles que se ubica entre los ejes I-K y 4-5 el cual es el único ambiente que une dos bloques, por esta razón a criterio y por recomendación del asesor se decidió definir dos bloques que tendrán un análisis y diseño estructural independiente, los cuales denominaremos BLOQUE I y BLOQUE II.

Se utilizó muros de albañilería confinada (los cuales serán confinados en sus 4 lados por elementos de concreto) en su gran mayoría y algunos muros de concreto armado (placas), como elementos resistentes a cargas laterales; dispuestos en las direcciones X-X e Y-Y, para los dos bloques.

Para el techo de los departamentos se optó por usar losas aligeradas en una y dos direcciones, las cuales son las más usadas en el Perú, por ser relativamente económicos en sus materiales y en el proceso constructivo, puesto que los ladrillos de techo sirven a su vez como encofrado de las viguetas. Así mismo el hecho de empotrar tuberías de desagüe en la losa, obliga usar espesores mínimos de 17 o 20 cm de peralte. En lo cual una losa maciza de ese peralte sería demasiado cara para este tipo de edificaciones.

Para las vigas se define 3 tipos de vigas: Vigas de confinamiento (VC), vigas peraltadas (V) y vigas de amarre (VA).

Las vigas de confinamiento se ubicaron sobre los muros de albañilería justamente para confinar la albañilería horizontalmente.

Las vigas peraltadas se ubicaron en ambientes que se requerían para dar simetría a las estructuras.

Las vigas de amarre o vigas chatas se ubicaron en lugares donde se encuentran tabiques paralelos al aligerado. ´

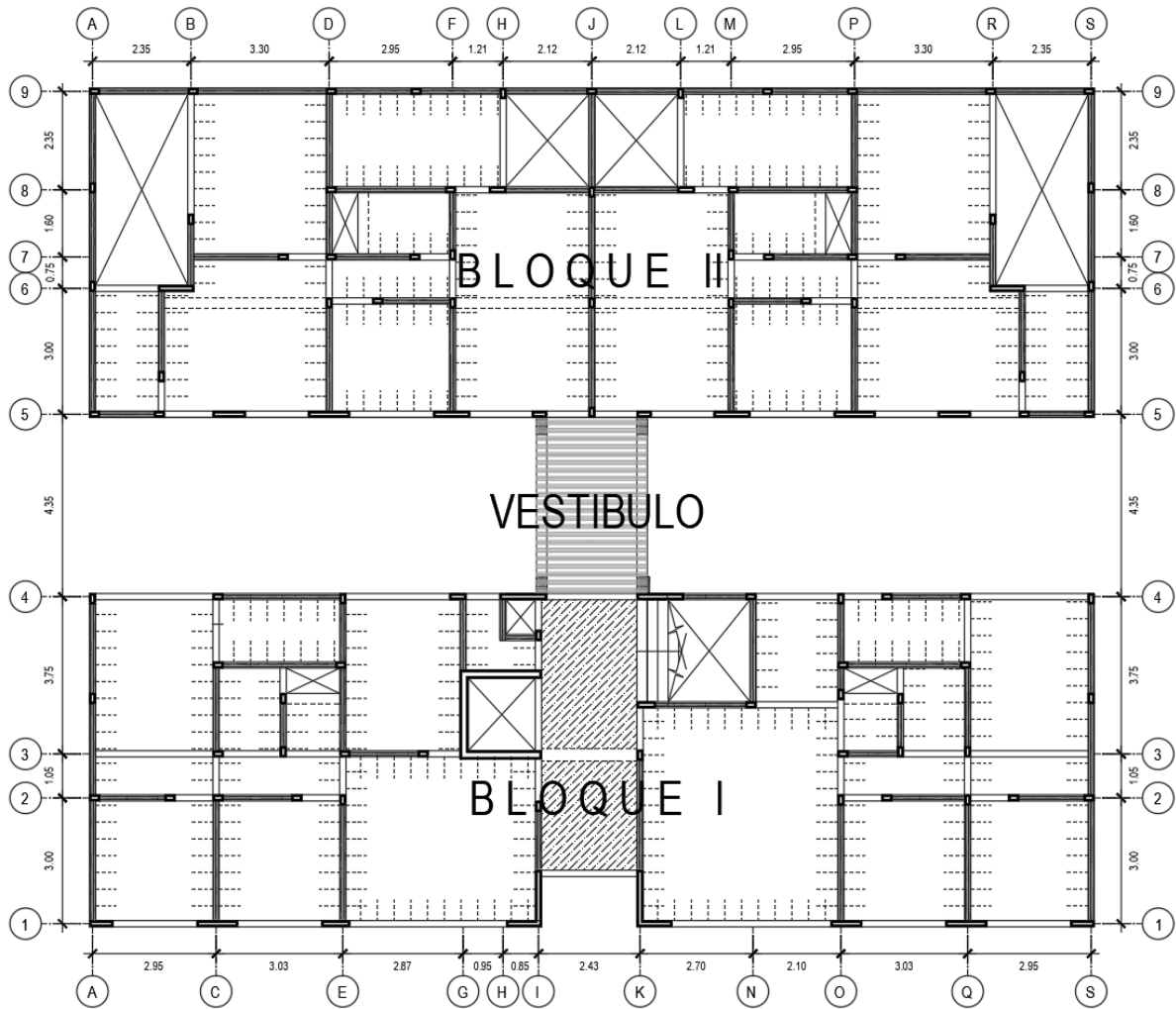
Las columnas de confinamiento se ubicaron en los lados de los muros de albañilería, para confinar la albañilería verticalmente.

En la presente tesis no está considerada la estructuración, análisis y diseño de los elementos NO estructurales como es el caso de los cercos o muros perimetrales los cuales se encuentran aislados de los elementos estructurales.

Tampoco se considerada el análisis y diseño estructural del puente, las placas, y caja de ascensor, puesto que para ambos sistemas tendrían similar resultado, y no variarían en la diferencia de costos de ambos sistemas. Por tal no se mencionó el diseño de dichos elementos, así como su cimentación para la presente tesis.

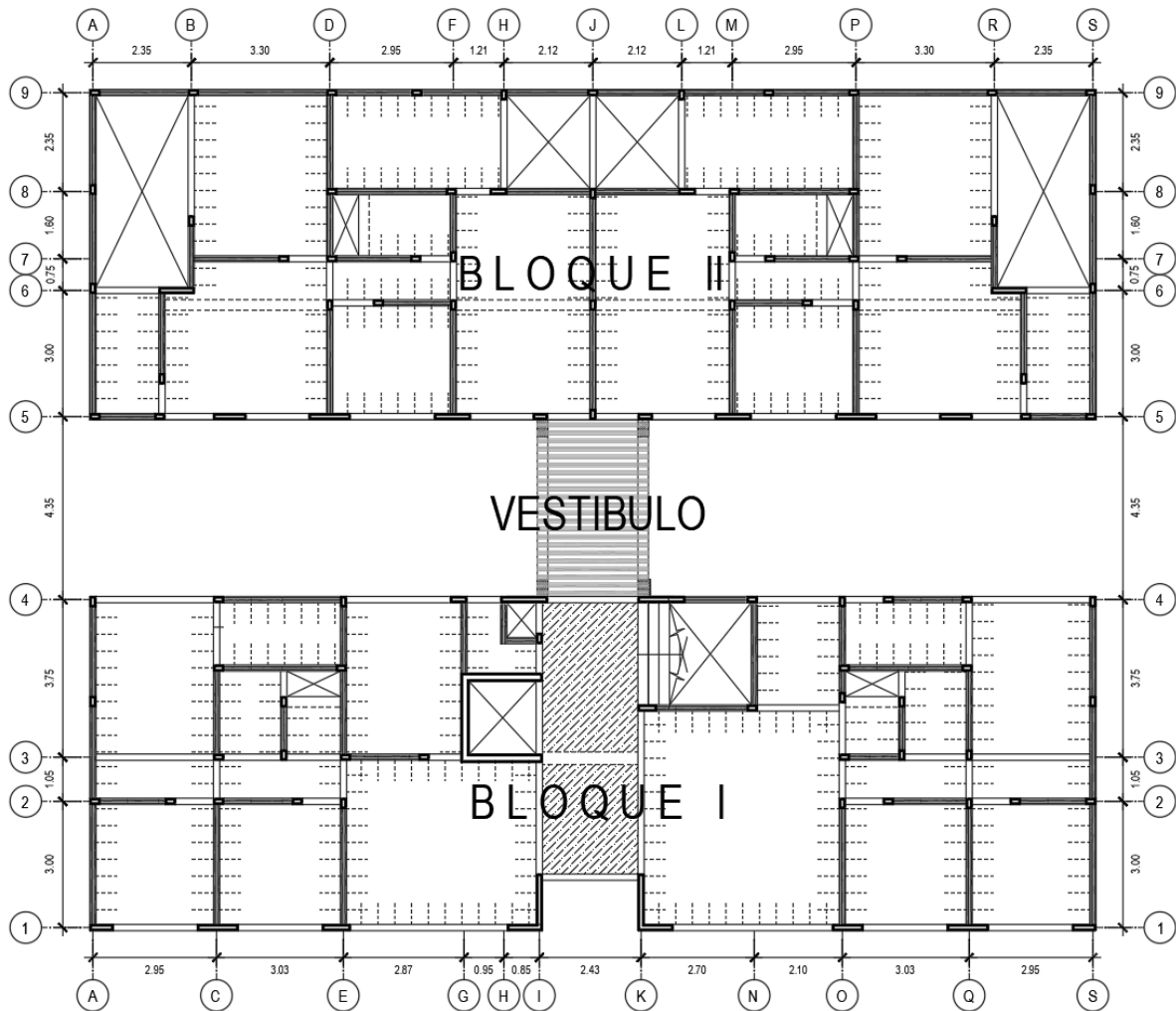
Cabe resaltar que toda esta estructuración se verificara posteriormente en el análisis sísmico. A continuación, se muestra la estructuración de los Bloques I y II.

Figura 24. Estructuración planta 1° nivel



Fuente: Propia

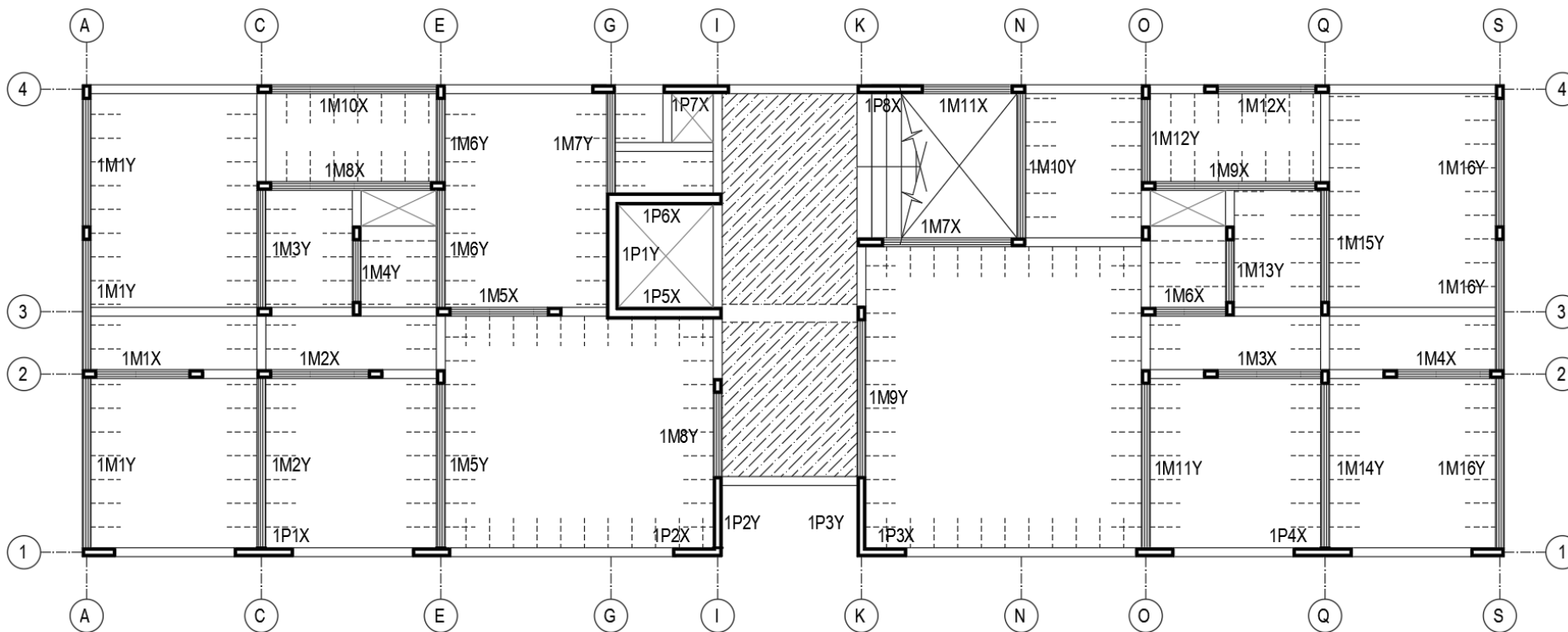
Figura 25. Estructuración planta típica (2°,3°,4° y 5° nivel)



Fuente: Propia

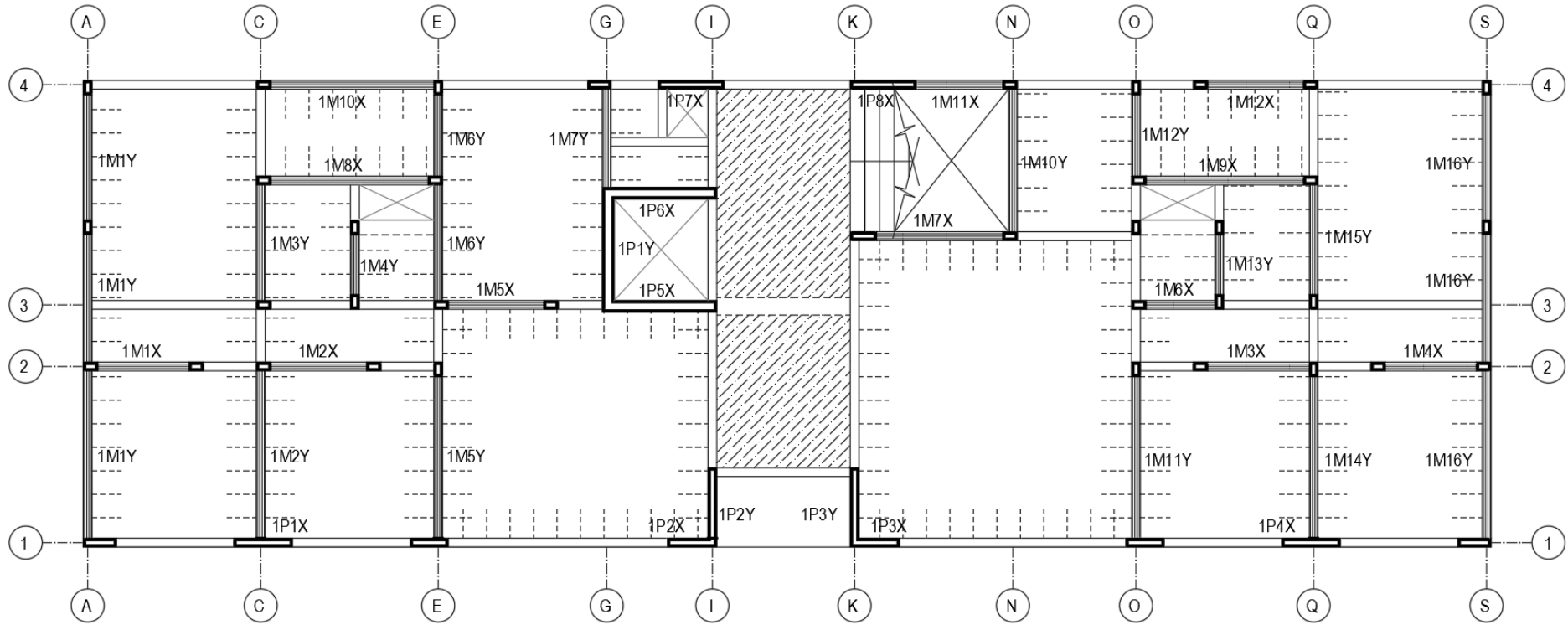
A continuación, se presenta la vista en planta del primer nivel y del nivel típico del BLOQUE I y BLOQUE II para indicar la nomenclatura a utilizar de aquí en adelante para los muros portantes (M) y los muros de concreto (P).

Figura 26. Identificación muros portantes albañilería confinada BLOQUE I -1º nivel



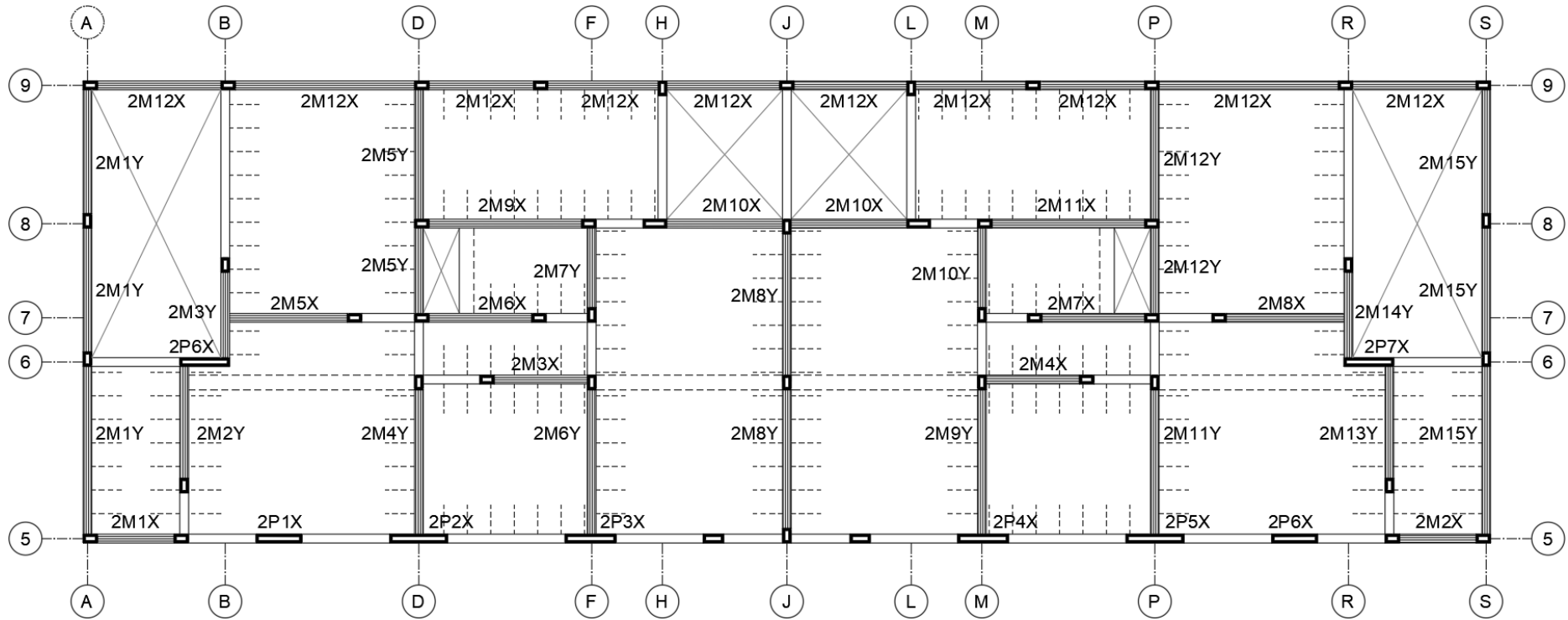
Fuente. Propia a partir del plano de arquitectura

Figura 27. Muros portantes de albañilería confinada BLOQUE I- (2°,3°,4° y5° nivel)



Fuente. Propia a partir del plano de arquitectura

Figura 29. Muros portantes albañilería confinada BLOQUE II- (2°,3°,4° y 5° nivel)



Fuente. Propia a partir del plano de arquitectura

4.2.2. Predimensionamiento

A. Losas Aligeradas

Para la presente tesis se utilizó losas aligeradas en una y dos direcciones para los entrepisos y techos de la edificación, los cuales además de soportar cargas verticales y transmitir las a las vigas o muros, cumplen la función de formar diafragmas rígidos (Logrando que los elementos verticales se deformen en una misma cantidad en cada nivel ante un evento sísmico). Por tal se procede a describir a continuación el predimensionamiento para ambos tipos de losas.

A.1. Losas Aligeradas en una dirección

Para asignar un espesor de losa aligerada inicial, existen varias recomendaciones brindadas por diferentes autores, en base a su experiencia. Para la presente tesis se tomó como referencia a los criterios del Ingeniero Antonio Blanco Blasco y del Ingeniero Genner Villareal.

Es así que el Ingeniero Blanco Blasco recomienda de acuerdo a su criterio losas aligeradas en una dirección para sobrecargas menores a 300 kg/m² lo siguiente:

Luz	Espesor de Losa (m)	Espesor de ladrillo (m)
Menores a 4m	0.17	0.12
Entre 4m y 5.5m	0.20	0.15
Entre 5m y 6.5m	0.25	0.20
Entre 6m y 7.5m	0.30	0.25

Por otro lado, el Ingeniero Genner Villareal indica que las losas aligeradas en una dirección podrán ser dimensionadas considerando el siguiente criterio:

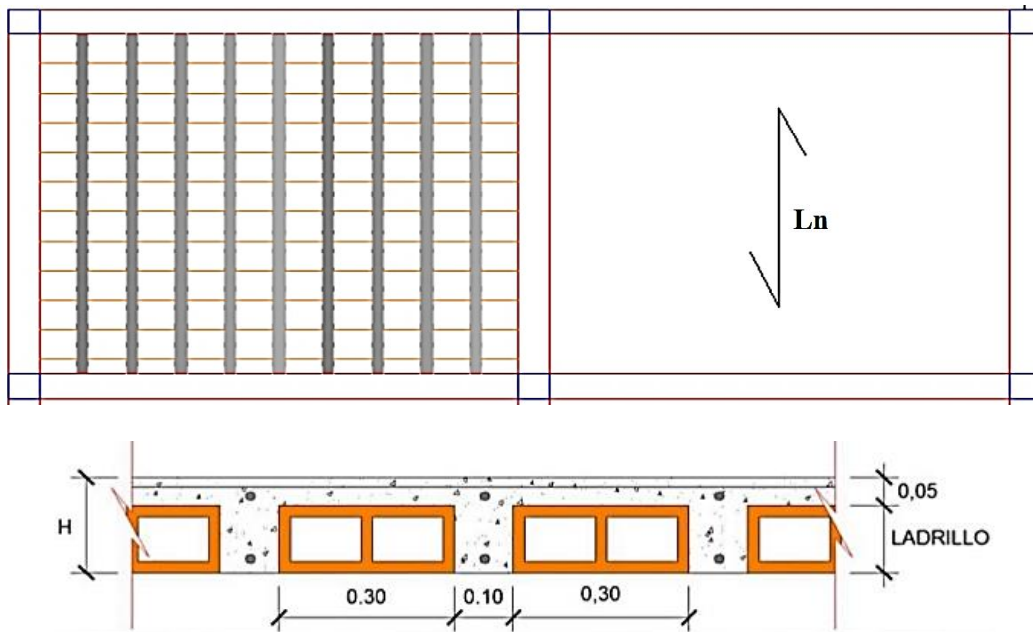
$$H = \frac{Ln}{25}$$

Donde:

L_n : Longitud del lado menor de la losa

H : Espesor de Losa

Figura 30. Losa aligerada en una dirección



Fuente: Propia

Para el caso del edificio en estudio la sobrecarga no sobrepasa los 300kg/m², y de acuerdo a las imágenes antes mencionadas, la luz del paño más largo en el BLOQUE I es de 2.88m, y del BLOQUE II es de 3.85m, por tal de acuerdo a los criterios de Predimensionamiento de losas aligeradas en un sentido antes mencionados se optó por usar losas de **0.17m** de espesor para todos los paños del BLOQUE I y BLOQUE II

A.2. Losas Aligeradas en dos direcciones

Para asignar un espesor de losa aligerada en dos direcciones inicial, se puede considerar el siguiente criterio:

- Formula N° 1 (Si $L_{n1} = L_{n2}$):

$$H = \frac{L_n}{40}$$

- Formula N° 2 (Si $L_{n1} \neq L_{n2}$):

$$H = \frac{\text{Perimetro}}{180}$$

Solo en el BLOQUE I, se encuentran losas aligeradas en dos direcciones entre los ejes E-I, 1-3 y K-O, 1-3. La luz del paño más largo donde se considerará losas aligeradas en dos direcciones es de 4.65m (La cual cumple con la condición $L_{n1} = L_{n2}$), Lo cual nos da un espesor de $H = 4.65/40 = 0.116\text{m}$. Pero para uniformizar con las losas aligeradas en una dirección, se consideró un espesor de **0.17m** para las losas aligeradas en dos direcciones.

B. Losas Macizas

Para asignar un espesor de losa maciza inicial, existen varias recomendaciones brindadas por diferentes autores, en base a su experiencia. Para la presente tesis se tomó como referencia a los criterios del Ingeniero Antonio Blanco Blasco el cual indica lo siguiente:

Si la losa maciza trabaja en una dirección se consideran espesores menores en 5cms a los indicados para losas aligeradas en un sentido.

Luz	Espesor de Losa (m)
Menores e igual a 4m	0.12
Entre 4m y 5m	0.15
Entre 5m y 6m	0.20
Entre 6m y 7m	0.25

En cambio, si una losa maciza presenta vigas peraltadas o muros en todos sus bordes o su relación de lados es menor o igual a 2, trabajará en dos direcciones, lo cual mejora su rigidez, y por ende, su resistencia. Es por esto que se pueden considerar espesores reducidos, de acuerdo a las siguientes condiciones:

$$H = \frac{L_n}{40} = \frac{\text{Perimetro}}{180}$$

Solo en el BLOQUE I, se encuentran losas macizas entre los ejes I-K, 1-4, la relación de los lados de los paños donde se considerarán losas macizas es menor a 2, por lo cual podemos decir que la losa maciza trabajara en dos direcciones. Lo cual nos da un espesor de $H = 11.60/180 =$

0.06m. Pero al encontrarse losas macizas uniendo la escalera y salida del ascensor, se consideró un espesor de **0.15m** para las losas macizas.

C. Vigas

C.1. Vigas peraltadas

En este tipo de vigas, se busca que fallen por flexión antes que por corte, para de esta manera conseguir una falla dúctil. Para el Predimensionamiento de las vigas peraltadas, se consideró utilizar las siguientes expresiones:

$$\boxed{h = \frac{Ln}{10}} \quad \text{o} \quad \boxed{h = \frac{Ln}{12}}$$

$$\boxed{0.30h \leq b \leq 0.50h}$$

Donde:

L_n : Longitud de la viga

h : Peralte de la viga

b : Ancho de la viga

Al tener la longitud más larga de viga 4.00m, y de acuerdo a la expresión mencionado anteriormente se obtiene lo siguiente:

Vigas peraltadas: $h = 50\text{cm}$, $b=15\text{cm}$.

C.2. Vigas de amarre

Este tipo de vigas también llamadas vigas chatas, así como se mencionó en la estructuración se utiliza cuando existe tabiquería en sentido paralelo a la dirección de las viguetas de la losa aligerada.

El peralte de este tipo de vigas está definido por el espesor de la losa aligerada, por tal solo se dimensiona el ancho de la viga, para tratar de cumplir con el requerimiento de resistencia por fuerza cortante.

De acuerdo al Ítem 11.3.1.1 del artículo 11.3 “Resistencia al córtate proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados” del Capítulo 11 “Cortante y torsión” de la norma E.060 “Concreto armado” la resistencia nominal al corte de una sección rectangular en el sistema MKS (kgf, cm) está dada por la siguiente expresión:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c} bwd$$

Donde:

- V_c : Resistencia al corte de la sección
 $f'c$: Resistencia a la compresión del concreto
 bw : Ancho de la viga
 d : Peralte efectivo

Además, sabemos que la Resistencia de diseño ϕV_c debe ser mayor que la resistencia requerida V_u .

$$\phi V_c \geq V_u$$

De las ecuaciones anteriores se obtiene la siguiente expresión para obtener el ancho de la viga de amarre.

$$bw = \frac{V_u}{\phi 0.53\sqrt{f'c} \cdot d}$$

La viga de amarre (VA) ubicado en el eje 6 entre los ejes B-D del BLOQUE II, se tiene una viga chata de 3.85m de largo que carga un tabique de 15cm de espesor, y una altura de 2.50m. Considerando un peso propio de la tabiquería incluido tarrajeo de 1700kg/m³, obtenemos una fuerza cortante última:

$$V_u = \frac{1.4P}{2} = \frac{1.4(0.15 \times 3.85 \times 2.50 \times 1700)}{2} = 1718.06 \text{kg}$$

Al tener un peralte de losa de 0.17m tenemos un $d=0.17$, y aplicando la formula antes mencionada hallamos el ancho necesario de la viga de amarre:

$$b_w = \frac{1718.06}{0.85 \times 0.53 \sqrt{210 \times 17}} = 15.48 \text{ cm}$$

Conservadoramente, para todas las vigas chatas usaremos las siguientes dimensiones:

$$\text{Vigas de amarre: } h = 17 \text{ cm, } b = 25 \text{ cm.}$$

D. Muros de albañilería

D.1. Espesor de muros de albañilería

Para los muros de albañilería se optó por utilizar ladrillos solidos clase IV, con 30% de huecos, King Kong del tipo industrial.

Para el cálculo del espesor efectivo (t) del muro, según el artículo 19.1 “Muro portante” de la norma E.070 “Albañilería”, el cual menciona que hay una relación entre espesor efectivo “ t ” y la altura libre “ h ” del muro, que está de acuerdo a la zona que se encuentra la estructura:

$$t \geq \frac{h}{25}, \text{ para zona Sísmica 1}$$

$$t \geq \frac{h}{20}, \text{ para zonas Sísmicas 2 y 3}$$

Donde “ h ” es la altura libre de los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva.

La norma E.030 “Diseño sismorresistente”, tuvo una actualización en enero del 2016, en el cual las zonas sísmicas aumentaron de 3 a 4. Las estructuras del presente proyecto al encontrarse en la zona 4, se optó por utilizar la expresión para zonas sísmicas 2 y 3.

$$t \geq \frac{h}{20} = \frac{2.50}{20} = 0.125 \text{ m}$$

Cuyo resultado, es un espesor de **0.13m**, siendo un muro soga, el cual será utilizado para todos los muros de albañilería confinada.

D.2.Densidad de muros de albañilería

Según el artículo 19.2 “Estructuración en planta” de la norma E.070 “Albañilería”, nos indica que la densidad mínima de muros portantes en cada dirección de un edificio estará dada por la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Area de corte de los muros reforzados}}{\text{Area de la planta típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Donde:

- “Z”, “U” y “S”, corresponden a los factores de la zona, importancia y tipo de suelo respectivamente, especificados en la norma E.030 “Diseño sismorresistente”
- “N” es el número de pisos del edificio.
- “L” es la longitud total del muro incluyendo columnas (mayor a 1.20m)
- “t” es el espesor efectivo del muro

Para el presente proyecto se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Datos según norma E.030 “Diseño sismorresistente”
 - Z = 0.45. El edificio está ubicado en la zona sísmica 4.
 - U = 1. El edificio es de uso común, destinado a vivienda.
 - S = 1. El edificio está ubicado sobre suelo de roca y suelo rígido.
- Datos del BLOQUE I y BLOQUE II
 - N = 5 Número de pisos del edificio
 - L = Solo intervienen muros con L > 1.20m.
 - t = 0.13m Espesor del muro de albañilería.
 - $A_{pI} = 190.75\text{m}^2$ Área de la planta típica del BLOQUE I.
 - $A_{pII} = 188.40\text{m}^2$ Área de la planta típica del BLOQUE I.

Calculamos lo siguiente:

$$\frac{Z.U.S.N}{56} = \frac{0.45 \times 1 \times 1 \times 5}{56} = 0.0402$$

BLOQUE I:*Tabla 12. Densidad de muros en dirección X-X del BLOQUE I*

MURO	L (m)	t (m)	L x t (m ²)	N veces	L x t x N (m ²)
1M1X	1.85	0.13	0.24	5.00	1.20
1M2X	1.93	0.13	0.25	5.00	1.25
1M3X	1.93	0.13	0.25	5.00	1.25
1M4X	1.85	0.13	0.24	5.00	1.20
1M5X	1.92	0.13	0.25	5.00	1.25
1M6X	1.42	0.13	0.18	5.00	0.92
1M7X	2.70	0.13	0.35	5.00	1.76
1M8X	3.03	0.13	0.39	5.00	1.97
1M9X	3.03	0.13	0.39	5.00	1.97
1M10X	3.03	0.13	0.39	5.00	1.97
1M11X	1.85	0.13	0.24	5.00	1.20
1M12X	1.93	0.13	0.25	5.00	1.25
Suma total ($\sum LxtN$):					17.21 m ²
Area techada total (A_p):					190.75 m ²
Cumple	$\sum LtN/A_p$:	0.0902	\geq	ZUSN/56 :	0.0402

*Fuente: Propia**Tabla 13. Densidad de muros en dirección Y-Y del BLOQUE I*

MURO	L (m)	t (m)	L x t (m ²)	N veces	L x t x N (m ²)
1M1Y	7.80	0.13	1.01	5.00	5.07
1M2Y	3.00	0.13	0.39	5.00	1.95
1M3Y	2.12	0.13	0.28	5.00	1.38
1M4Y	1.32	0.13	0.17	5.00	0.86
1M5Y	3.00	0.13	0.39	5.00	1.95
1M6Y	3.75	0.13	0.49	5.00	2.44
1M7Y	1.83	0.13	0.24	5.00	1.19
1M8Y	1.60	0.13	0.21	1.00	0.21
1M9Y	2.85	0.13	0.37	1.00	0.37
1M10Y	2.58	0.13	0.34	5.00	1.68
1M11Y	3.00	0.13	0.39	5.00	1.95
1M12Y	1.63	0.13	0.21	5.00	1.06
1M13Y	1.32	0.13	0.17	5.00	0.86
1M14Y	3.00	0.13	0.39	5.00	1.95
1M15Y	2.12	0.13	0.28	5.00	1.38
1M16Y	7.80	0.13	1.01	5.00	5.07
Suma total ($\sum LxtN$):					29.35 m ²
Area techada total (A_p):					190.75 m ²
Cumple	$\sum LtN/A_p$:	0.1539	\geq	ZUSN/56 :	0.0402

Fuente: Propia

BLOQUE II:*Tabla 14. Densidad de muros en dirección X-X del BLOQUE II*

MURO	L (m)	t (m)	L x t (m ²)	N veces	L x t x N (m ²)
2M1X	1.65	0.13	0.21	5.00	1.07
2M2X	1.65	0.13	0.21	5.00	1.07
2M3X	1.80	0.13	0.23	5.00	1.17
2M4X	1.80	0.13	0.23	5.00	1.17
2M5X	2.20	0.13	0.29	5.00	1.43
2M6X	2.05	0.13	0.27	5.00	1.33
2M7X	2.05	0.13	0.27	5.00	1.33
2M8X	2.20	0.13	0.29	5.00	1.43
2M9X	2.95	0.13	0.38	5.00	1.92
2M10X	4.26	0.13	0.55	5.00	2.77
2M11X	2.95	0.13	0.38	5.00	1.92
2M12X	23.86	0.13	3.10	5.00	15.51
Suma total ($\sum LxtN$):					32.12 m²
Area techada total (Ap):					188.40 m ²
Cumple	$\sum LtN/Ap$:	0.1705	\geq	ZUSN/56 :	0.0402

*Fuente: Propia**Tabla 15. Densidad de muros en dirección Y-Y del BLOQUE II*

MURO	L (m)	t (m)	L x t (m ²)	N veces	L x t x N (m ²)
2M1Y	7.60	0.13	0.99	4.00	3.95
2M2Y	2.10	0.13	0.27	5.00	1.37
2M3Y	1.65	0.13	0.21	5.00	1.07
2M4Y	2.70	0.13	0.35	5.00	1.76
2M5Y	3.85	0.13	0.50	5.00	2.50
2M6Y	2.70	0.13	0.35	5.00	1.76
2M7Y	1.50	0.13	0.20	5.00	0.98
2M8Y	7.60	0.13	0.99	5.00	4.94
2M9Y	2.70	0.13	0.35	5.00	1.76
2M10Y	1.50	0.13	0.20	5.00	0.98
2M11Y	2.70	0.13	0.35	5.00	1.76
2M12Y	3.85	0.13	0.50	5.00	2.50
2M13Y	2.10	0.13	0.27	5.00	1.37
2M14Y	1.65	0.13	0.21	5.00	1.07
2M15Y	7.60	0.13	0.99	5.00	4.94
Suma total ($\sum LxtN$):					32.68 m²
Area techada total (Ap):					188.40 m ²
Cumple	$\sum LtN/Ap$:	0.1735	\geq	ZUSN/56 :	0.0402

Fuente: Propia

De los resultados anteriores se puede decir que los muros planteados son suficientes, sin embargo, esto no garantiza la distribución definitiva, ya que aún falta verificar la resistencia global de las estructuras. La cual se verificará más adelante

E. Muros o placas de concreto armado

Para un primer predimensionamiento de los muros de concreto armado se consideró lo recomendado en el artículo 21.9.3.2 de la norma E.060 “Concreto armado”, el cual indica que los muros de corte deben tener un espesor mínimo de 15cm.

Por tal, para todas los muros o placas de concreto en los BLOQUES I y II se consideró un espesor de 15cm.

F. Escalera

F.1. Garganta de escalera (t)

Para el Predimensionamiento de la garganta de la escalera se tomó en cuenta las siguientes expresiones:

$$\boxed{t = \frac{Ln}{25}} \quad \text{o} \quad \boxed{t = \frac{Ln}{20}}$$

Donde:

t : Espesor de la garganta de la escalera (m)

Ln : Distancia máxima entre apoyos de la escalera (m)

La escalera ubicada en el BLOQUE I, tiene una luz máxima entre apoyos de 2.45m, aplicando las expresiones antes mencionadas se tiene:

$$\boxed{t = \frac{2.45m}{25} = 0.098m} \quad \text{o} \quad \boxed{t = \frac{2.45m}{20} = 0.123m}$$

Por tal, se consideró un espesor de garganta **de 0.15m**, para la escalera ubicada en el BLOQUE I.

F.2. Paso (P) y Contrapaso (CP) de la escalera

De los planos de arquitectura del BLOQUE I se tiene en la escalera pasos de 0.25m de longitud. Para la altura del contrapaso se deben aplicar las siguientes expresiones:

$$CP = \frac{H}{nP}$$

$$0.60 \leq (2 \times CP) + P \leq 0.64$$

Donde:

CP : Altura del contrapaso de la escalera (m)

p : Longitud del paso (m)

nP : Numero de pasos

H : Altura del entrepiso (m)

La escalera ubicada en el BLOQUE I, cuenta con 15 pasos y una altura de entrepiso de 2.70m, aplicando la expresión anterior se tiene:

$$CP = \frac{2.70m}{15} = 0.18m$$

$$0.60 \leq (2 \times 0.18m) + 0.25 = 0.61m \leq 0.64$$

Por tal, se considera **P=0.25m** y una altura de **CP=0.18m**, para la escalera ubicada en el BLOQUE I.

4.2.3. Materiales empleados

➤ Concreto Armado

- | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| - Resistencia a la compresión | | $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ |
| - Módulo de elasticidad | $E_c = 15000 \times \sqrt{f'_c}$ | $E_c = 217\,371 \text{ kg/cm}^2$ |
| - Deformación unitaria máxima | | $\epsilon_{cu} = 0.003$ |
| - Módulo de corte | $G_c = E/(2(1+\nu))$ | $G_c = 90\,571 \text{ kg/cm}^2$ |
| - Módulo de Poisson | | $\nu = 0.2$ |

➤ **Acero Corrugado ASTM-615 – Grado 60**

- Resistencia a la fluencia	f_y	=	4 200 kg/cm ²
- Módulo de elasticidad	E_c	=	2000000 kg/cm ²
- Deformación unitaria máxima	ϵ_{cu}	=	0.0021

➤ **Albañilería: Ladrillo King Kong Industrial clase IV**

- Resistencia a la compresión axial de las unidades	f'_b	=	145 kg/cm ²
- Resistencia a la compresión axial en pilas	f'_m	=	65 kg/cm ²
- Resistencia al corte en muretes	V'_m	=	8.1 kg/cm ²
- Módulo de elasticidad	$E_m = 500f'_m$	E_m	= 32 500 kg/cm ²
- Módulo de corte	$G_m = 0.4E_m$	G_m	= 13 000 kg/cm ²
- Módulo de Poisson	ν	=	0.25

4.2.4. Metrado de cargas

4.2.4.1. Pesos propios y sobrecargas

A continuación, se definen los pesos propios (volumétricos) de los materiales utilizados, y las cargas muertas y vivas empleadas, según la norma E.020 “Cargas”.

➤ **Carga muerta (CM)**

- Peso propio del concreto armado	=	2400 kg/m ³
- Peso propio de muros de albañilería	=	1800 kg/m ³
- Peso de acabado de piso	=	100 kg/m ²
- Peso de tabiquería	=	150 kg/m ²

➤ **Carga viva (CV)**

- S/C entrepiso - vivienda	=	200 kg/m ²
- S/C Corredores y escaleras - vivienda	=	200 kg/m ²
- S/C Techos	=	100 kg/m ²

4.2.5. Análisis sísmico

4.2.5.1. Generalidades

El análisis sísmico de una estructura, consiste en tratar de predecir su comportamiento frente a posibles sismos, mediante un espectro de respuesta, a su vez estas fuerzas que someterán a la estructura, se convertirán en esfuerzos producidos en todos sus elementos y sus desplazamientos del mismo, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**).

El art. 1.3 “Filosofía y Principios del Diseño Sismorresistente” de la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”, describe que la filosofía del diseño sismorresistente consiste en:

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

En concordancia con tal filosofía se establece los siguientes principios:

- La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**).

4.2.5.2. Parámetros considerados para el análisis sísmico

De acuerdo a los parámetros sísmicos mencionados en el acápite 2.2.4. “Consideraciones para el análisis sísmico” de la presente tesis, se describe a continuación los parámetros utilizados para el análisis sísmico del BLOQUE I y BLOQUE II.

A. Zonificación (Z)

Al encontrarse el condominio en la provincia de lima, este se encuentra en la **zona 4**, por tal su factor de zona **Z** es **igual a 0.45**, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**).

B. Categoría de las Edificaciones (U)

El condominio en estudio es una edificación para vivienda, la cual se encuentra en la **Categoría C** “Edificaciones comunes”, por tal para el presente proyecto se considera un factor de uso **U** es **igual a 1.0**, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**).

C. Parámetros de sitio (S, T_P y T_L)

El perfil del suelo donde se encuentra el condominio es del tipo **suelo muy rígido (S₁)**. Al encontrarse ubicado la estructura en la zona 4, le corresponde un factor de suelo **S** **igual a 1.00**, y los parámetros **T_P** y **T_L** asociados con este tipo de suelo son de **0.4** y **2.5** respectivamente, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**).

D. Factor de amplificación sísmica (C)

El artículo 2.5. “Factor de amplificación sísmica” de la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”, indica que el valor de C, depende del periodo (T) de la estructura en cada dirección. Asimismo, el numeral 4.5.4 “Periodo fundamental de vibración”, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**), indica que el periodo fundamental de las estructuras se puede estimar con la siguiente expresión:

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

Donde:

h_n : Altura de la estructura desde el NTN.

T : Periodo fundamental de vibración

C_T = 35 para edificios cuyos elementos resistentes sean únicamente:

- a. Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b. Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos.

C_T = 45 para edificios cuyos elementos resistentes sean:

- a. Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores.

b. Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ para edificios de albañilería, duales, de muros estructurales y muros de ductilidad limitada.

El BLOQUE I y el BLOQUE II, tienen una altura de 13.60m y ambos son sistemas de albañilería confinada, aplicando la expresión antes mencionada se tiene:

$$T = \frac{13.60}{60} = 0.226$$

En dirección X-X e Y-Y, en los dos bloques, se tiene un periodo fundamental de vibración $T=0.226$, el cual es menor a 0.4 (T_P), por tal se considera un factor **C igual a 2.5** para las 2 edificaciones en sus 2 direcciones.

E. Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0)

Los BLOQUES I y II, en sus direcciones X-X e Y-Y, casi la totalidad de la rigidez y resistencia será proporcionada por muros de albañilería confinada, por tal de acuerdo a la tabla N° 7 “Sistemas estructurales” del artículo 3.4 “Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)”. Al ser sistemas estructurales de **Albañilería Confinada**, les corresponden un coeficiente **R_0 igual a 3** para efectos de sismo severo.

F. Regularidad Estructural

Antes de mencionar el coeficiente de Reducción sísmica (R), se analizará la regularidad estructural de acuerdo a lo indicado en el artículo 3.5 “Regularidad Estructural” y el artículo 3.6 “Factores de Irregularidad (I_a , I_p) de la norma E.030.

De acuerdo a lo indicado en la norma E.030 los BLOQUES I y II, de la presente tesis, no presentan irregularidades, es decir se encuentran dentro de la clasificación de **Estructuras Regulares** en dirección X-X e Y-Y, por tal los factores **I_a e I_p serán igual a 1.0**, en sus dos direcciones.

G. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)

Aplicando la expresión indicada en el artículo 3.6 “Coeficiente de Reducción de las Fuerza Sísmicas” se tiene:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Donde:

- R : Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.
- R₀ = 3.0, para efectos de sismo severo de sistemas estructurales de albañilería confinada en dirección X-X e Y-Y.
- I_a = 1.0, no presenta irregularidad en altura.
- I_p = 1.0, no presenta irregularidad en planta.

$$R = 3.0 \times 1.0 \times 1.0 = 3.0$$

Por tal, para efectos de la aplicación de la norma E.030 se considera:

En dirección X-X e Y-Y de los BLOQUES I y II, un coeficiente **R igual a 3.0**

4.2.5.3. Modelo Matemático

Para la realización del modelo matemático de los BLOQUES I y II se usó el Software ETABS en su versión 2016.2. Este modelo matemático servirá para realizar el análisis dinámico modal espectral y el análisis estructural. Para el modelo matemático se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

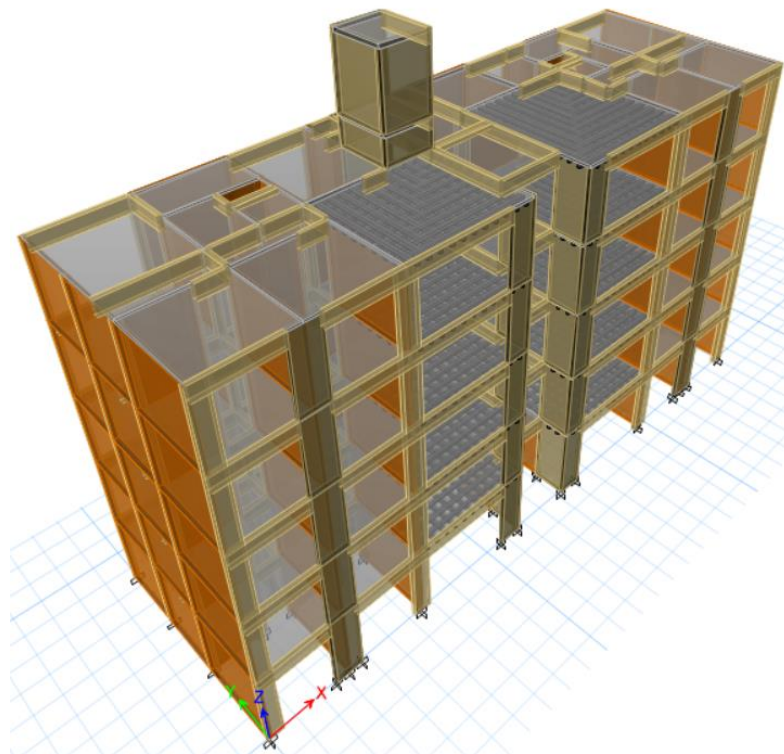
- Se realizó el modelo tridimensional del BLOQUE I y BLOQUE II, restringiendo la base del primer nivel empotrado al suelo, por encontrarse ubicado en un suelo muy rígido.
- Se consideró un diafragma rígido por cada nivel, asignando 3 grados de libertad en cada nivel. Al tener 5 niveles, se consideró 15 modos de vibración en total, para cada BLOQUE.

- Se modelaron las vigas y columnas como elementos frame (unidimensional), los muros de albañilería y concreto armado fueron modelados como elementos Wall (bidimensional), las losas aligeradas en una dirección como elementos Ribbed, las losas aligeradas en dos sentidos como elementos Waffle, y las losas macizas como elementos slab.
- Los elementos estructurales se modelaron considerando su peso propio, y las sobrecargas muertas (acabados, tabiquería) y sobrecargas vivas (entrepiso vivienda, y techo) fueron ingresados como cargas distribuidas en las losas.
- No fueron modelados los elementos no estructurales como alfeizar y tabiquerías, pero si han sido ingresados al modelo matemático como solicitaciones de carga.

A continuación, se muestran las vistas de los BLOQUES I y II. Los muros de albañilería son los que se encuentran de color naranja y los otros colores son elementos de C.A.

BLOQUE I

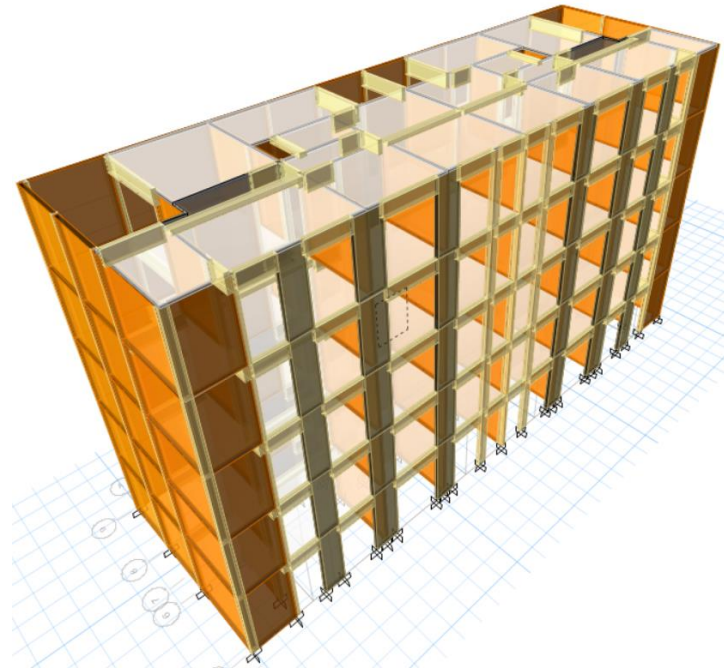
Figura 31. Modelo matemático-vista tridimensional



Fuente. Propia a partir de la estructura

BLOQUE II

Figura 32. Modelo matemático-vista tridimensional



Fuente. Propia a partir de la estructura

4.2.5.4. Peso de la Edificación, Centro de Masas y Rigideces

De acuerdo al artículo 4.3 “Estimación del Peso (P)” de la norma E.030 “Diseño sismorresistente”, el peso de una Edificación que tiene una Categoría del tipo C. El peso estará dado por la siguiente expresión:

$$P = 100\%CM + 25\%CV$$

Donde:

- p : Peso de la Edificación.
- CM : Carga muerta de la Edificación (Peso propio + Sobrecarga muerta).
- CV : Carga viva de la edificación (sobrecarga vivienda)

En el ETABS, para el modelo matemático de los BLOQUES I y II, se ingresará dicha condición en la opción “Mass Source”, de acuerdo a lo siguiente:

Figura 33. Masa de la estructura

Mass Source Name: 100%CM+25%CV

Mass Source:

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns

Mass Multipliers for Load Patterns:

Load Pattern	Multiplier
Peso Propio	1
SCmuerta	1
LadrilloTecho	1
SCviva	0.25
SCviva_Techo	0.25

Fuente. Propia, a partir de lo obtenido del Etabs.

Para la ubicación en planta del centro de masas para los niveles, se toma en cuenta la masa en cada nivel y la coordenada (0,0) se encuentra ubicada en la esquina inferior izquierda de la planta del edificio.

BLOQUE I

Tabla 16. Centros de masas y rigideces del BLOQUE I

Nivel	Masa (t s ² /m)	Centro de masas		Centro de Rigideces	
		X _M (m)	Y _M (m)	X _R (m)	Y _R (m)
1ER NIVEL	19.08966	11.9246	3.8361	11.1714	4.6399
2DO NIVEL	18.4121	11.9259	3.8282	11.2343	4.7821
3ER NIVEL	18.4121	11.9221	3.8304	11.3475	4.7909
4TO NIVEL	18.4121	11.9221	3.8304	11.4595	4.7774
5TO NIVEL	14.62859	11.9486	3.8623	11.5612	4.7553
ASCENSOR	0.56279	9.7972	5.01	9.0359	4.9361
CTO MAQ.	0.8501	9.8458	5.01	8.3551	4.9888

Fuente: Propia a partir de los resultados de análisis dinámico

BLOQUE II

Tabla 17. Centros de masas y rigideces del BLOQUE II

Nivel	Masa (t s ² /m)	Centro de masas		Centro de Rigideces	
		X _M (m)	Y _M (m)	X _R (m)	Y _R (m)
1ER NIVEL	18.05165	11.93	3.366	11.9299	5.1169
2DO NIVEL	17.41868	11.93	3.3685	11.9299	5.637
3ER NIVEL	17.41868	11.93	3.3685	11.93	6.0011
4TO NIVEL	17.41868	11.93	3.3685	11.93	6.3253
5TO NIVEL	13.58563	11.93	3.3462	11.93	6.5299

Fuente: Propia a partir de los resultados de análisis dinámico

4.2.5.5. Análisis Estático

El acápite 4.5.2 “Fuerza cortante en la base” del artículo 4.5 “Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes” de la norma E.030 “Diseño sismorresistente”, indica que la fuerza cortante total en la base de las estructuras, correspondiente a cada dirección (X o Y) se determinara por la siguiente expresión:

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

Donde el valor mínimo para C/R debe ser:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \quad \text{Según Norma Peruana E.030}$$

De lo mencionado anteriormente, se muestra a continuación las fuerzas cortantes en la base.

BLOQUE I

Tabla 18. Cortante estático del BLOQUE I

Dirección	Z	U	C	S	R	C/R>0.125	ZUCS/R	P (ton)	V (ton)	
X-X	0.45	1.00	2.50	1.00	3.00	0.83>0.125	Ok	0.375	886.20	332.33
Y-Y	0.45	1.00	2.50	1.00	3.00	0.83>0.125	Ok	0.375	886.20	332.33

Fuente: Propia

BLOQUE II

Tabla 19. Cortante estático del BLOQUE II

Dirección	Z	U	C	S	R	C/R	ZUCS/R	P (ton)	V (ton)	
X-X	0.45	1.00	2.50	1.00	3.00	0.83>0.125	Ok	0.375	822.71	277.67
Y-Y	0.45	1.00	2.50	1.00	3.00	0.83>0.125	Ok	0.375	822.71	277.67

Fuente: Propia

4.2.5.6. Análisis Dinámico Modal Espectral

El análisis dinámico modal espectral es un procedimiento más completo para analizar sísmicamente una estructura. El artículo 4.5 “Análisis dinámico modal espectral” de la norma E.030 “Diseño sismorresistente”, indica que cualquier estructura puede ser diseñada usando este tipo de análisis sísmico.

Para el análisis dinámico modal espectral, a los modelos matemáticos definidos anteriormente se agregará lo siguiente:

- Se asignarán casos de carga en cada dirección (X e Y) definido por el espectro de diseño.
- De acuerdo al numeral 4.6.3 “Criterios de combinación”, de la norma E.030, indica que la respuesta máxima elástica esperada correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados, podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa (CQC) de los valores calculados para cada modo.
- De acuerdo al numeral 4.6.5 “Excentricidad Accidental”, de la norma E.030, indica que, debido a la incertidumbre en la localización del centro de masa en cada nivel, se considerara una excentricidad accidental de 0.05 veces (5%) la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección del análisis.

4.2.5.6.1. Análisis modal

Para realizar el análisis modal se utilizó el Software ETABS, con el cual se calcula las frecuencias naturales, periodos fundamentales y los modos de vibración de las estructuras. El análisis modal mediante el problema de valores y vectores propios es independiente de las cargas que actúan sobre las estructuras, y depende, de la rigidez y ubicación de los elementos estructurales que conforman el sistema estructural. Cabe señalar que el numeral 4.6.1 “Modos de vibración” de la norma E.030, señala que en cada dirección se consideraran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total.

BLOQUE I*Tabla 20. Períodos y masas participantes del BLOQUE I*

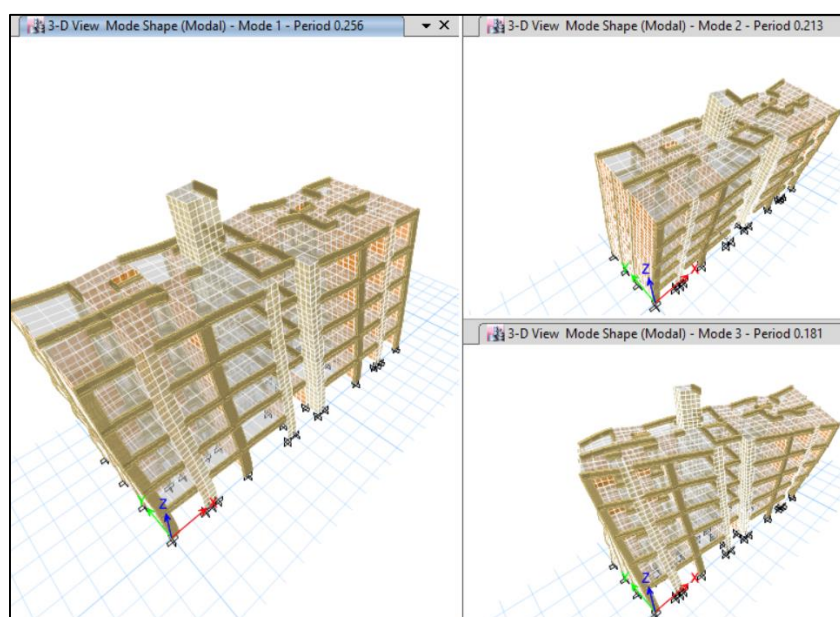
MODO	PERIODOS	PARTICIPACIÓN (PORCENTAJE)			SUMATORIA (PORCENTAJE)		
		UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
1	0.2560	75.38	0.33	0.81	75.38	0.33	0.81
2	0.2130	0.39	74.32	0.38	75.77	74.66	1.19
3	0.1810	0.66	0.33	77.18	76.44	74.99	78.37
4	0.0780	14.18	0.05	0.11	90.62	75.04	78.48
5	0.0660	0.06	14.83	0.02	90.67	89.87	78.50
6	0.0570	0.08	0.00	14.28	90.76	89.87	92.77
7	0.0480	0.01	2.69	0.73	90.77	92.56	93.50
8	0.0430	4.56	0.02	0.01	95.32	92.58	93.51
9	0.0380	0.00	0.50	0.15	95.33	93.08	93.66
10	0.0330	0.13	2.93	0.02	95.46	96.01	93.68
11	0.0330	1.35	0.46	0.01	96.80	96.47	93.70
12	0.0250	1.47	0.05	0.12	98.27	96.52	93.82
13	0.0240	0.03	1.69	0.12	98.30	98.21	93.94
14	0.0110	0.93	0.00	0.00	99.23	98.21	93.94
15	0.0100	0.00	1.05	0.00	99.24	99.26	93.94

Fuente: Propia, a partir de los resultados del Etabs.

De la tabla anterior se observa que en los periodos fundamentales del BLOQUE I son:

- En las direcciones X-X e Y-Y el periodo fundamental es **0.2560 s** y **0.2130s**, con un porcentaje de participación de masa del **76.38%** y **74.32%** respectivamente.

A continuación, se muestran figuras de los primeros 3 modos de vibración.

Figura 34. Modos de vibración del 1 al 3 del BLOQUE I

Fuente. Propia del Etabs.

BLOQUE II*Tabla 21. Periodos y masas participantes del BLOQUE II*

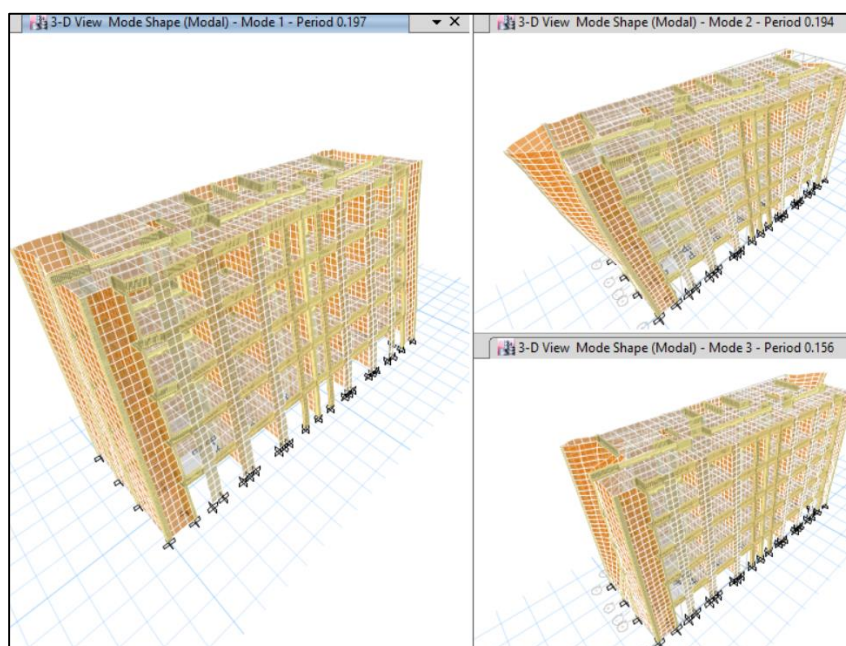
MODO	PERIODOS	PARTICIPACIÓN (PORCENTAJE)			SUMATORIA (PORCENTAJE)		
		UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
1	0.1970	0.00	78.66	0.00	0.00	78.66	0.00
2	0.1940	56.55	0.00	20.99	56.55	78.66	20.99
3	0.1560	1.20	0.00	18.75	57.76	78.66	39.74
4	0.1540	0.00	0.02	0.00	57.76	78.68	39.74
5	0.1400	1.23	0.00	0.81	58.99	78.68	40.54
6	0.1400	0.00	0.00	0.00	58.99	78.69	40.54
7	0.1300	23.29	0.00	39.78	82.28	78.69	80.33
8	0.1140	0.00	0.00	0.00	82.28	78.69	80.33
9	0.1110	0.16	0.00	0.02	82.44	78.69	80.35
10	0.0640	0.00	14.27	0.00	82.44	92.95	80.35
11	0.0630	6.59	0.00	5.00	89.02	92.95	85.35
12	0.0490	4.83	0.00	1.38	93.85	92.95	86.74
13	0.0380	0.00	3.73	0.00	93.85	96.69	86.74
14	0.0290	4.40	0.00	0.37	98.26	96.69	87.11
15	0.0230	0.00	1.92	0.00	98.26	98.61	87.11

Fuente: Propia a partir de los resultados de análisis dinámico

De la tabla anterior se observa que en los periodos fundamentales del BLOQUE II son:

- En las direcciones X-X e Y-Y el periodo fundamental es **0.1940 s** y **0.1970s**, con un porcentaje de participación de masa del **56.55%** y **78.66%** respectivamente.

A continuación, se muestran figuras de los primeros 3 modos de vibración

Figura 35. Modos de vibración del 1 al 3 del BLOQUE II

Fuente. Propia del Etabs.

4.2.5.6.2. Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones, de acuerdo al artículo 4.6.2 “Aceleración espectral”, de la norma E.030, definido por:

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

Las pseudo-aceleraciones (S_a) se grafican en el eje de las ordenadas y los periodos en el eje de las abscisas. A continuación, se muestran los espectros de pseudo-aceleraciones de los bloques analizados.

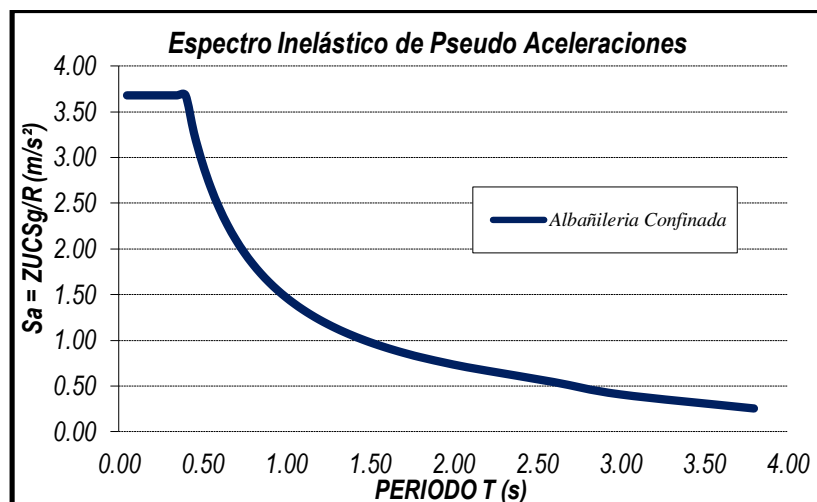
BLOQUE I y BLOQUE II

Tabla 22. Análisis modal espectral (X-X) e (Y-Y)

DIRECCIÓN X-X e Y-Y		
Z:	0.450	Zona 4
U:	1.000	CAT. C. (Común)
S:	1.000	S1 (Muy Rígido)
R0:	3.000	Albañilería Confinada
Ia:	1.000	No Presenta Irregularidad
Ip:	1.000	No Presenta Irregularidad
R:	3.000	Coefficiente de Reducción Sísmica

Fuente: Propia

Figura 36. Espectro de diseño en dirección X-X e Y-Y, de los BLOQUES I y II



Fuente. Propia.

Tabla 23. Valores del pseudoaceleración y período

T (s)	Sa (m/s ²)				
0.05	3.678	0.70	2.101	1.40	1.051
0.10	3.678	0.75	1.961	1.45	1.014
0.15	3.678	0.80	1.839	1.50	0.981
0.20	3.678	0.85	1.731	1.55	0.949
0.25	3.678	0.90	1.634	1.60	0.919
0.30	3.678	0.95	1.548	1.65	0.892
0.35	3.678	1.00	1.471	1.70	0.865
0.40	3.678	1.05	1.401	1.75	0.841
0.45	3.269	1.10	1.337	1.80	0.817
0.50	2.942	1.15	1.279	2.00	0.736
0.55	2.675	1.20	1.226	2.20	0.669
0.60	2.452	1.25	1.177	2.60	0.544
0.65	2.263	1.30	1.132	3.00	0.409
		1.35	1.090	3.80	0.255

4.2.5.6.3. Fuerza Cortante Mínima

Según al artículo 4.6.4 “Fuerza cortante mínima”, de la norma E.030, indica que, para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado en el análisis estático para estructuras regulares ni menor que el 90% para estructuras irregulares. En caso que no se cumpla esta condición, será necesario escalar el cortante dinámico para cumplir los mínimos señalados. Se deberán escalar proporcionalmente los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

Se muestran a continuación las fuerzas cortantes dinámicas en el primer entrepiso de los BLOQUES I y II, para verificar que se cumpla con la fuerza cortante mínima.

BLOQUE I

Fuerzas Resultantes en la base por Análisis Dinámico						
Espectro	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SX	256.447	21.652	0.000	211.299	2489.156	825.176
SY	21.647	253.682	0.000	2477.682	213.020	3344.818
80% del cortante estático Dir X-X		265.86		80% del cortante estático Dir Y-Y		265.86

Del cuadro anterior se tiene:

Dirección	V(t)	0.8V(Tn)	Porcentaje
	Dinámico	Estático	
X-X	256.45	265.86	103.67%
Y-Y	253.68	265.86	104.80%

Del análisis dinámico se obtiene que la fuerza cortante en dirección X-X e Y-Y en la base, es menor que el 80% del cortante estático. Por tal, para cumplir con la fuerza cortante mínima, será necesario escalar el cortante dinámico por 1.04 en dirección X-X y por 1.05 en dirección Y-Y.

BLOQUE II

Fuerzas Resultantes en el primer entepiso por Análisis Dinámico						
Espectro	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SX	199.278	0.016	0.000	0.148	1814.857	2988.195
SY	0.016	247.669	0.000	2304.580	0.146	3127.548
80% del cortante estático Dir X-X		246.81		80% del cortante estático Dir Y-Y		246.81

Del cuadro anterior se tiene:

Dirección	V(t)	0.8V(Tn)	Porcentaje
	Dinámico	Estático	
X-X	199.28	246.81	123.85%
Y-Y	247.67	246.81	99.65%

Del análisis dinámico se obtiene:

- La fuerza cortante en dirección X-X en la base, es menor que el 80% del cortante estático. Por tal, para cumplir con la fuerza cortante mínima, será necesario escalar el cortante dinámico por 1.24 en dirección X-X.
- La fuerza cortante en dirección Y-Y en la base, es mayor que el 80% del cortante estático. Por tal, **cumple** con la fuerza cortante mínima.

4.2.5.6.4. Control de desplazamientos laterales y distorsiones

BLOQUE I

Desplazamiento del CM x0.75R

Nivel	Caso de cargas	UX*0.75R cm	UY*0.75R cm	RZ*0.75R cm
5TO NIVEL	Sx_DIN Max	1.7937	0.1229	0.0297
5TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.1312	1.3131	0.0198
4TO NIVEL	Sx_DIN Max	1.4945	0.1033	0.0252
4TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.1085	1.0679	0.0176
3ER NIVEL	Sx_DIN Max	1.1207	0.0781	0.0191
3ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.0808	0.7805	0.0137
2DO NIVEL	Sx_DIN Max	0.6968	0.0491	0.0124
2DO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0502	0.4752	0.0092
1ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.2855	0.0203	0.0056
1ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.0209	0.1926	0.0045

De la tabla obtenemos que el desplazamiento máximo absoluto del BLOQUE I en dirección X-X es de **1.79cm**, y en dirección Y-Y es de **1.31 cm**.

Máximas distorsiones x 0.75R

Nivel	Caso de cargas	Distorsiones X*0.75R	Distorsiones Y*0.75R
5TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00118	0.00026
5TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00012	0.00103
4TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00148	0.00034
4TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00014	0.00122
3ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.00167	0.00039
3ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.00016	0.00132
2DO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00162	0.00039
2DO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00015	0.00126
1ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.00105	0.00029
1ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.00010	0.00084

El BLOQUE I en dirección X-X e Y-Y, CUMPLEN con las máximas derivas, 0.005 (Albañilería), Exigida por la Norma E.030.

BLOQUE II**Desplazamiento del CM x0.75R**

Nivel	Caso de cargas	UX*0.75R	UY*0.75R	RZ*0.75R
		cm	cm	cm
5TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.7742	0.0001	0.0722
5TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0297	1.1331	0.0095
4TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.6770	0.0001	0.0612
4TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0241	0.9603	0.0081
3ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.5344	0.0000	0.0473
3ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.0178	0.7344	0.0063
2DO NIVEL	Sx_DIN Max	0.3578	0.0000	0.0308
2DO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0110	0.4770	0.0041
1ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.1681	0.0000	0.0142
1ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.0045	0.2185	0.0020

De la tabla obtenemos que el desplazamiento máximo absoluto del BLOQUE II en dirección X-X es de **0.77cm**, y en dirección Y-Y es de **1.13 cm**.

Máximas distorsiones x 0.75R

Nivel	Caso de cargas	Distorsiones X*0.75R	Distorsiones Y*0.75R
5TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00227	0.00049
5TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00018	0.00071
4TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00181	0.00063
4TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00016	0.00093
3ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.00191	0.00073
3ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.00021	0.00106
2DO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00222	0.00074
2DO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00014	0.00124
1ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.00175	0.00062
1ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.00012	0.00086

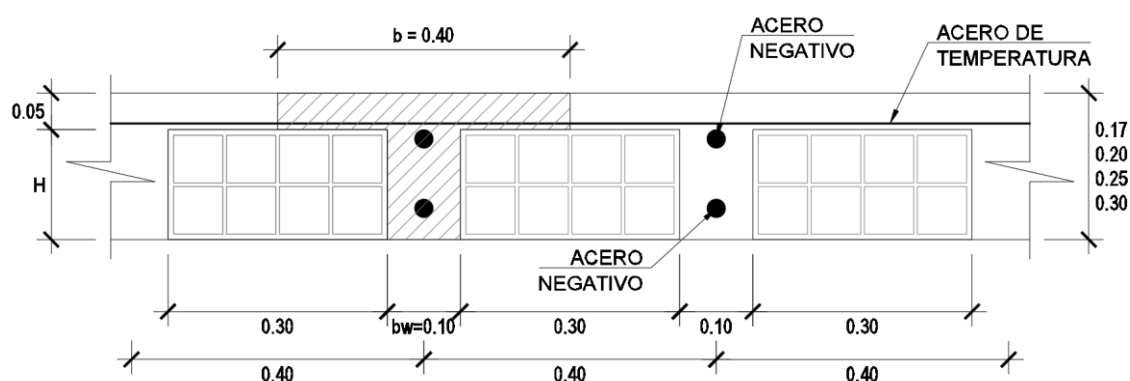
El BLOQUE II en dirección X-X e Y-Y, CUMPLEN con las máximas derivas, 0.005 (Albañilería), Exigida por la Norma E.030.

4.2.6. Análisis y diseño estructural

4.2.6.1. Diseño de Losas Aligeradas en una dirección

En el Perú los espesores de las losas aligeradas son de 17, 20, 25 y 30cm, considerando que los ladrillos comerciales son de 12, 15, 20 y 25cm de espesor. Las dimensiones en planta de estos ladrillos son de 30x30 cm.

Figura 37. Detalle de losa aligerada en una dirección



Fuente: Propia

En la figura 37, se muestra que las viguetas son elementos “T” de ancho $b=40$ cm y $b_w=10$ cm y no viguetas rectangulares como se podría suponer.

Sin embargo, está demostrado que los momentos positivos siempre deberán ser diseñados como secciones rectangulares de ancho igual a 40cm, y los momentos negativos con secciones rectangulares de ancho igual a 10cm. Las viguetas no se diseñarán como una viga en “T”, puesto que prácticamente nunca llegan a esta condición. Para el cálculo del acero mínimo bajo las condiciones mencionadas anteriormente se considera el ancho de b_w .

Las losas aligeradas en una dirección se diseñan por vigueta, por lo que se selecciona la vigueta más crítica en un paño y su diseño se aplica a las demás.

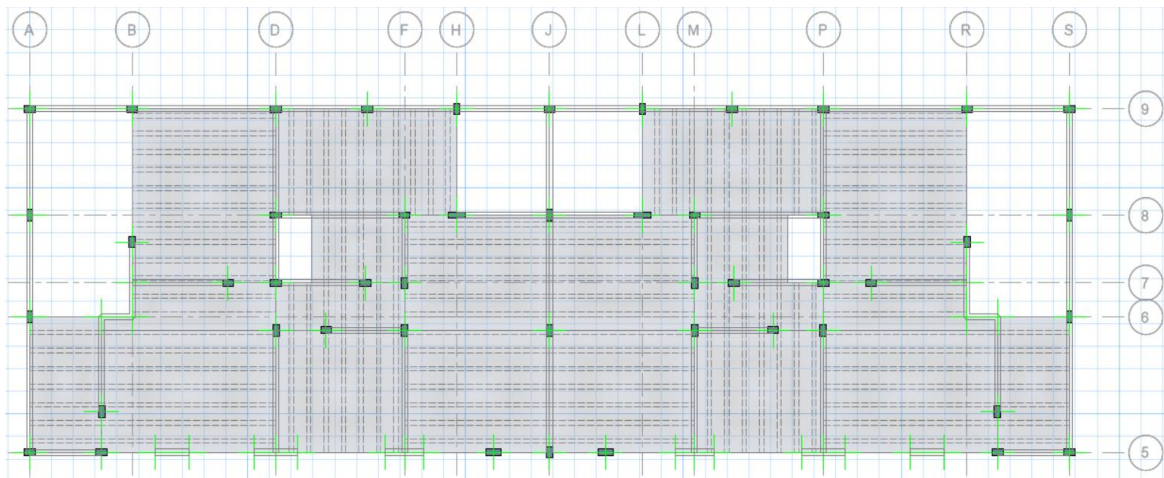
Como ejemplo se describe el análisis y diseño estructural de las losas aligeradas del primer nivel del BLOQUE II, puesto que en este bloque se encuentran losas aligeradas en una dirección con mayores luces que en el BLOQUE I.

a. Análisis estructural de losas aligeradas en una dirección.

Las losas de los techos no reciben solicitaciones de cargas sísmicas considerables, salvo casos excepcionales, por lo que, según el método de diseño por resistencia, mencionado en la norma E.060, la combinación más desfavorable será 1.4CM+1.7CV.

Para el análisis estructural de las losas aligeradas en una dirección se utilizó el software SAFE en su versión 2016.

Figura 38. Modelo matemático de las losas aligeradas del primer nivel BLOQUE II



Fuente: Propia del Safe.

b. Diseño por flexión.

Para el cálculo de la cuantía necesaria por flexión se usará la siguiente expresión:

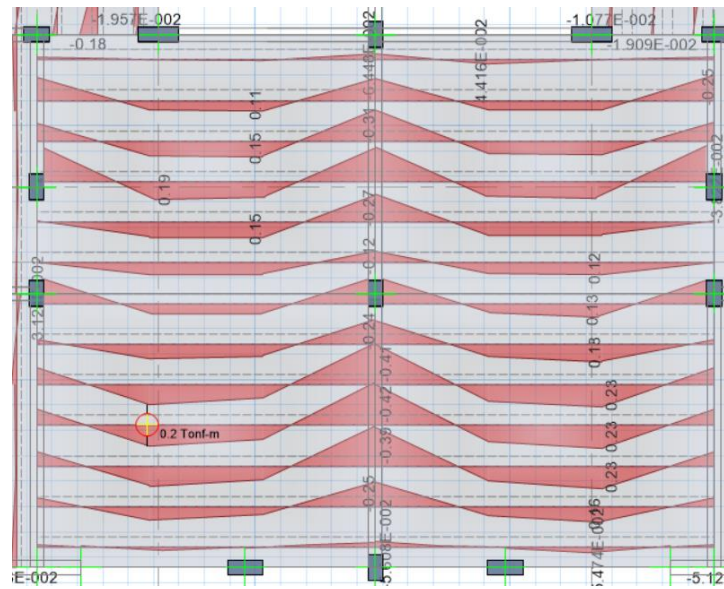
$$A_s = \frac{0.85 f'_c b d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{0.85 \phi f'_c b d^2}} \right]$$

Donde:

- A_s : Área de acero requerido por flexión (cm²).
- f'_c : Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²).
- b : Ancho de la sección (cm).
- d : Peralte efectivo de la sección (cm).
- M_u : Momento ultimo actuante (kg-cm).
- ϕ : Coeficiente de reducción a flexión

Del modelo matemático obtenemos los diagramas de momento flector de las viguetas, las cuales se muestran a continuación:

Figura 39. Diagrama de momentos en losas aligeradas del BLOQUE II



Fuente: Propia del Safe

Como ejemplo tomaremos los paños que se encuentran entre los ejes F-M y 5-8. Con los momentos obtenidos anteriormente, y con la ayuda de una hoja de cálculo aplicando lo indicado en la norma E.060 obtenemos lo siguiente:

Cálculo de momentos

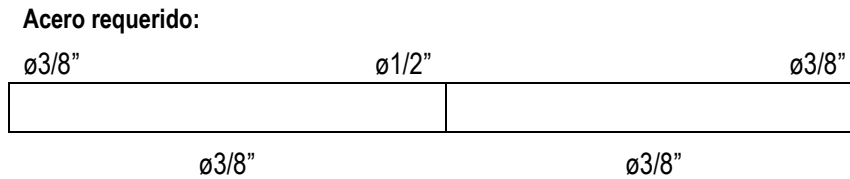
En kg-m:

165.00	420.00	164.00
200.00		230.00

Cálculo de acero por flexión

Refuerzo requerido (cm²):

0.32	0.86	0.32
0.38		0.44



En conclusión, de acuerdo al diseño por flexión se requiere:

- 1Ø3/8" de acero positivo y acero negativo en los extremos equivalentes a 0.71cm², los cuales cumplen con los requerimientos de la norma E.060 "Concreto armado".
- 1Ø1/2" de acero negativo en el centro equivalente a 1.29cm², los cuales cumplen con los requerimientos de la norma E.060 "Concreto armado".

c. Diseño por corte.

Dado que las losas aligeradas no llevan estribos, el concreto deberá tomar todos los esfuerzos que produzcan las fuerzas cortantes. La norma E.060 "Concreto armado", permite un incremento del 10% de la resistencia para losas aligeradas y nervadas. Por tal la resistencia de diseño al corte estará dada por la siguiente expresión:

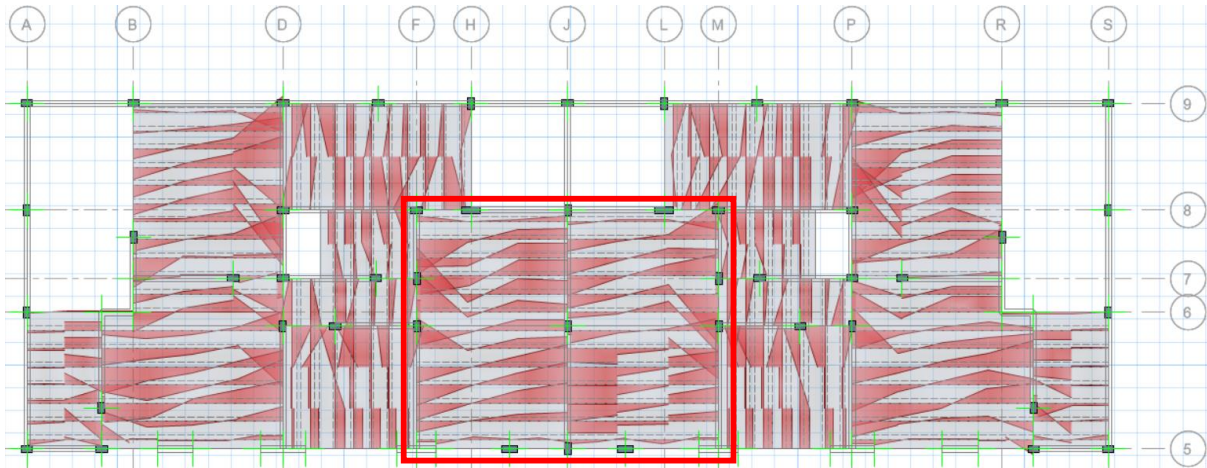
$$\phi V_c = 1.10 \times 0.53 \sqrt{f'c} b w d$$

Donde:

- V_c : Resistencia al corte de la sección
- $f'c$: Resistencia a la compresión del concreto
- bw : Ancho de la vigueta
- d : Peralte efectivo

Se deberá comprobar que la resistencia ϕV_c sea mayor que la fuerza cortante última V_u , obtenida a una distancia "d" medida desde la cara de los apoyos (V_{ud}). Caso contrario se requerirá retirar los ladrillos de los apoyos para formar ensanches, con el fin de aumentar el tamaño de la sección resistente. De acuerdo al análisis estructural tenemos las siguientes fuerzas cortantes que se generan en las viguetas.

Figura 40. Diagrama de fuerzas cortantes en losas aligeradas del BLOQUE II



Fuente: Propia

Como ejemplo tomaremos los paños que se encuentran entre los ejes F-M y 5-8. Según la figura anterior la fuerza cortante última es de 991.98 Kgf, verificaremos que la resistencia de diseño (ϕV_c) sea mayor a la fuerza cortante última (V_u).

d =	14.00 cm	Peralte efectivo
V_u =	991.98 kgf	Fuerza cortante máximo en el extremo
V_{ud} =	931.39 kgf	Fuerza cortante a la distancia "d"
ϕV_c =	1005.37 kgf	Resistencia de diseño al corte
Condición:	Cumple!	

Del cálculo anterior, observamos que la losa aligerada con $h=0.17m$, cumple con los requerimientos de resistencia al corte.

d. Acero de refuerzo por contracción y temperatura.

El numeral 9.7.2, del artículo 9.7 “Refuerzo por cambios volumétricos” de la Norma E.060 especifica las cuantías mínimas para controlar la fisuración producida por los cambios volumétricos que sufre el concreto, según el tipo de acero de refuerzo que se use.

Tabla 24. Refuerzo por cambio volumétricos del concreto en losas

Tipo de barra	Cuantía mínima
Barras lisas	0.0025
Barras corrugadas con $f_y < 4200 \text{ kg/cm}^2$	0.0020
Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) De intersecciones soldadas, con $f_y \geq 4200 \text{ kg/cm}^2$	0.0018

Fuente: Norma técnica E.060 "Concreto armado"

La norma E.060 indica que para aligerados el espaciamiento de las barras no debe ser más de 5 veces el peralte de la losa, ni más de 40cm. Cabe señalar que la cuantía mínima se aplica al área bruta de la sección (bxh). De lo mencionado anteriormente tenemos:

b =	100.00 cm	Ancho de sección
h =	5.00 cm	Espesor de losa superior
barra =	Barras lisas	Tipo de barra a utilizar
Ast =	1.25 cm ² /m	
∅Asumido =	1/4"	Refuerzo asumido
Usar :	1/4" @ 0.25 m	

4.2.6.2. Diseño de Losas Aligeradas dos direcciones

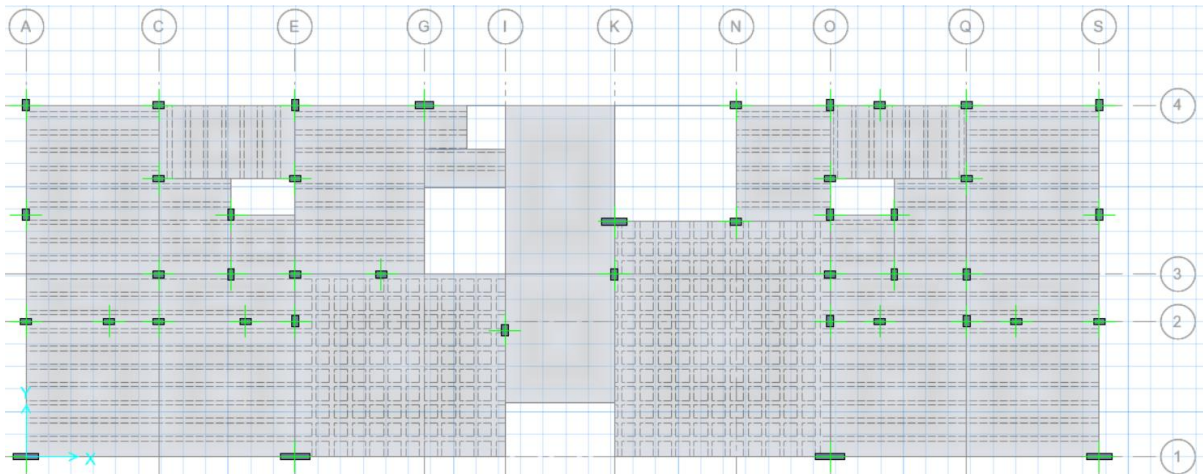
Se utilizaron losas aligeradas en dos direcciones en los paños ubicados entre los ejes E-I y 1-3, y los ejes K-O y 1-3, del BLOQUE I.

a. Análisis estructural.

Al igual que las losas aligeradas en una dirección, la combinación más desfavorable de las losas aligeradas en dos direcciones será 1.4CM+1.7CV.

Para el análisis estructural de las losas aligeradas en una dirección se utilizó el software SAFE en su versión 2016.

Figura 41. Modelo matemático de las losas del primer nivel BLOQUE I en safe



Fuente: Propia

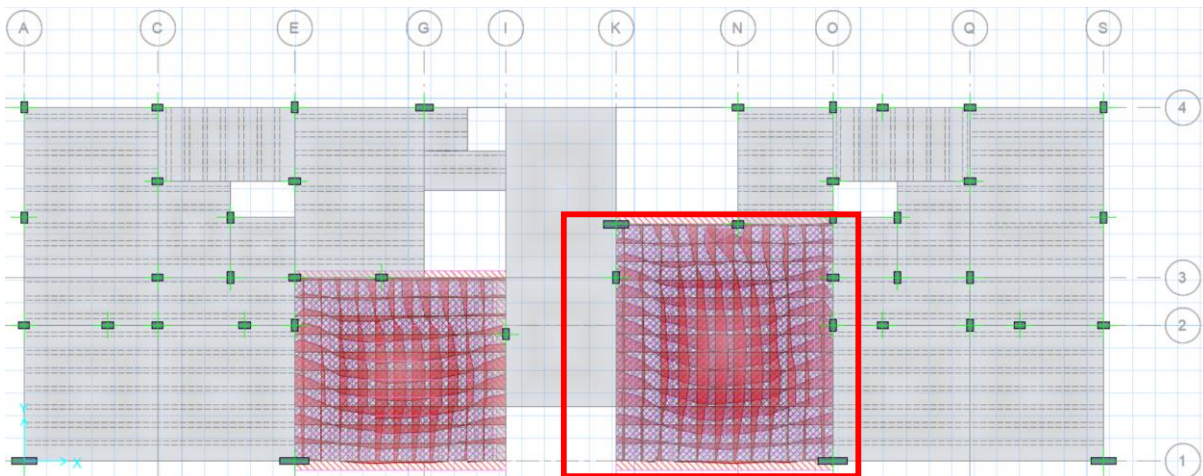
b. Diseño por flexión.

Para el cálculo de la cuantía necesaria por flexión se usará la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{0.85 f' c . b . d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M u}{0.85 \phi f' c . b . d^2}} \right]$$

Del modelo matemático obtenemos los diagramas de momento flector de las viguetas, las cuales se muestran a continuación:

Figura 42. Diagrama de momentos en losas aligeradas en dos direcciones BLOQUE I



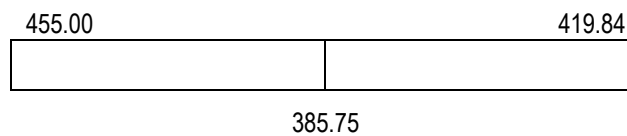
Fuente: Propia del Safe

Las viguetas a diseñar dirección X-X es la que se encuentra enmarcada de color amarillo, y las viguetas a diseñar en dirección Y-Y es la que se encuentra enmarcada de color azul.

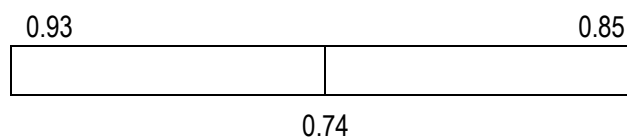
Como ejemplo tomaremos los paños que se encuentran entre los ejes K-O y 1-3. Con los momentos obtenidos anteriormente, y con la ayuda de una hoja de cálculo aplicando lo indicado en la norma E.060 obtenemos lo siguiente:

- **Viguetas en dirección X-X**

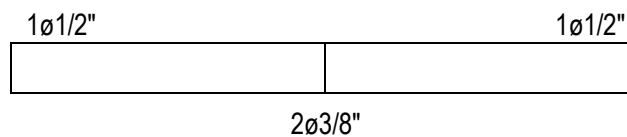
Calculo de momentos En kg-m:



Calculo de acero por flexión (cm²):

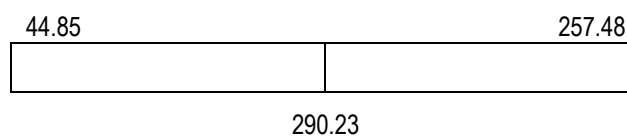


Acero requerido:

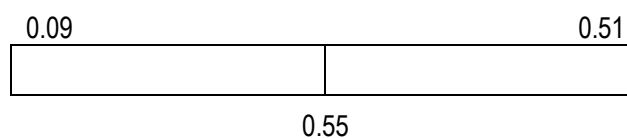


- **Viguetas en dirección Y-Y**

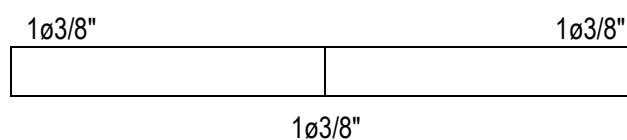
Calculo de momentos En kg-m:



Calculo de acero por flexión (cm²):



Acero requerido:



En conclusión, de acuerdo al diseño por flexión se requiere:

En dirección X-X:

- 2 ϕ 3/8” de acero positivo puesto que en este paño llega 1 ϕ 3/8” de las losas aligeradas en una dirección, y para no cambiar de acero se consideró agregar 1 ϕ 3/8” en la losa de dos direcciones, teniéndose un acero equivalente a 1.42cm², los cuales cumplen con los requerimientos de la norma E.060 “Concreto armado”.
- 1 ϕ 1/2” de acero negativo en los extremos equivalente a 1.29cm², los cuales cumplen con los requerimientos de la norma E.060 “Concreto armado”.

En dirección Y-Y:

- 1 ϕ 3/8” de acero positivo equivalente a 0.71cm², los cuales cumplen con los requerimientos de la norma E.060 “Concreto armado”.
- 1 ϕ 3/8” de acero negativo en los extremos equivalente a 0.71cm², los cuales cumplen con los requerimientos de la norma E.060 “Concreto armado”.

c. Diseño por corte.

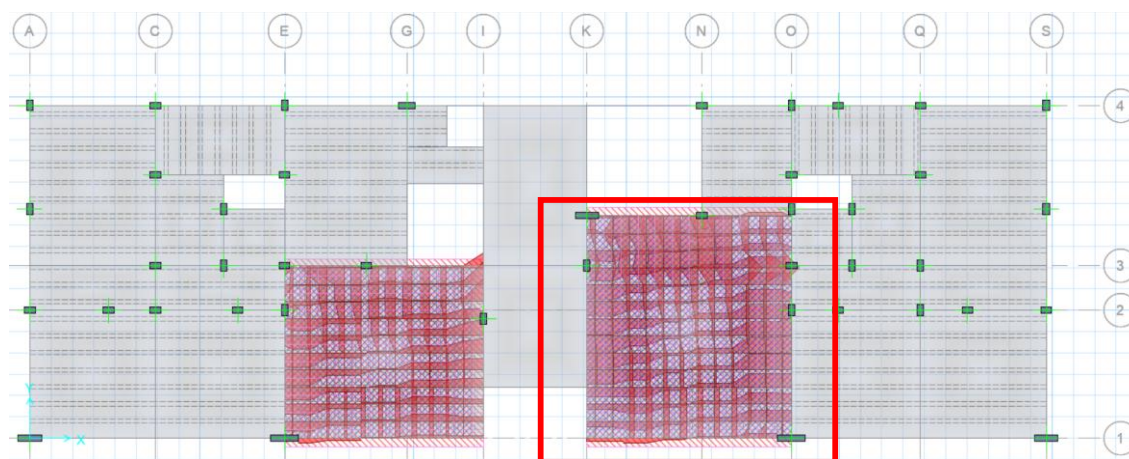
El diseño es igual al diseño de las losas aligeradas en una dirección, ya que no llevan estribos, el concreto deberá tomar todos los esfuerzos que produzcan las fuerzas cortantes. La norma E.060 “Concreto armado”, permite un incremento del 10% de la resistencia para losas aligeradas y nervadas. Por tal la resistencia de diseño al corte estará dada por la siguiente expresión:

$$\phi V_c = 1.10 \times 0.53 \sqrt{f'c} b w d$$

Se deberá comprobar que la resistencia ϕV_c sea mayor que la fuerza cortante última V_u , obtenida a una distancia “d” medida desde la cara de los apoyos (V_{ud}).

De acuerdo al análisis estructural tenemos las siguientes fuerzas cortantes que se generan en las viguetas de dos direcciones.

Figura 43. Diagrama de fuerzas cortantes en losas aligeradas del BLOQUE I



Fuente: Propia, del safe

Como ejemplo tomaremos los paños que se encuentran entre los ejes K-O y 1-3. Según la figura anterior la fuerza cortante última máxima en las viguetas de las dos direcciones es de 542.09 Kgf, con lo cual se tiene lo siguiente:

d =	14.00 cm	Peralte efectivo
Vu =	542.09 kgf	Fuerza cortante máximo en el extremo
Vud =	501.50 kgf	Fuerza cortante a la distancia "d"
$\phi Vc =$	1005.37 kgf	Resistencia de diseño al corte
Condición:	Cumple!	

Del cálculo anterior, observamos que la losa aligerada con $h=0.17m$, cumple con los requerimientos de resistencia al corte.

4.2.6.3. Diseño de Losas Macizas.

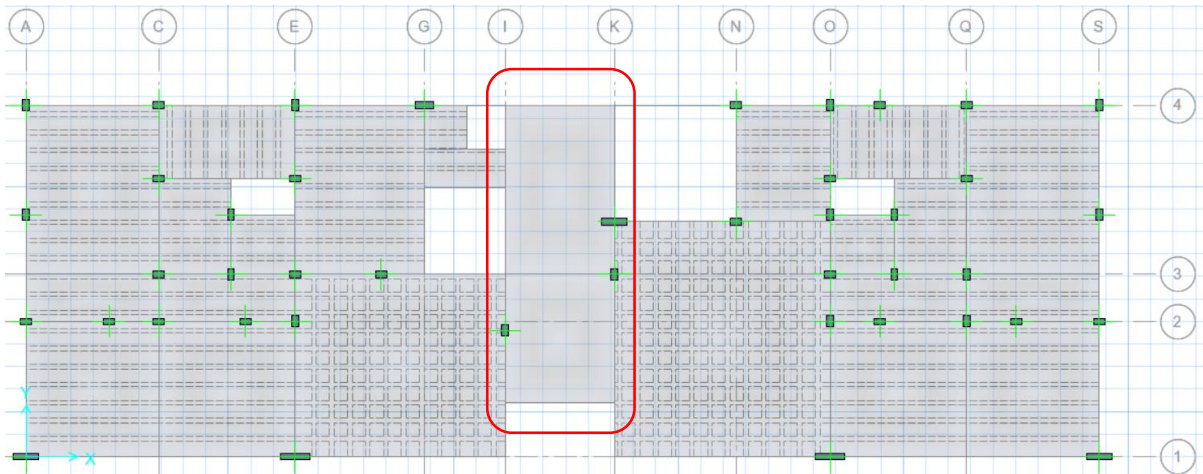
Se utilizaron losas macizas en los paños ubicados entre los ejes I-K y 1-4, del BLOQUE I.

a. Análisis estructural.

Al igual que las losas aligeradas, la combinación más desfavorable de las losas macizas será $1.4CM+1.7CV$.

Para el análisis estructural de las losas aligeradas en una dirección se utilizó el software SAFE en su versión 2016.

Figura 44. Modelo matemático de las losas del primer nivel BLOQUE I en safe



Fuente: Propia

b. Diseño por flexión.

Para el cálculo de la cuantía necesaria por flexión se consideran secciones de un metro de ancho ($b=100\text{cm}$), y al igual que las losas aligeradas se usará la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{0.85 f' c b d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M u}{0.85 \phi f' c b d^2}} \right]$$

Donde:

- A_s : Área de acero requerido por flexión (cm^2).
- $f'c$: Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm^2).
- b : Ancho de la sección (100cm).
- d : Peralte efectivo de la sección (cm).
- M_u : Momento ultimo actuante ($\text{kg}\cdot\text{cm}$).
- ϕ : Coeficiente de reducción a flexión

Luego de calcular el área de acero requerido por metro de ancho (A_s), se elige una sección de acero de refuerzo, y usando el área de a barra (A_b) se calcula el espaciamiento (S) con la siguiente expresión:

$$S = \frac{A_b}{A_s}$$

De acuerdo al numeral 9.7.2 del artículo 9.7 “Refuerzo por cambios volumétricos” de la norma E.060 “Concreto armado”, la cuantía mínima en losas usando barras corrugadas con f_y 4200 kg/cm² es de 0.0018. Por lo tanto, el acero mínimo para losas macizas se calcula de la siguiente manera:

$$A_{s_{\min}} = 0.0018bh$$

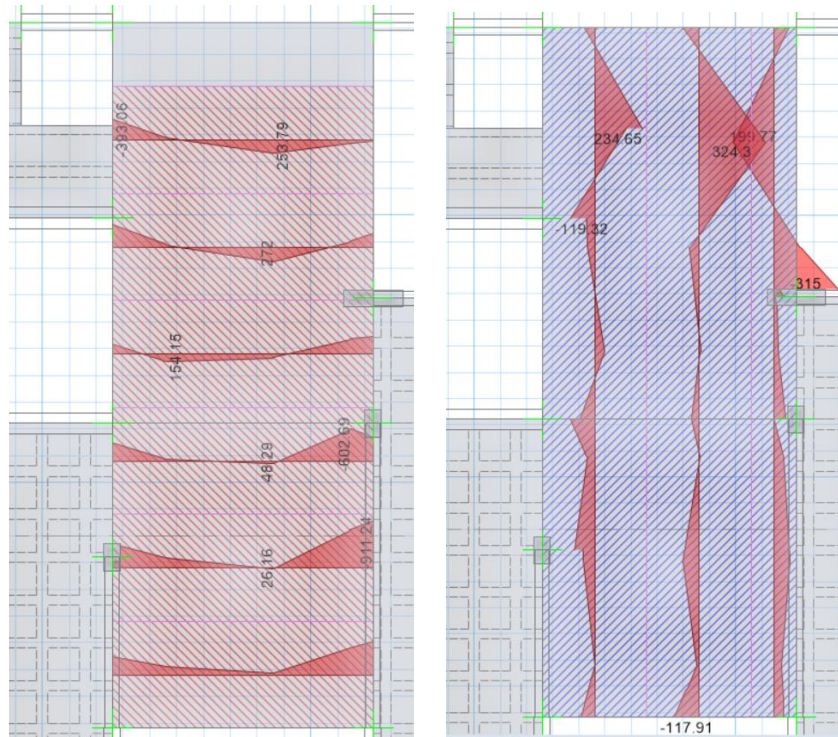
Donde b es el ancho (100cm) de la sección considerada, y h es el peralte de la losa. El refuerzo se distribuye en las dos caras de la losa, dependiendo de su peralte. Es conveniente considerar estas dos mallas como acero de refuerzo base, y colocar bastones donde se requiera mayor cantidad de refuerzo por flexión.

Los numerales 9.7.3 y 9.8.1 de la norma E.060 “Concreto armado”, indican que en losas macizas, tanto para el acero de refuerzo por contracción y temperatura, como por flexión, el espaciamiento de las barras no debe extenderse más de 3 veces el peralte de la losa, ni más de 40 cm.

De acuerdo al numeral 10.3.4 del artículo 10.3 “Principios y requisitos generales” de la norma E.060, el área de acero máxima viene dada por el límite de 75% de la cuantía balanceada. De acuerdo a esto el acero máximo estará dado por $0.0159xbxd$.

Del modelo matemático obtenemos los diagramas de momento flector de las losas macizas, las cuales se muestran a continuación:

Figura 45. Diagrama de momentos de losas macizas BLOQUE I



Fuente: Propia del safe

De las figuras mostradas anteriormente se obtienen que en la dirección X-X el momento máximo positivo es 272.00 kgf-m y el momento máximo negativo es 911.24 kgf-m. Y en la dirección Y-Y el momento máximo positivo es 324.30 kgf-m y el momento máximo negativo es 315.00 kgf-m. Con los momentos obtenidos anteriormente, y con la ayuda de una hoja de cálculo aplicando lo indicado en la norma E.060 obtenemos lo siguiente:

	Dirección X-X		Dirección X-X	
	As (+)	As (-)	As (+)	As (-)
b (cm)	=	100.00	100.00	100.00
h (cm)	=	15.00	15.00	15.00
d (cm)	=	12.00	12.00	12.00
Mu (kgf-m)	=	272.00	911.24	324.30
f'c (kg/cm ²)	=	210.00	210.00	210.00
fy (kg/cm ²)	=	4200.00	4200.00	4200.00
ø (flexion)	=	0.90	0.90	0.90
As (cm ² /m)	=	0.60	2.05	0.72
As min (cm ² /m)	=	1.35	1.35	1.35
As max (cm ² /m)	=	19.08	19.08	19.08
As Asumido	=	3/8"	3/8"	3/8"
S (m)	=	0.53	0.35	0.53

En conclusión, de acuerdo al diseño por flexión se considera utilizar malla doble de $\phi 3/8'' @ 0.25$ para la cara superior e inferior de la losa maciza.

c. Diseño por corte.

El diseño es similar al diseño de las losas aligeradas, ya que no llevan estribos, el concreto deberá tomar todos los esfuerzos que produzcan las fuerzas cortantes. La diferencia es que en la norma E.060 no se especifica el incremento del 10% que se utiliza en las losas aligeradas.

Por tal la resistencia de diseño al corte estará dada por la siguiente expresión:

$$\phi V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'_c} b w d$$

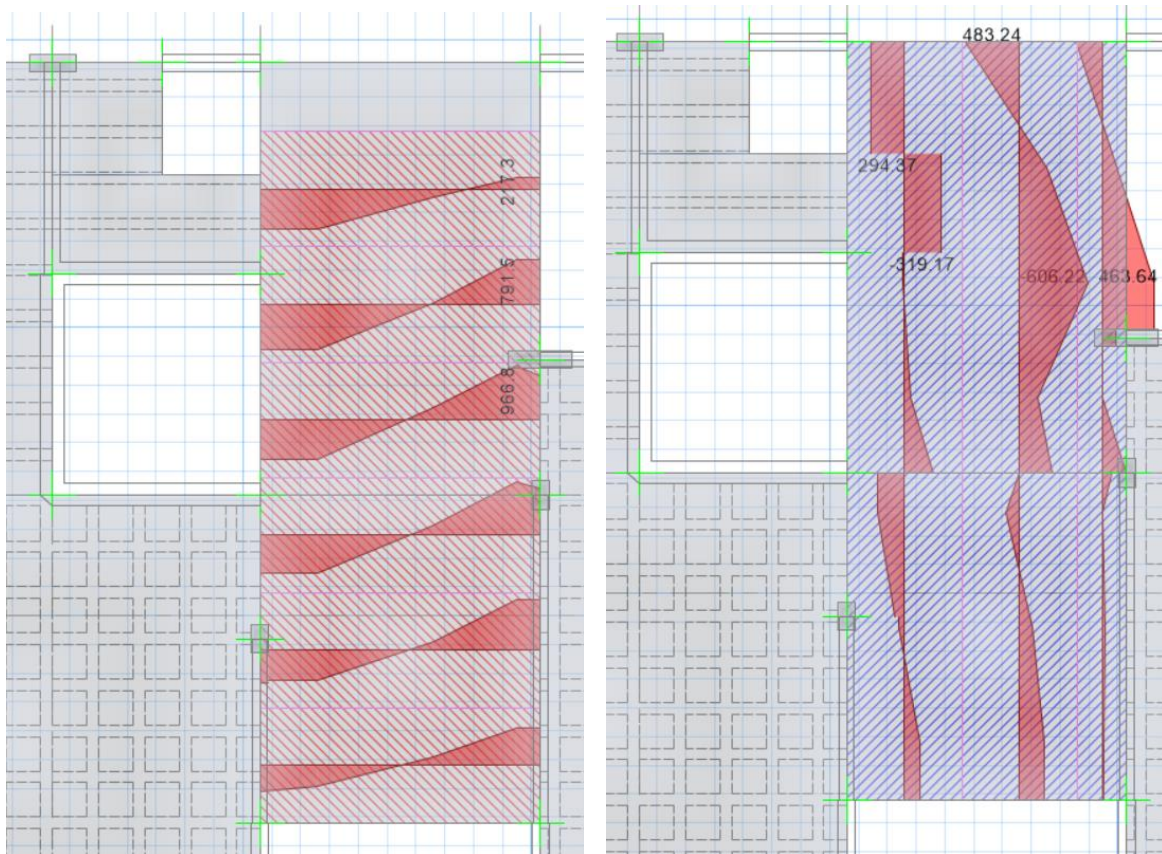
Donde:

- V_c : Resistencia al corte de la sección
- f'_c : Resistencia a la compresión del concreto
- $b w$: Ancho de la sección (100cm)
- d : Peralte efectivo

Se deberá comprobar que la resistencia ϕV_c sea mayor que la fuerza cortante última V_u , obtenida a una distancia “d ” medida desde la cara de los apoyos (V_{ud}).

De acuerdo al análisis estructural tenemos las siguientes fuerzas cortantes que se generan en la losa maciza es la siguiente.

Figura 46. Diagrama de fuerzas cortantes dirección de losas macizas BLOQUE I.



Fuente: Propia

Según la figura anterior en su dirección X-Xe Y-Y, la fuerza cortante última máxima en sus dos direcciones es de 542.09 Kgf, verificaremos que la resistencia de diseño (ϕV_c) sea mayor a la fuerza cortante ultima (V_u).

b (cm)	=	100.00	Ancho de la sección
h (cm)	=	15.00	Altura de la sección
d (cm)	=	12.00	Peralte efectivo
ϕ (corte)	=	0.85	Factor de reducción por corte
f_c (kgf/cm ²)	=	210.00	Resistencia a la compresión del concreto
V_u (kgf)	=	966.80	Fuerza cortante maximo en el extremo
ϕV_c (kgf)	=	7834.04	Resistencia de diseño al corte
Condición	=	Cumple!	

Del cálculo anterior, observamos que la losa maciza con $h=0.15m$, cumple con los requerimientos de resistencia al corte.

4.2.6.4. Diseño de Muros de albañilería

Se realizará el cálculo de la resistencia al corte global, fuerzas internas ante sismo severo y verificación del agrietamiento en los pisos superiores. Para dicho procedimiento se tendrán en cuenta las siguientes variables:

L	:	Longitud del muro (m)
t	:	Espesor efectivo del muro (m)
P _G	:	Carga de gravedad de servicio, sobrecarga reducida ($P_G=CM+0.25CV$)
P _m	:	Carga de gravedad máxima de servicio ($P_M=CM+CV$)
V _e	:	Fuerza cortante del muro por sismo moderado
M _e	:	Momento flector del muro por sismo moderado
α	:	Factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez. $0.33 \leq \alpha=V_e.L/M_e \leq 1$
V _m	:	Resistencia a la fuerza cortante de los muros de albañilería.
V' _m	:	Resistencia característica a corte de la albañilería. $V'_m=81 \text{ Ton/m}^2$. De acuerdo a la tabla N° 9 del artículo 13.9 de la norma E.070.
V _{m1/Ve1}	:	Factor de amplificación para pasar a condición de sismo severo, ambos en el primer nivel. El factor no deberá ser menor que dos ni mayor que tres.
V _u	:	Fuerza cortante última ante sismo severo. $V_u=V_e.(V_{m1/Ve1})$
M _u	:	Momento flector último ante sismo severo.

Para la presente tesis se tomó como ejemplo el diseño de los muros de albañilería del BLOQUE II. A continuación, se muestra la distribución de los muros de albañilería que se consideraron para el BLOQUE II.

Tabla 25. Valores esfuerzo axial y aplastamiento

Nivel	Muro	Pm (ton)	L (m)	t (m)	f'm (tn/m ²)	h (m)	σ_m Pm/(L*t)	$0.2f'm \times$ $(1-(h/(35t))^2)$	$0.15*f'm$ (ton/m ²)		Aplast. 0.375 f'm(ton/m ²)	
5TO NIVEL	2M1X	0.85	1.65	0.13	650	2.5	3.96	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M2X	0.85	1.65	0.13	650	2.5	3.96	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M3X	1.29	1.80	0.13	650	2.5	5.50	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M4X	1.29	1.80	0.13	650	2.5	5.50	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M5X	1.48	2.20	0.13	650	2.5	5.17	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M6X	1.65	2.05	0.13	650	2.5	6.20	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M7X	1.65	2.05	0.13	650	2.5	6.21	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M8X	1.48	2.20	0.13	650	2.5	5.17	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M9X	1.82	2.95	0.13	650	2.5	4.75	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M10X	4.19	4.26	0.13	650	2.5	7.57	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M11X	1.82	2.95	0.13	650	2.5	4.76	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M12X	17.77	23.86	0.13	650	2.5	5.73	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M1Y	4.34	7.60	0.13	650	2.5	4.40	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M2Y	0.43	2.10	0.13	650	2.5	1.57	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M3Y	1.51	1.65	0.13	650	2.5	7.05	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M4Y	0.93	2.70	0.13	650	2.5	2.64	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M5Y	2.27	3.85	0.13	650	2.5	4.53	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M6Y	1.22	2.70	0.13	650	2.5	3.48	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M7Y	1.03	1.50	0.13	650	2.5	5.31	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M8Y	2.07	5.25	0.13	650	2.5	3.04	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M9Y	1.22	2.70	0.13	650	2.5	3.48	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M10Y	1.03	1.50	0.13	650	2.5	5.27	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M11Y	0.93	2.70	0.13	650	2.5	2.64	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M12Y	2.27	3.85	0.13	650	2.5	4.54	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M13Y	0.43	2.10	0.13	650	2.5	1.57	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M14Y	1.51	1.65	0.13	650	2.5	7.05	90.754	97.5	ok	243.75	ok
5TO NIVEL	2M15Y	4.34	7.60	0.13	650	2.5	4.40	90.754	97.5	ok	243.75	ok

4TO NIVEL	2M1X	1.79	1.65	0.13	650	2.5	8.33	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M2X	1.79	1.65	0.13	650	2.5	8.33	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M3X	2.84	1.80	0.13	650	2.5	12.15	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M4X	2.84	1.80	0.13	650	2.5	12.14	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M5X	3.35	2.20	0.13	650	2.5	11.71	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M6X	3.38	2.05	0.13	650	2.5	12.67	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M7X	3.38	2.05	0.13	650	2.5	12.68	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M8X	3.35	2.20	0.13	650	2.5	11.71	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M9X	4.49	2.95	0.13	650	2.5	11.71	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M10X	8.48	4.26	0.13	650	2.5	15.30	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M11X	4.49	2.95	0.13	650	2.5	11.72	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M12X	36.64	23.86	0.13	650	2.5	11.81	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M1Y	9.01	7.60	0.13	650	2.5	9.12	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M2Y	2.08	2.10	0.13	650	2.5	7.63	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M3Y	2.95	1.65	0.13	650	2.5	13.75	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M4Y	3.01	2.70	0.13	650	2.5	8.57	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M5Y	5.62	3.85	0.13	650	2.5	11.23	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M6Y	3.35	2.70	0.13	650	2.5	9.55	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M7Y	2.41	1.50	0.13	650	2.5	12.38	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M8Y	7.33	5.25	0.13	650	2.5	10.74	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M9Y	3.35	2.70	0.13	650	2.5	9.55	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M10Y	2.41	1.50	0.13	650	2.5	12.35	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M11Y	3.01	2.70	0.13	650	2.5	8.57	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M12Y	5.63	3.85	0.13	650	2.5	11.24	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M13Y	2.08	2.10	0.13	650	2.5	7.63	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M14Y	2.95	1.65	0.13	650	2.5	13.75	90.754	97.5	ok	243.75	ok
4TO NIVEL	2M15Y	9.01	7.60	0.13	650	2.5	9.12	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M1X	2.72	1.65	0.13	650	2.5	12.67	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M2X	2.72	1.65	0.13	650	2.5	12.67	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M3X	4.44	1.80	0.13	650	2.5	18.96	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M4X	4.44	1.80	0.13	650	2.5	18.96	90.754	97.5	ok	243.75	ok

3ER NIVEL	2M5X	5.23	2.20	0.13	650	2.5	18.28	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M6X	5.08	2.05	0.13	650	2.5	19.07	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M7X	5.08	2.05	0.13	650	2.5	19.07	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M8X	5.23	2.20	0.13	650	2.5	18.28	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M9X	7.25	2.95	0.13	650	2.5	18.90	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M10X	12.71	4.26	0.13	650	2.5	22.96	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M11X	7.25	2.95	0.13	650	2.5	18.91	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M12X	55.35	23.86	0.13	650	2.5	17.84	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M1Y	13.54	7.60	0.13	650	2.5	13.71	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M2Y	3.81	2.10	0.13	650	2.5	13.95	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M3Y	4.41	1.65	0.13	650	2.5	20.56	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M4Y	5.20	2.70	0.13	650	2.5	14.83	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M5Y	9.03	3.85	0.13	650	2.5	18.04	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M6Y	5.53	2.70	0.13	650	2.5	15.76	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M7Y	3.82	1.50	0.13	650	2.5	19.60	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M8Y	12.94	5.25	0.13	650	2.5	18.96	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M9Y	5.53	2.70	0.13	650	2.5	15.76	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M10Y	3.81	1.50	0.13	650	2.5	19.56	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M11Y	5.20	2.70	0.13	650	2.5	14.83	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M12Y	9.03	3.85	0.13	650	2.5	18.05	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M13Y	3.81	2.10	0.13	650	2.5	13.96	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M14Y	4.41	1.65	0.13	650	2.5	20.56	90.754	97.5	ok	243.75	ok
3ER NIVEL	2M15Y	13.54	7.60	0.13	650	2.5	13.71	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M1X	3.64	1.65	0.13	650	2.5	16.98	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M2X	3.64	1.65	0.13	650	2.5	16.97	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M3X	6.09	1.80	0.13	650	2.5	26.04	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M4X	6.09	1.80	0.13	650	2.5	26.04	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M5X	7.10	2.20	0.13	650	2.5	24.83	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M6X	6.71	2.05	0.13	650	2.5	25.17	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M7X	6.71	2.05	0.13	650	2.5	25.17	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M8X	7.10	2.20	0.13	650	2.5	24.82	90.754	97.5	ok	243.75	ok

2DO NIVEL	2M9X	10.23	2.95	0.13	650	2.5	26.66	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M10X	16.66	4.26	0.13	650	2.5	30.07	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M11X	10.23	2.95	0.13	650	2.5	26.68	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M12X	73.60	23.86	0.13	650	2.5	23.73	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M1Y	17.91	7.60	0.13	650	2.5	18.13	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M2Y	5.68	2.10	0.13	650	2.5	20.81	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M3Y	5.92	1.65	0.13	650	2.5	27.59	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M4Y	7.57	2.70	0.13	650	2.5	21.57	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M5Y	12.52	3.85	0.13	650	2.5	25.02	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M6Y	7.79	2.70	0.13	650	2.5	22.19	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M7Y	5.27	1.50	0.13	650	2.5	27.05	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M8Y	19.09	5.25	0.13	650	2.5	27.97	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M9Y	7.79	2.70	0.13	650	2.5	22.19	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M10Y	5.27	1.50	0.13	650	2.5	27.00	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M11Y	7.61	2.70	0.13	650	2.5	21.67	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M12Y	12.52	3.85	0.13	650	2.5	25.02	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M13Y	5.68	2.10	0.13	650	2.5	20.82	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M14Y	5.92	1.65	0.13	650	2.5	27.59	90.754	97.5	ok	243.75	ok
2DO NIVEL	2M15Y	17.92	7.60	0.13	650	2.5	18.14	90.754	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M1X	4.61	1.65	0.13	650	2.7	21.50	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M2X	4.61	1.65	0.13	650	2.7	21.50	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M3X	7.93	1.80	0.13	650	2.7	33.87	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M4X	7.93	1.80	0.13	650	2.7	33.88	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M5X	9.30	2.20	0.13	650	2.7	32.53	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M6X	8.29	2.05	0.13	650	2.7	31.12	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M7X	8.29	2.05	0.13	650	2.7	31.09	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M8X	9.30	2.20	0.13	650	2.7	32.52	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M9X	13.95	2.95	0.13	650	2.7	36.38	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M10X	18.62	4.26	0.13	650	2.7	33.62	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M11X	13.95	2.95	0.13	650	2.7	36.38	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M12X	91.65	23.86	0.13	650	2.7	29.55	84.223	97.5	ok	243.75	ok

1ER NIVEL	2M1Y	22.53	7.60	0.13	650	2.7	22.81	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M2Y	8.63	2.10	0.13	650	2.7	31.61	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M3Y	7.11	1.65	0.13	650	2.7	33.15	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M4Y	11.07	2.70	0.13	650	2.7	31.55	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M5Y	16.90	3.85	0.13	650	2.7	33.76	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M6Y	10.98	2.70	0.13	650	2.7	31.28	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M7Y	6.90	1.50	0.13	650	2.7	35.40	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M8Y	35.07	7.60	0.13	650	2.7	35.50	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M9Y	10.98	2.70	0.13	650	2.7	31.29	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M10Y	6.90	1.50	0.13	650	2.7	35.39	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M11Y	11.07	2.70	0.13	650	2.7	31.54	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M12Y	16.89	3.85	0.13	650	2.7	33.75	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M13Y	8.63	2.10	0.13	650	2.7	31.60	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M14Y	7.11	1.65	0.13	650	2.7	33.15	84.223	97.5	ok	243.75	ok
1ER NIVEL	2M15Y	22.54	7.60	0.13	650	2.7	22.81	84.223	97.5	ok	243.75	ok

De las tablas anteriores se observa que todos los muros cumplen con las condiciones de la norma E.070 “Albañilería”, verificando de esta manera que los muros se comportan de manera eficiente ante cargas axiales.

b. Control de Fisuración

Según la Norma E.070, los muros de albañilería deben permanecer sin agrietarse ante las acciones de los sismos moderados. Se permite que exista agrietamiento en los muros del primer piso únicamente ante acciones de sismos severos, para lo cual los elementos de confinamiento de estos elementos deben cumplir con condiciones especiales de reforzamiento.

Para el diseño por sismo moderado debe verificarse lo siguiente

$$V_m = 0.5v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23P_g$$

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

Ningún muro debe agrietarse ante un sismo moderado $V_e \leq 0.55V_m$.

fuerzas internas para el diseño de los muros en cada entrepiso “i” serán las del “sismo severo” (V_{ui} , M_{ui}), y se obtendrán amplificando los valores obtenidos del análisis elástico ante el “sismo moderado” (V_{ei} , M_{ei}) por la relación cortante de agrietamiento diagonal (V_{m1}) entre cortante producido por el “sismo moderado” (V_{e1}), ambos en el primer piso. El factor de amplificación no deberá ser menor que dos ni mayor que tres: $2 \leq V_{m1} / V_{e1} \leq 3$.

$$V_{ui} = V_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

$$M_{ui} = M_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

c. Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros

Todo muro confinado cuyo cortante bajo sismo severo sea mayor o igual a su resistencia al corte ($V_u \geq V_m$), o que tenga un esfuerzo a compresión axial producido por la carga gravitacional considerando la sobrecarga, $\sigma = P_m / (L \cdot t)$, mayor o igual que $0.05f'_m$.

En los edificios de más de tres pisos, todos los muros portantes del primer nivel serán reforzados horizontalmente.

Se muestra a continuación el control de fisuración de los muros:

Tabla 26. Control de fisuración de los muros de albañilería

SISMO MODERADO			R=6	R=6	CONTROL DE FISURACIÓN				VERIFICACIÓN DE COLOCAR REFUERZO HORIZONTAL A LOS MUROS POR SISMO SEVERO						
Nivel	Muro	P _e (tn)	V _e (Tn)	M _e (Tn-m)	α	V _m (Tn)	0,55V _m	V _e < 0,55V _m	V _{m1} /V _{e1}	Vu (Tn)	Vm ≥ Vu	Mu (Tn-m)	P _M (tn)	σm (ton/m ²)	0.05f'm ≥ σm
5TO NIVEL	2M1X	0.7877	0.8951	0.149	1.00	8.87	4.88	ok	3.00	2.69	No necesita Ash	0.45	0.85	3.9552	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M2X	0.7877	0.8949	0.1489	1.00	8.87	4.88	ok	3.00	2.68	No necesita Ash	0.45	0.85	3.9552	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M3X	1.2042	0.1826	0.1465	1.00	9.75	5.36	ok	3.00	0.55	No necesita Ash	0.44	1.29	5.5038	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M4X	1.204	0.1826	0.1466	1.00	9.75	5.36	ok	3.00	0.55	No necesita Ash	0.44	1.29	5.5026	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M5X	1.3924	0.5738	0.1026	1.00	11.90	6.55	ok	3.00	1.72	No necesita Ash	0.31	1.48	5.1692	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M6X	1.4929	0.341	0.1845	1.00	11.14	6.13	ok	3.00	1.02	No necesita Ash	0.55	1.65	6.2030	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M7X	1.494	0.3389	0.1851	1.00	11.14	6.13	ok	3.00	1.02	No necesita Ash	0.56	1.65	6.2086	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M8X	1.3922	0.5737	0.1026	1.00	11.90	6.55	ok	3.00	1.72	No necesita Ash	0.31	1.48	5.1682	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M9X	1.7668	0.8785	0.1505	1.00	15.94	8.77	ok	3.00	2.64	No necesita Ash	0.45	1.82	4.7452	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M10X	3.7809	2.2419	0.4447	1.00	23.30	12.81	ok	3.00	6.73	No necesita Ash	1.33	4.19	7.5681	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M11X	1.7709	0.8787	0.1505	1.00	15.94	8.77	ok	3.00	2.64	No necesita Ash	0.45	1.82	4.7585	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M12X	16.6831	9.7475	18.9375	1.00	129.46	71.20	ok	3.00	29.24	No necesita Ash	56.81	17.77	5.7294	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M1Y	4.1323	5.4427	2.4974	1.00	40.96	22.53	ok	3.00	16.33	No necesita Ash	7.49	4.34	4.3970	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M2Y	0.5386	0.3985	0.1092	1.00	11.18	6.15	ok	3.00	1.20	No necesita Ash	0.33	0.43	1.5740	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M3Y	1.369	0.2195	0.1172	1.00	9.00	4.95	ok	3.00	0.66	No necesita Ash	0.35	1.51	7.0508	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M4Y	0.9894	1.3588	0.1606	1.00	14.44	7.94	ok	3.00	4.08	No necesita Ash	0.48	0.93	2.6416	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M5Y	2.2142	3.9321	0.5863	1.00	20.78	11.43	ok	3.00	11.80	No necesita Ash	1.76	2.27	4.5305	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M6Y	1.2121	1.3303	0.178	1.00	14.49	7.97	ok	3.00	3.99	No necesita Ash	0.53	1.22	3.4758	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M7Y	0.9813	0.645	0.1059	1.00	8.12	4.47	ok	3.00	1.94	No necesita Ash	0.32	1.03	5.3072	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M8Y	2.2485	3.3312	0.645	1.00	28.16	15.49	ok	3.00	9.99	No necesita Ash	1.94	2.07	3.0369	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M9Y	1.2121	1.3304	0.1781	1.00	14.49	7.97	ok	3.00	3.99	No necesita Ash	0.53	1.22	3.4755	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M10Y	0.9761	0.6463	0.1066	1.00	8.12	4.47	ok	3.00	1.94	No necesita Ash	0.32	1.03	5.2738	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M11Y	0.9891	1.3588	0.1607	1.00	14.44	7.94	ok	3.00	4.08	No necesita Ash	0.48	0.93	2.6405	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M12Y	2.2161	3.9346	0.5859	1.00	20.78	11.43	ok	3.00	11.80	No necesita Ash	1.76	2.27	4.5351	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M13Y	0.5387	0.3984	0.1092	1.00	11.18	6.15	ok	3.00	1.20	No necesita Ash	0.33	0.43	1.5744	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M14Y	1.3689	0.2195	0.1173	1.00	9.00	4.95	ok	3.00	0.66	No necesita Ash	0.35	1.51	7.0503	No necesita Ash
5TO NIVEL	2M15Y	4.1325	5.444	2.4979	1.00	40.96	22.53	ok	3.00	16.33	No necesita Ash	7.49	4.34	4.3972	No necesita Ash

4TO NIVEL	2M1X	1.6385	1.5974	0.3335	1.00	9.06	4.99	ok	3.00	4.79	No necesita Ash	1.00	1.79	8.3277	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M2X	1.6385	1.5972	0.3334	1.00	9.06	4.99	ok	3.00	4.79	No necesita Ash	1.00	1.79	8.3273	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M3X	2.5535	0.8088	0.1001	1.00	10.06	5.54	ok	3.00	2.43	No necesita Ash	0.30	2.84	12.1453	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M4X	2.5532	0.8086	0.1001	1.00	10.06	5.54	ok	3.00	2.43	No necesita Ash	0.30	2.84	12.1436	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M5X	3.0358	1.4874	0.2137	1.00	12.28	6.75	ok	3.00	4.46	No necesita Ash	0.64	3.35	11.7087	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M6X	3.0152	1.0871	0.1249	1.00	11.49	6.32	ok	3.00	3.26	No necesita Ash	0.37	3.38	12.6709	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M7X	3.0163	1.0847	0.1248	1.00	11.49	6.32	ok	3.00	3.25	No necesita Ash	0.37	3.38	12.6762	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M8X	3.0355	1.4873	0.2137	1.00	12.28	6.75	ok	3.00	4.46	No necesita Ash	0.64	3.35	11.7073	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M9X	4.1089	2.2169	0.3808	1.00	16.48	9.06	ok	3.00	6.65	No necesita Ash	1.14	4.49	11.7064	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M10X	7.5459	4.1827	0.3682	1.00	24.16	13.29	ok	3.00	12.55	No necesita Ash	1.10	8.48	15.3043	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M11X	4.1121	2.217	0.3805	1.00	16.48	9.06	ok	3.00	6.65	No necesita Ash	1.14	4.49	11.7171	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M12X	33.8856	21.4043	66.9161	1.00	133.42	73.38	ok	3.00	64.21	No necesita Ash	200.75	36.64	11.8126	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M1Y	8.4461	11.9438	8.4871	1.00	41.96	23.08	ok	3.00	35.83	No necesita Ash	25.46	9.01	9.1203	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M2Y	1.979	1.5645	0.4417	1.00	11.51	6.33	ok	3.00	4.69	No necesita Ash	1.33	2.08	7.6293	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M3Y	2.6288	0.8915	0.1966	1.00	9.29	5.11	ok	3.00	2.67	No necesita Ash	0.59	2.95	13.7483	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M4Y	2.7885	2.9458	0.643	1.00	14.86	8.17	ok	3.00	8.84	No necesita Ash	1.93	3.01	8.5732	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M5Y	5.1908	6.4906	1.686	1.00	21.46	11.81	ok	3.00	19.47	No necesita Ash	5.06	5.62	11.2338	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M6Y	3.0597	3.0145	0.7525	1.00	14.92	8.21	ok	3.00	9.04	No necesita Ash	2.26	3.35	9.5479	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M7Y	2.1858	1.2279	0.3004	1.00	8.40	4.62	ok	3.00	3.68	No necesita Ash	0.90	2.41	12.3841	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M8Y	6.7768	6.9241	3.0247	1.00	29.20	16.06	ok	3.00	20.77	No necesita Ash	9.07	7.33	10.7421	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M9Y	3.0596	3.0148	0.7526	1.00	14.92	8.21	ok	3.00	9.04	No necesita Ash	2.26	3.35	9.5473	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M10Y	2.1804	1.2295	0.3014	1.00	8.40	4.62	ok	3.00	3.69	No necesita Ash	0.90	2.41	12.3492	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M11Y	2.7881	2.9457	0.6425	1.00	14.86	8.17	ok	3.00	8.84	No necesita Ash	1.93	3.01	8.5718	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M12Y	5.1928	6.494	1.685	1.00	21.46	11.81	ok	3.00	19.48	No necesita Ash	5.06	5.63	11.2390	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M13Y	1.9792	1.5646	0.4417	1.00	11.51	6.33	ok	3.00	4.69	No necesita Ash	1.33	2.08	7.6300	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M14Y	2.6287	0.8915	0.1966	1.00	9.29	5.11	ok	3.00	2.67	No necesita Ash	0.59	2.95	13.7478	No necesita Ash
4TO NIVEL	2M15Y	8.4466	11.947	8.4895	1.00	41.96	23.08	ok	3.00	35.84	No necesita Ash	25.47	9.01	9.1210	No necesita Ash

3ER NIVEL	2M1X	2.4855	2.1338	0.546	1.00	9.26	5.09	ok	3.00	6.40	No necesita Ash	1.64	2.72	12.6709	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M2X	2.4854	2.1335	0.5459	1.00	9.26	5.09	ok	3.00	6.40	No necesita Ash	1.64	2.72	12.6704	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M3X	3.9379	1.2785	0.2976	1.00	10.38	5.71	ok	3.00	3.84	No necesita Ash	0.89	4.44	18.9598	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M4X	3.9376	1.2783	0.2976	1.00	10.38	5.71	ok	3.00	3.83	No necesita Ash	0.89	4.44	18.9581	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M5X	4.6859	2.183	0.5397	1.00	12.66	6.96	ok	3.00	6.55	No necesita Ash	1.62	5.23	18.2829	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M6X	4.5208	1.7097	0.3625	1.00	11.83	6.51	ok	3.00	5.13	No necesita Ash	1.09	5.08	19.0698	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M7X	4.5213	1.7078	0.3621	1.00	11.83	6.51	ok	3.00	5.12	No necesita Ash	1.09	5.08	19.0724	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M8X	4.6854	2.1829	0.5397	1.00	12.66	6.96	ok	3.00	6.55	No necesita Ash	1.62	5.23	18.2808	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M9X	6.5305	3.2874	0.913	1.00	17.03	9.37	ok	3.00	9.86	No necesita Ash	2.74	7.25	18.9025	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M10X	11.2706	5.7215	1.3023	1.00	25.02	13.76	ok	3.00	17.16	No necesita Ash	3.91	12.71	22.9577	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M11X	6.5335	3.2875	0.9125	1.00	17.03	9.37	ok	3.00	9.86	No necesita Ash	2.74	7.25	18.9126	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M12X	50.9501	31.222	134.7409	1.00	137.34	75.54	ok	3.00	93.67	No necesita Ash	404.22	55.35	17.8435	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M1Y	12.6607	16.5198	17.2591	1.00	42.93	23.61	ok	2.60	42.93	No necesita Ash	44.85	13.54	13.7073	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M2Y	3.4828	2.5925	0.9432	1.00	11.86	6.52	ok	3.00	7.78	No necesita Ash	2.83	3.81	13.9535	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M3Y	3.9084	1.5338	0.4824	1.00	9.59	5.27	ok	3.00	4.60	No necesita Ash	1.45	4.41	20.5608	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M4Y	4.6855	4.1413	1.4059	1.00	15.29	8.41	ok	3.00	12.42	No necesita Ash	4.22	5.20	14.8268	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M5Y	8.213	8.3169	3.0969	1.00	22.16	12.19	ok	2.66	22.16	No necesita Ash	8.25	9.03	18.0426	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M6Y	4.9519	4.3214	1.4946	1.00	15.35	8.44	ok	3.00	12.96	No necesita Ash	4.48	5.53	15.7595	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M7Y	3.4121	1.638	0.5042	1.00	8.68	4.78	ok	3.00	4.91	No necesita Ash	1.51	3.82	19.5985	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M8Y	11.6053	9.6487	6.6527	1.00	30.31	16.67	ok	3.00	28.95	No necesita Ash	19.96	12.94	18.9572	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M9Y	4.9519	4.322	1.4948	1.00	15.35	8.44	ok	3.00	12.97	No necesita Ash	4.48	5.53	15.7595	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M10Y	3.4064	1.6399	0.5055	1.00	8.68	4.77	ok	3.00	4.92	No necesita Ash	1.52	3.81	19.5621	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M11Y	4.6853	4.1403	1.4044	1.00	15.29	8.41	ok	3.00	12.42	No necesita Ash	4.21	5.20	14.8259	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M12Y	8.2151	8.3207	3.0941	1.00	22.16	12.19	ok	2.66	22.16	No necesita Ash	8.24	9.03	18.0478	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M13Y	3.4832	2.593	0.9433	1.00	11.86	6.52	ok	3.00	7.78	No necesita Ash	2.83	3.81	13.9557	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M14Y	3.9082	1.5339	0.4823	1.00	9.59	5.27	ok	3.00	4.60	No necesita Ash	1.45	4.41	20.5594	No necesita Ash
3ER NIVEL	2M15Y	12.6611	16.5254	17.2656	1.00	42.93	23.61	ok	2.60	42.93	No necesita Ash	44.85	13.54	13.7079	No necesita Ash

2DO NIVEL	2M1X	3.3297	2.599	0.846	1.00	9.45	5.20	ok	3.00	7.80	No necesita Ash	2.54	3.64	16.9776	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M2X	3.3284	2.5978	0.8452	1.00	9.45	5.20	ok	3.00	7.79	No necesita Ash	2.54	3.64	16.9692	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M3X	5.3747	1.8218	0.6988	1.00	10.71	5.89	ok	3.00	5.47	No necesita Ash	2.10	6.09	26.0440	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M4X	5.3748	1.8217	0.6989	1.00	10.71	5.89	ok	3.00	5.47	No necesita Ash	2.10	6.09	26.0449	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M5X	6.3287	2.8549	1.0739	1.00	13.04	7.17	ok	3.00	8.56	No necesita Ash	3.22	7.10	24.8259	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M6X	5.965	2.3701	0.8346	1.00	12.17	6.69	ok	3.00	7.11	No necesita Ash	2.50	6.71	25.1726	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M7X	5.9639	2.3697	0.8351	1.00	12.16	6.69	ok	3.00	7.11	No necesita Ash	2.51	6.71	25.1674	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M8X	6.3281	2.8548	1.0739	1.00	13.04	7.17	ok	3.00	8.56	No necesita Ash	3.22	7.10	24.8234	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M9X	9.1278	4.1718	1.686	1.00	17.63	9.70	ok	3.00	12.52	No necesita Ash	5.06	10.23	26.6647	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M10X	14.747	6.8336	2.9528	1.00	25.82	14.20	ok	3.00	20.50	No necesita Ash	8.86	16.66	30.0744	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M11X	9.1316	4.172	1.6852	1.00	17.63	9.70	ok	3.00	12.52	No necesita Ash	5.06	10.23	26.6774	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M12X	67.6332	37.7993	214.4569	1.00	141.18	77.65	ok	3.00	113.40	No necesita Ash	643.37	73.60	23.7288	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M1Y	16.7618	19.2723	28.1365	1.00	43.87	24.13	ok	3.00	57.82	No necesita Ash	84.41	17.91	18.1259	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M2Y	5.1022	3.5487	1.5833	1.00	12.23	6.73	ok	3.00	10.65	No necesita Ash	4.75	5.68	20.8088	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M3Y	5.2238	2.2323	0.8928	1.00	9.89	5.44	ok	3.00	6.70	No necesita Ash	2.68	5.92	27.5865	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M4Y	6.7258	5.1412	2.4761	1.00	15.76	8.67	ok	3.00	15.42	No necesita Ash	7.43	7.57	21.5732	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M5Y	11.3045	9.3797	4.9083	1.00	22.87	12.58	ok	3.00	28.14	No necesita Ash	14.72	12.52	25.0196	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M6Y	6.9094	5.3396	2.4396	1.00	15.80	8.69	ok	3.00	16.02	No necesita Ash	7.32	7.79	22.1886	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M7Y	4.6726	2.0322	0.78	1.00	8.97	4.93	ok	3.00	6.10	No necesita Ash	2.34	5.27	27.0451	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M8Y	16.871	11.933	12.2281	1.00	31.52	17.34	ok	3.00	35.80	No necesita Ash	36.68	19.09	27.9686	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M9Y	6.9097	5.341	2.44	1.00	15.80	8.69	ok	3.00	16.02	No necesita Ash	7.32	7.79	22.1900	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M10Y	4.6664	2.0341	0.7817	1.00	8.97	4.93	ok	3.00	6.10	No necesita Ash	2.35	5.27	27.0046	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M11Y	6.7536	5.1417	2.4798	1.00	15.77	8.67	ok	3.00	15.43	No necesita Ash	7.44	7.61	21.6749	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M12Y	11.3056	9.3893	4.9125	1.00	22.87	12.58	ok	3.00	28.17	No necesita Ash	14.74	12.52	25.0224	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M13Y	5.1048	3.5514	1.5845	1.00	12.23	6.73	ok	3.00	10.65	No necesita Ash	4.75	5.68	20.8216	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M14Y	5.2237	2.2334	0.8931	1.00	9.89	5.44	ok	3.00	6.70	No necesita Ash	2.68	5.92	27.5860	No necesita Ash
2DO NIVEL	2M15Y	16.7701	19.3049	28.113	1.00	43.87	24.13	ok	3.00	57.91	No necesita Ash	84.34	17.92	18.1368	No necesita Ash

1ER NIVEL	2M1X	4.2358	2.7623	1.4126	1.00	9.66	5.31	ok	3.00	8.29	No necesita Ash	4.24	4.61	21.4956	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M2X	4.2362	2.7623	1.4127	1.00	9.66	5.31	ok	3.00	8.29	No necesita Ash	4.24	4.61	21.4979	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M3X	6.9642	2.4282	1.4903	1.00	11.08	6.09	ok	3.00	7.28	No necesita Ash	4.47	7.93	33.8735	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M4X	6.9654	2.428	1.4903	1.00	11.08	6.09	ok	3.00	7.28	No necesita Ash	4.47	7.93	33.8795	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M5X	8.2726	3.2693	2.0534	1.00	13.49	7.42	ok	3.00	9.81	No necesita Ash	6.16	9.30	32.5266	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M6X	7.4118	2.9912	1.7514	1.00	12.50	6.87	ok	3.00	8.97	No necesita Ash	5.25	8.29	31.1171	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M7X	7.4061	2.9911	1.7515	1.00	12.50	6.87	ok	3.00	8.97	No necesita Ash	5.25	8.29	31.0901	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M8X	8.272	3.2691	2.0534	1.00	13.49	7.42	ok	3.00	9.81	No necesita Ash	6.16	9.30	32.5241	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M9X	12.3712	4.3354	2.7886	1.00	18.38	10.11	ok	3.00	13.01	No necesita Ash	8.37	13.95	36.3771	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M10X	16.5755	6.5986	5.3189	1.00	26.24	14.43	ok	3.00	19.80	No necesita Ash	15.96	18.62	33.6186	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M11X	12.3725	4.3355	2.7883	1.00	18.38	10.11	ok	3.00	13.01	No necesita Ash	8.36	13.95	36.3812	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M12X	84.2875	35.7045	284.4029	1.00	145.01	79.75	ok	3.00	107.11	No necesita Ash	853.21	91.65	29.5464	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M1Y	21.1665	18.3402	38.6394	1.00	44.88	24.69	ok	3.00	55.02	No necesita Ash	115.92	22.53	22.8062	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M2Y	7.6098	4.1044	2.5485	1.00	12.81	7.04	ok	3.00	12.31	No necesita Ash	7.65	8.63	31.6099	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M3Y	6.3022	2.8328	1.6492	1.00	10.14	5.58	ok	3.00	8.50	No necesita Ash	4.95	7.11	33.1492	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M4Y	9.71	5.4273	4.0321	1.00	16.45	9.05	ok	3.00	16.28	No necesita Ash	12.10	11.07	31.5467	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M5Y	15.1353	8.8945	7.461	1.00	23.75	13.06	ok	3.00	26.68	No necesita Ash	22.38	16.90	33.7580	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M6Y	9.659	5.4682	3.7058	1.00	16.44	9.04	ok	3.00	16.40	No necesita Ash	11.12	10.98	31.2846	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M7Y	6.083	2.5637	1.4048	1.00	9.30	5.11	ok	3.00	7.69	No necesita Ash	4.21	6.90	35.4021	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M8Y	30.8619	15.4547	30.9556	1.00	47.11	25.91	ok	3.00	46.36	No necesita Ash	92.87	35.07	35.4987	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M9Y	9.6597	5.4704	3.7065	1.00	16.44	9.04	ok	3.00	16.41	No necesita Ash	11.12	10.98	31.2872	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M10Y	6.0818	2.5629	1.4046	1.00	9.30	5.11	ok	3.00	7.69	No necesita Ash	4.21	6.90	35.3944	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M11Y	9.7082	5.4255	4.0355	1.00	16.45	9.05	ok	3.00	16.28	No necesita Ash	12.11	11.07	31.5410	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M12Y	15.1339	8.8934	7.466	1.00	23.75	13.06	ok	3.00	26.68	No necesita Ash	22.40	16.89	33.7544	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M13Y	7.6084	4.1084	2.5503	1.00	12.81	7.04	ok	3.00	12.33	No necesita Ash	7.65	8.63	31.6033	No necesita Ash
1ER NIVEL	2M14Y	6.3023	2.8353	1.6505	1.00	10.14	5.58	ok	3.00	8.51	No necesita Ash	4.95	7.11	33.1497	Ash cuantia de 0.1%
1ER NIVEL	2M15Y	21.1687	18.3402	38.6281	1.00	44.88	24.69	ok	3.00	55.02	No necesita Ash	115.88	22.54	22.8090	No necesita Ash

De las tablas anteriores se observa que para los efectos de **Sismo Moderado no existen muros de albañilería que se agrieten**, y para efectos de Sismo Severo se necesitara reforzar los muros del primer nivel.

d. Verificación de la resistencia al corte de la Edificación

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez a la edificación, en cada entrepiso “i” y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{ei}$$

Se muestra a continuación la verificación de la resistencia al corte de los 5 niveles.

1ER NIVEL						
	$\sum V_{m1} (X-X) =$	301.45	>	VE1 (X-X)	147.75	CONFORME
	$\sum V_{m1} (Y-Y) =$	314.63	>	VE1 (Y-Y)	221.44	CONFORME
2DO NIVEL						
	$\sum V_{m2} (X-X) =$	293.00	>	VE2(X-X)	144.53	CONFORME
	$\sum V_{m2} (Y-Y) =$	290.32	>	VE2 (Y-Y)	211.75	CONFORME
3ER NIVEL						
	$\sum V_{m3} (X-X) =$	284.70	>	VE3 (X-X)	116.25	CONFORME
	$\sum V_{m3} (Y-Y) =$	282.03	>	VE3 (Y-Y)	175.58	CONFORME
4TO NIVEL						
	$\sum V_{m4} (X-X) =$	276.33	>	VE4 (X-X)	79.96	CONFORME
	$\sum V_{m4} (Y-Y) =$	274.00	>	VE4 (Y-Y)	126.18	CONFORME
5TO NIVEL						
	$\sum V_{m5} (X-X) =$	267.96	>	VE5 (X-X)	35.46	CONFORME
	$\sum V_{m5} (Y-Y) =$	266.13	>	VE5 (Y-Y)	59.98	CONFORME

De la tabla anterior se observa que que la resistencia al corte de la Edificación CUMPLE en todos los niveles de acuerdo a las condiciones establecidas por la norma E.070.

4.2.6.5. Diseño de columnas y vigas de confinamiento

Se realizará el diseño de las columnas y vigas de confinamiento de acuerdo a lo indicado en el artículo 8.6.3 “Diseño de los elementos de confinamiento de los muros del primer piso y de los muros agrietados de pisos superiores” de la norma E.070 “Albañilería”, de acuerdo a los siguientes términos:

a. Secuencia de diseño para columna de confinamiento

L	:	Longitud del muro incluyendo las columnas de confinamiento (m)
L _m	:	Longitud de paño mayor o ½ L de los muros. En muros de un paño L _m =L (m)
P _G	:	Carga de gravedad de servicio, sobrecarga reducida (P _G =CM+0.25CV)
V _m	:	Resistencia a la fuerza cortante de los muros de albañilería.
M _u	:	Momento flector ultimo ante sismo severo.
N _c	:	Numero de columnas de confinamiento en el muro
M	:	$M = M_u - \frac{1}{2} (V_m \cdot h)$
F	:	Fuerza axial producida por M en una columna. $F = M/L$.
P _c	:	Carga axial producida por P _G en una columna. $P_c = P_g/N_c$
T	:	Tracción en columna: Extrema: $T = F - P_c$ Interna: $T = (V_m \cdot h/L) - P_c$
C	:	Compresión en columna: Extrema: $C = P_c + F$ Interna: $C = P_c - (V_m \cdot h/2L)$
V _c	:	Cortante en columna: Extrema: $1.5 ((V_m \cdot L_m)/(L(N_c + 1)))$ Interna: $(V_m \cdot L_m)/(L(N_c + 1))$
A _{sf}	:	Área de acero requerido por corte-fricción
A _{st}	:	Área de acero requerido por tracción
A _s	:	Área de acero total $A_s = A_{sf} + A_{st}$
δ	:	δ = 0.8 para columnas sin muros transversales δ = 1.0 para columnas confinadas por muros transversales
A _n	:	Área del núcleo de la columna.
A _c	:	Área de concreto de la columna.
A _{s min}	:	Área de acero mínima para elementos de confinamiento.
S ₁	:	Espaciamiento de estribos 1: $S_1 = (A_v \cdot f_y)/(0.3t(A_c/A_n - 1))$

- S2 : Espaciamiento de estribos 2: $S2 = (A_v \cdot f_y) / (0.12t \cdot f_c)$
 S3 : Espaciamiento de estribos 3: $S3 = d/4 \geq 5\text{cm}$.
 S4 : Espaciamiento de estribos 4: $S2 = 10 \text{ cm}$
 Zona c : Zona a confinar en los extremos de la columna. 45cm o $1.5 \cdot d$.

b. Secuencia de diseño para viga de confinamiento (solera)

- Vm : Resistencia a la fuerza cortante de los muros de albañilería.
 Ts : Fuerza de tracción en viga. $Ts = Vm (Lm/2L)$
 As : Area de acero longitudinal requerida. $As = Ts / (f_y \cdot \phi)$
 Acs : Area de la sección transversal de la viga solera.

Para el área del núcleo de la columna y para el área de concreto de la columna por corte fricción se utilizarán las siguientes formulas respectivamente:

$$A_n = A_s + \frac{C / \phi - A_s f_y}{0.85 \delta \cdot f' c}$$

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 f' c \phi} \geq A_c \geq 15t (\text{cm}^2)$$

El procedimiento descrito para el diseño de las columnas y vigas de confinamiento han sido desarrollados empleando una hoja de cálculo.

Se realizó a modo de ejemplo el diseño de los elementos de confinamiento del muro 2M9X y del muro 2M4Y.

Para garantizar la continuidad de la resistencia de las estructuras, las columnas de confinamiento, así como su refuerzo obtenidos en estos cálculos también se emplearán para los pisos superiores.

A continuación se muestran los resultados obtenidos con la hoja de cálculo preparada.

DISEÑO DE COLUMNA DE CONFINAMIENTO

MURO		2M9X		2M4Y	
COLUMNA		C1	C1	C1	C1
Ubicación		Extrema	Extrema	Extrema	Interior
Pg (Tonf)	=	12.37		9.71	
Vm (Tonf)	=	18.38		16.45	
Mu (Tonf-m)	=	5.58		8.06	
L (m)	=	2.95		2.70	
Lm (m)	=	2.95		2.70	
Nc	=	2.00		2.00	
h (m)	=	2.50		2.50	
M (Tonf-m)	=	17.40		12.50	
F (Tonf)	=	5.90		4.63	
Pgc (Tonf)	=	2.32	2.32	4.20	10.91
Pc (Tonf)	=	8.51	8.51	9.06	15.77
Vc (Tonf)	=	9.19	9.19	8.23	5.48
T (Tonf)	=	2.61	2.61	4.42	-0.53
C (Tonf)	=	14.40	14.40	13.69	8.15
fy (Tonf/cm ²)	=	4.20	4.20	4.20	4.20
μ	=	0.80	0.80	0.80	0.80
ø	=	0.85	0.85	0.85	0.85
Asf (cm ²)	=	3.22	3.22	2.88	1.92
Ast (cm ²)	=	0.73	0.73	1.24	0.15
As Calculado(cm ²)	=	3.95	3.95	4.12	2.07
Varilla	=	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Nº Varillas	=	4.00	4.00	4.00	4.00
As Asumido (cm ²)	=	5.16	5.16	5.16	5.16
f'c (Tonf/cm ²)	=	0.21	0.21	0.21	0.21
δ	=	1.00	1.00	1.00	1.00
An (cm ²)	=	26.30	26.30	16.72	18.60
Acf (cm ²)	=	257.42	257.42	230.39	153.59
Amin 15t (cm ²)	=	195.00	195.00	195.00	195.00
Acf > 15*t	=	257.42	257.42	230.39	195.00
Dimensiones de columna a usar (cm)	=	13.00	13.00	13.00	13.00
	=	25.00	25.00	25.00	25.00
Ac a utilizar (cm ²)	=	325.00	325.00	325.00	325.00
An a utilizar (cm ²)	=	189.00	189.00	189.00	189.00
As min (cm ²)	=	1.63	1.63	1.63	1.63
Av (cm ²)	=	1.42	1.42	1.42	1.42
t (cm)	=	11.00	11.00	11.00	11.00
d (cm)	=	23.00	23.00	23.00	23.00
S1 (cm)	=	11.96	11.96	11.96	11.96
S2 (cm)	=	21.52	21.52	21.52	21.52
S3 (cm)	=	5.75	5.75	5.75	5.75
S4 (cm)	=	10.00	10.00	10.00	10.00
Usar estribos	=	ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm	ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm	ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm	ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm

DISEÑO DE VIGA DE CONFINAMIENTO

MURO		2M9X	2M4Y
Vm (Tonf)	=	18.38	16.45
Ts (Tonf)	=	9.19	8.23
As Calculado(cm ²)	=	2.43	2.18
Acs (cm ²)	=	300	300
As min (cm ²)	=	1.5	1.5
As usar (cm ²)	=	2.43	2.18
Varilla	=	1/2"	1/2"
Nº Varillas	=	4.00	4.00
As Asumido (cm ²)	=	5.16	5.16
Usar estribos	=	ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm	ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm

En conclusión, el diseño de los elementos de confinamiento de los muros 2M9X y 2M4Y de acuerdo a los resultados mostrados anteriormente tenemos:

Para el muro 2M9X

- Se necesitaras 1 columna de confinamiento en cada uno de sus lados de una sección de 15x25 cm², con un acero de refuerzo vertical de 4ø1/2" y estribos de ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm.
- La viga de confinamiento (solera) será de una sección de 15x20cm², con un acero de refuerzo horizontal de 4ø1/2" y estribos ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm.

Para el muro 2M4Y

- Se necesitaras 1 columna de confinamiento en cada uno de sus lados de una sección de 15x25 cm², con un acero de refuerzo vertical de 4ø1/2" y estribos de ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm.
- La viga de confinamiento (solera) será de una sección de 15x20cm², con un acero de refuerzo horizontal de 4ø1/2" y estribos ø3/8": 1@5, 4@10, R@25cm.

4.2.6.6. Diseño de vigas peraltadas

Para diseño de vigas peraltadas tomaremos como ejemplo de diseño las vigas peraltadas que se encuentran en el BLOQUE I.

a. Análisis estructural.

Para las vigas peraltadas, según el método de diseño por resistencia, mencionado en la norma E.060, se utilizarán las siguientes combinaciones:

Combo 1	1.4CM+1.7CV
Combo 2	1.25 (CM+CV) + CS
Combo 3	1.25 (CM+CV) - CS
Combo 4	09CM + CS
Combo 5	09CM - CS

Para el análisis estructural de las vigas peraltadas se utilizó el software ETABS en su versión 2016.2.

b. Diseño por flexión.

Para el cálculo de la cuantía necesaria por flexión se usará la siguiente expresión:

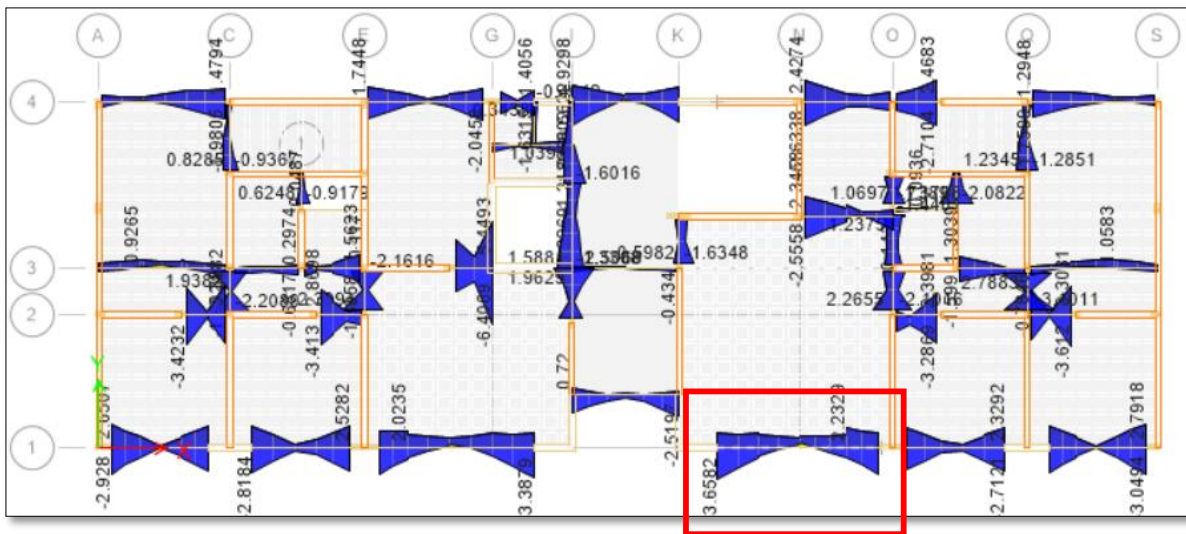
$$A_s = \frac{0.85 f' c . b . d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M u}{0.85 \phi f' c . b . d^2}} \right]$$

Donde:

- As : Área de acero requerido por flexión (cm²).
- f'c : Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²).
- b : Ancho de la sección (cm).
- d : Peralte efectivo de la sección (cm).
- Mu : Momento ultimo actuante (kg-cm) .
- ϕ : Coeficiente de reducción a flexión

Del modelo matemático obtenemos los diagramas de momento flector de las vigas, las cuales se muestran a continuación:

Figura 49. Diagrama de momentos en vigas del BLOQUE I



Como ejemplo se realizará el diseño de la viga más esforzada, la cual de acuerdo al diagrama de momento flector se encuentra en el eje 1 entre los ejes K-O. Con los momentos obtenidos anteriormente, y con la ayuda de una hoja de cálculo aplicando lo indicado en la norma E.060 obtenemos lo siguiente:

Dimensiones de la viga

b (cm) =	15	15	15
d (cm)=	50	50	50

Momentos en viga

Mu - (Tn-m) =	3.65	3.09
Mu + (Tn-m) =	2.33	

Refuerzo requerido en viga

As - (cm ²) =	2.15	1.81
As + (cm ²)=	1.36	

En conclusión, de acuerdo al diseño por flexión se requiere:

- 2 ϕ 5/8" de acero negativo en los extremos equivalentes a 3.98cm², los cuales cumplen con los requerimientos de la norma E.060 "Concreto armado".

- 2 ϕ 5/8” de acero positivo en el centro equivalentes a 3.98cm², los cuales cumplen con los requerimientos de la norma E.060 “Concreto armado”.

c. Diseño por corte.

Normalmente en las vigas se presentan fuerzas cortantes mayores a los que el concreto puede resistir, por lo tanto, es necesario proporcionar al elemento refuerzo por corte mediante estribos de acero. La resistencia al corte de la sección estará dada por la suma de los aportes del concreto y el acero.

El numeral 11.5.7.2 del artículo 11.5.7 “Diseño del refuerzo para cortante”, de la norma E.060 “Concreto armado”, especifica la siguiente expresión para el cálculo del aporte del acero de refuerzo.

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

Donde A_v es el área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s , proporcionada por la suma de las áreas de las ramas de los estribos ubicados en el alma. Si se usan estribos simples, se encuentran dos ramas dentro del espaciamiento, por lo tanto, el área A_v será igual a dos veces el área de la barra A_b , usada en el estribo. Se debe cumplir lo siguiente:

$$\phi V_n \geq V_u \quad \phi (V_c + V_s) \geq V_u$$

Donde V_u es la fuerza cortante última de diseño, hallada a una distancia “ d ” medida desde la cara de los apoyos. Si tenemos el valor de V_u para una sección determinada y de V_c que es constante para toda la viga, entonces podemos obtener el valor de la resistencia requerida V_s en dicha sección, y por consiguiente, el espaciamiento requerido para asegurar dicha resistencia.

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

De acuerdo al numeral 11.5.7.9 de la norma E.060, el valor V_s requerido no podrá ser mayor a $2.1(\sqrt{f'c}).b.d$. Esto equivale a decir que la fuerza cortante máxima que puede presentarse en una viga para cumplir con este requerimiento es:

$$V_{u_{\max}} = 2.6\phi\sqrt{f'c}.bw.d$$

De acuerdo al análisis estructural tenemos las siguientes fuerzas cortantes que se generan en las vigas.

Figura 50. Diagrama de fuerzas cortantes en vigas del BLOQUE I.



Fuente: Propia

Como ejemplo tomaremos la viga que se encuentra en el eje 3 entre los ejes E-G. Según la figura anterior la fuerza cortante ultima es de 11.74Tonf, verificaremos que la resistencia de diseño (ϕV_n) sea mayor a la fuerza cortante ultima (V_u).

$V_c =$	5357.10 Kg	Cortante resistente debido a la seccion
$V_c =$	5.36 Tn	
$V_u =$	11.74 Tn	Cortante actuante (Valor del etabs)
$V_n =$	13.81 Tn	Cortante maximo actuante en la viga
$V_s =$	8.45 Tn	Remanente
ϕ Estribo =	3/8"	Refuerzo de estribo
s =	10.0 cm	Espacionamiento estribo
$V_s =$	27.7326 Tn	

Del cálculo anterior, observamos que la viga evaluada, cumple con la siguiente distribución de estribos: $\phi 3/8''$: 1@0.05, R@0.10 en cada extremo de la viga.

4.2.6.7. Diseño de cimiento corrido

Para el dimensionamiento del ancho de la cimentación se utilizó la siguiente expresión:

$$B = \frac{PMu}{L\sigma}$$

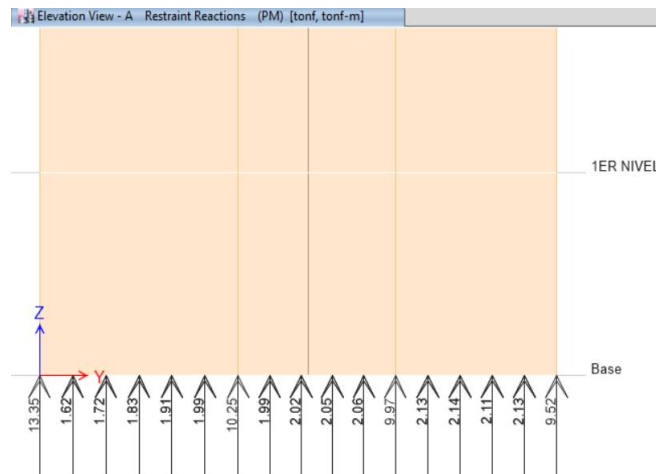
Donde:

- PMu : Carga gravitacional máxima a servicio incrementada en un 10% que representa el peso de la cimentación en si PMu = 1.1 (CM+CV).
- L : Longitud del muro.
- σ : Capacidad portante neta del terreno.
- B : Ancho del cimiento corrido.

De acuerdo a la microzonificación donde se proyectan las estructuras, se considera una capacidad portante neta de 4.00 kg/cm².

Para el diseño del cimiento corrido se tomará como ejemplo la cimentación del muro 1M1Y y luego se utilizará el diseño del cimiento corrido de todos los muros.

Figura 51. Carga a servicio (PM) del muro 1M1Y.



Fuente: Propia

De acuerdo a la figura mostrada se tiene lo siguiente:

PM	=	68.79 Tonf	Carga de Servicio (CM+CV)
PMu	=	75.67 Tonf	Carga de servicio + 10%
L	=	7.80 m	Longitud del muro portante
σ_t	=	40.00 Tonf/m ²	Capacidad portante
B	=	0.24 m	Ancho de cimentación

De acuerdo al cálculo anterior se obtiene que el muro 1M1Y necesita un ancho de cimiento corrido de 0.24m, pero por criterio se asume un ancho de cimentación de 0.50m.

Se muestra a continuación el cálculo de los cimientos corridos calculados y asumidos para todos los muros del BLOQUES I y II.

Tabla 27. Muros del "Bloque I" en dirección X-X

MURO	L (m)	PM (Tonf)	PMu (Tonf)	σ (Tonf/m ²)	B (m)	B Asumido
1M1X	1.85	23.71	24.81	40.00	0.34	0.50 m
1M2X	1.93	25.80	28.38	40.00	0.37	0.50 m
1M3X	1.93	25.53	28.08	40.00	0.36	0.50 m
1M4X	1.85	23.70	26.07	40.00	0.35	0.50 m
1M5X	1.92	23.63	25.99	40.00	0.34	0.50 m
1M6X	1.42	25.23	27.75	40.00	0.49	0.50 m
1M7X	2.70	43.09	47.40	40.00	0.44	0.50 m
1M8X	3.03	37.01	40.71	40.00	0.34	0.50 m
1M9X	3.03	34.78	38.26	40.00	0.32	0.50 m
1M10X	3.03	33.23	36.55	40.00	0.30	0.50 m
1M11X	1.85	20.10	22.11	40.00	0.30	0.50 m
1M12X	1.93	23.48	25.83	40.00	0.33	0.50 m

Tabla 28. Muros del "Bloque I" en dirección Y-Y

MUROS DEL "BLOQUE I" EN DIRECCIÓN Y-Y						
MURO	L (m)	PM (Tonf)	PMu (Tonf)	σ (Tonf/m ²)	B (m)	B Asumido
1M1Y	7.80	68.79	75.67	40.00	0.24	0.60 m
1M2Y	3.00	34.26	37.69	40.00	0.31	0.50 m
1M3Y	2.12	31.65	34.82	40.00	0.41	0.50 m
1M4Y	1.32	20.90	22.99	40.00	0.44	0.50 m
1M5Y	3.00	46.43	51.07	40.00	0.43	0.50 m
1M6Y	3.75	46.33	50.96	40.00	0.34	0.50 m
1M7Y	1.83	25.32	27.85	40.00	0.38	0.50 m
1M8Y	1.60	10.43	11.47	40.00	0.18	0.50 m
1M9Y	2.85	16.90	18.59	40.00	0.16	0.50 m
1M10Y	2.58	30.26	33.29	40.00	0.32	0.50 m
1M11Y	3.00	52.20	57.42	40.00	0.48	0.50 m
1M12Y	1.63	24.40	26.84	40.00	0.41	0.50 m
1M13Y	1.32	23.95	26.35	40.00	0.50	0.50 m
1M14Y	3.00	34.85	38.34	40.00	0.32	0.50 m
1M15Y	2.12	31.37	34.51	40.00	0.41	0.50 m
1M16Y	7.80	68.39	75.23	40.00	0.24	0.60 m

Tabla 29. Muros del "Bloque II" en dirección X-X

MURO	L (m)	PM (Tonf)	PMu (Tonf)	σ (Tonf/m ²)	B (m)	B Asumido
1M1X	1.65	15.88	17.47	40.00	0.26	0.50 m
1M2X	1.65	15.88	17.47	40.00	0.26	0.50 m
1M3X	1.80	25.66	28.23	40.00	0.39	0.50 m
1M4X	1.80	25.66	28.23	40.00	0.39	0.50 m
1M5X	2.20	17.14	18.85	40.00	0.21	0.50 m
1M6X	2.05	24.84	27.32	40.00	0.33	0.50 m
1M7X	2.05	24.82	27.30	40.00	0.33	0.50 m
1M8X	2.20	17.14	18.85	40.00	0.21	0.50 m
1M9X	2.95	34.80	38.28	40.00	0.32	0.50 m
1M10X	4.26	52.00	57.20	40.00	0.34	0.50 m
1M11X	2.95	34.80	38.28	40.00	0.32	0.50 m
1M12X	23.86	171.09	188.20	40.00	0.20	0.60 m

Tabla 30. Muros del "Bloque II" en dirección Y-Y

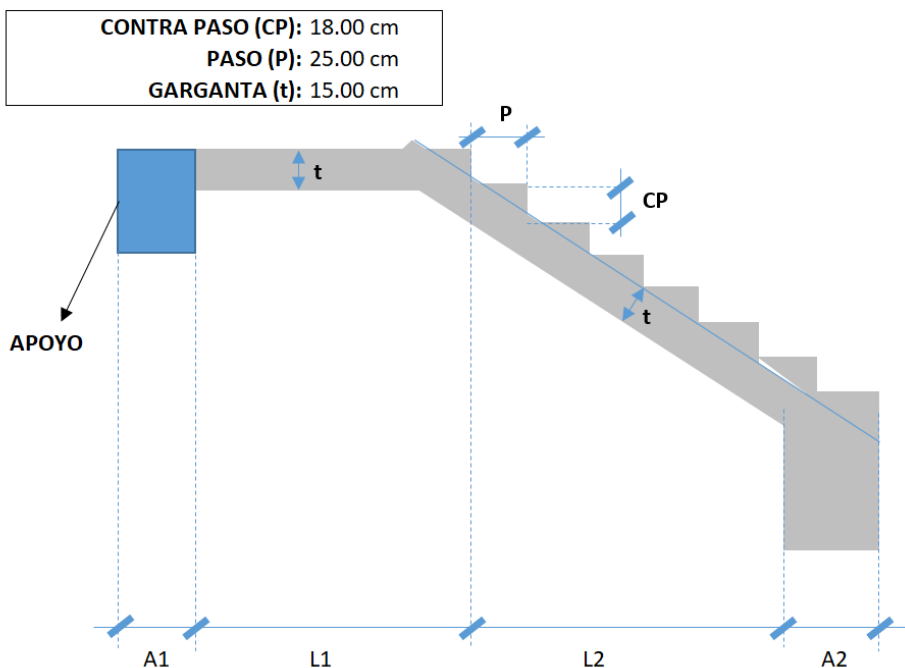
MURO	L (m)	PM (Tonf)	PMu (Tonf)	σ (Tonf/m ²)	B (m)	B Asumido
1M1Y	7.60	46.02	50.62	40.00	0.17	0.60 m
1M2Y	2.10	21.99	24.19	40.00	0.29	0.50 m
1M3Y	1.65	21.80	23.98	40.00	0.36	0.50 m
1M4Y	2.70	31.77	34.95	40.00	0.32	0.50 m
1M5Y	3.85	45.26	49.79	40.00	0.32	0.50 m
1M6Y	2.70	31.37	34.51	40.00	0.32	0.50 m
1M7Y	1.50	25.74	28.31	40.00	0.47	0.50 m
1M8Y	7.60	70.93	78.02	40.00	0.26	0.50 m
1M9Y	2.70	31.37	34.51	40.00	0.32	0.50 m
1M10Y	1.50	25.74	28.31	40.00	0.47	0.50 m
1M11Y	2.70	31.76	34.94	40.00	0.32	0.50 m
1M12Y	3.85	45.25	49.78	40.00	0.32	0.50 m
1M13Y	2.10	21.99	24.19	40.00	0.29	0.50 m
1M14Y	1.65	21.80	23.98	40.00	0.36	0.50 m
1M15Y	7.60	44.72	49.19	40.00	0.16	0.60 m

4.2.6.8. Diseño de escalera

Las escaleras son elementos estructurales que conectan los diferentes niveles de una edificación, y que trabajan generalmente como losas armadas en una dirección, simplemente apoyadas. El diseño de la escalera se considerará el mismo diseño para el sistema de albañilería confinada y para el sistema de muros de ductilidad limitada.

A continuación, se muestra el diseño de la escalera, realizada mediante una hoja de cálculo.

DISEÑO DE ESCALERAS



DATOS
SOBRE CARGA (kg/m ²): 200
f'c (kg/cm ²): 210
fy (kg/cm ²): 4200
TIPO DE APOYO: Rígido
RECUBRIMIENTO (cm): 2.0

DATOS
A1 (m): 0.15
L1 (m): 1.00
L2 (m): 1.20
A2 (m): 0.50
ANCHO (m): 1.25

1. Metrado de Cargas:

$$\cos(\theta) = \frac{P}{\sqrt{P^2 + CP^2}} = \frac{25}{\sqrt{25^2 + 18^2}} = 0.8115$$

$$hm = \frac{t}{\cos} + \frac{CP}{2} = \frac{15}{0.8115} + 9 = 27.4835 \text{ cm}$$

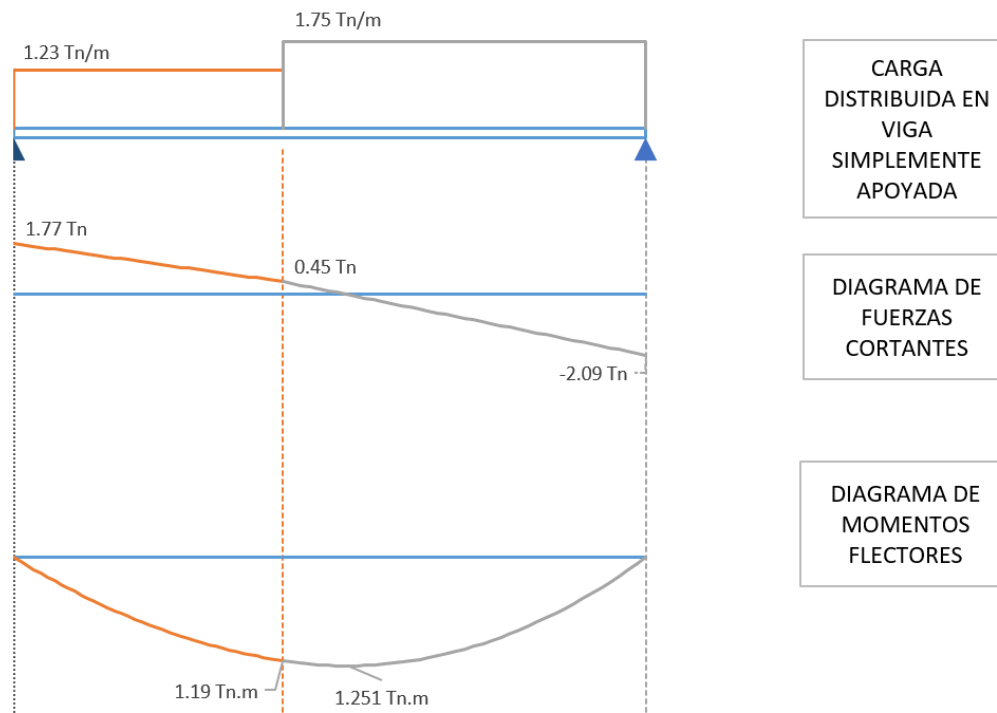
PARA LA ESCALERA

DETALLE	PESO Y	ALTURA	ANCHO	F.M.	TOTAL
PESO PROPIO:	2.40 Tn/m ³	0.274835 m	1.250 m	1.4	1.15 Tn/m
ACABADO:	0.10 Tn/m ²	-	1.250 m	1.4	0.18 Tn/m
S/C	0.20 Tn/m ²	-	1.250 m	1.7	0.43 Tn/m
TOTAL:					1.75 Tn/m

PARA EL DESCANSO

DETALLE	PESO Y	ALTURA	ANCHO	F.M.	TOTAL
PESO PROPIO:	2.40 Tn/m ³	0.150 m	1.25 m	1.4	0.63 Tn/m
ACABADO:	0.10 Tn/m ²	-	1.25 m	1.4	0.18 Tn/m
S/C	0.20 Tn/m ²	-	1.25 m	1.7	0.43 Tn/m
TOTAL:					1.23 Tn/m

2. Determinando el Momento Ultimo:



El Momento Ultimo será igual a:

$$Mu = 1.251 \text{ tn.m}$$

3. Determinando el Refuerzo de Acero por Flexión:

Determinando el Peralte Efectivo.

$$d = t - (r + \phi/2) = 15 - (2 + 1.5875 / 2) = 12.206 \text{ cm}$$

Determinando el Refuerzo Positivo de Acero.

$$As(+) = \frac{Mu}{\phi fy (d - a/2)}$$

$$a = \frac{As(+) fy}{0.85 f'c b}$$

a (cm)	As(+) (cm ²)
2.44125	3.01192958
0.56695145	2.77518706
0.52238815	2.77001038
0.52141372	2.7698974
0.52139245	2.76989494
0.52139199	2.76989488
0.52139198	2.76989488
0.52139198	2.76989488
0.52139198	2.76989488
0.52139198	2.76989488
0.52139198	2.76989488
0.52139198	2.76989488
0.52139198	2.76989488

El Area de refuerzo será igual a: $As(+) = 2.77 \text{ cm}^2$

Determinando el Refuerzo de Acero minimo.

$$As \text{ min} = 0.0018 (d) (b) = 0.0018(12.206)(125) = 2.746 \text{ cm}^2$$

Determinando el Refuerzo de Temperatura.

$$As \text{ temp.} = 0.0018 (t) (b) = 0.0018(15)(100) = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Finalmente se considerara:

$$As(+) = 2.77 \text{ cm}^2$$

$$A_s(-) = 2.75 \text{ cm}^2$$

4. Verificación por Corte:

$$V_{ud} = V_{max} - (w_u)(d) = 2.095 - 1.754 (0.122) = 1.881 \text{ Tn}$$

$$V_{ud}' = V_{ud} (\cos(\theta)) = 1.881 (0.812) = 1.526 \text{ Tn}$$

$$V_n = V_{ud}' / \phi = \frac{1.526}{0.85} = 1.796 \text{ Tn}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b d = 0.53 (\sqrt{210}) (125) (12.206) = 11718.656 \text{ kg} = 11.718656 \text{ Tn}$$

$V_n < V_c$ (cumple, el concreto absorbe el corte)

5. Determinación del Acero a utilizar

$$A_s(+) = \phi 1/2" @ 0.20\text{m}$$

$$A_s(-) = \phi 1/2" @ 0.20\text{m}$$

$$A_s(\text{temperatura}) = \phi 3/8" @ 0.30\text{m}$$

4.2.7. Análisis económico

Para el presente análisis económico se toma los siguientes puntos para la edificación “Condominio El Pando”, para el sistema de albañilería confinada.

4.2.7.1. Planilla de Metrados

El metrado utiliza las partidas de estructura y de arquitectura sin tomar en cuenta los acabados, tomando en cuenta el libro “Todo sobre norma técnica metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas”.

RESUMEN DE METRADOS			
Proyecto	: CONDOMINIO EL PANDO III ETAPA		
Ubicación	: CERCADO DE LIMA		
Sub presupuesto	: ARQUITECTURA		
Realizado por:	: HUAMÁN AROTOMA, MARÍA ISABEL		
PARTIDA	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD
01	MUROS Y TABIQUES		
01.01	MURO LADRILLO K.K-SOGA	m2	2,874.31
02	REVOQUES		
02.01	TARRAJEO MUROS EXTERIORES	m2	873.60
02.02	TARRAJEO MUROS INTERIORES	m2	3,283.78
02.03	TARRAJEO COLUMNAS Y PLACAS	m2	1,016.78
02.04	TARRAJEO VIGAS	m2	101.41
02.05	TARRAJEO ESCALERAS	m2	4.78
02.06	VESTIDURAS DERRAMES	m	288.88
03	CIELO RASO		
03.01	TARRAJEO CIELO RASO	m2	297.60
04	PISOS		
04.01	CONTRAPISO	m2	486.73

RESUMEN DE METRADOS			
Proyecto : CONDOMINIO EL PANDO III ETAPA			
Ubicación : CERCADO DE LIMA			
Sub presupuesto : ESTRUCTURAS			
Realizado por : HUAMÁN AROTOMA, MARÍA ISABEL			
PARTIDA	DESCRIPCION	UND. METRADO	
01	OBRAS PROVISIONALES		
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 3.6X2.4m	m2	1.00
01.02	CASETA P/GUARDIANIA, ALMACEN Y COMEDOR	glb	1.00
02	OBRAS PRELIMINARES		
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	600.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.01	NIVELACION DEL TERRENO	m2	600.00
03.02	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTOS	m3	193.99
03.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	38.69
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	205.75
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
04.01	CIMENTOS CORRIDOS		
04.01.01	CONCRETO CIMENTOS CORRIDO MEZCLA 1:10(C-H) 1:10 +	m3	134.82
04.02	SOBRECIMENTOS CORRIDOS		
04.02.01	CONCRETO SOBRECIMENTOS 1:8 + 25% PM	m3	26.31
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	175.39
04.03	SOLADO PARA ZAPATA EN CAJA DE ASCENSOR		
04.03.01	CONCRETO 1:12,e=0.10m	m2	9.15
04.04	FALSO PISO		
04.04.01	CONCRETO FALSO PISO MEZCLA 1:8 (C-H) e=0.10m	m2	486.73
05	CONCRETO ARMADO		
05.01	COLUMNAS		
05.01.01	CONCRETO COLUMNAS f _c = 210 kg/cm ²	m3	172.72
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	973.60
05.01.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4,200 kg/cm ²	kg	10089.69
05.02	VIGAS		
05.02.01	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ²	m3	88.72
05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	101.41
05.02.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4,200 kg/cm ²	kg	22225.24
05.03	LOSAS ALIGERADAS		
05.03.01	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ²	m3	229.10
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	1,700.53
05.03.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4,200 kg/cm ²	kg	4216.32
05.03.04	LADRILLO DE TECHO 12X30X30 CM	UND.	3000.00
05.04	LOSAS MACIZAS		
05.04.01	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ²	m3	19.00
05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA	m2	88.09
05.04.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4,200 kg/cm ²	kg	821.92
05.05	PLACAS		
05.05.01	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ²	m3	43.18
05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACA	m2	642.37
05.05.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4,200 kg/cm ²	kg	3658.64
05.06	ESCALERAS		
05.06.01	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ²	m3	9.08
05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERA	m2	4.78
05.06.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4,200 kg/cm ²	kg	662.09
05.07	ZAPATA EN CAJA ASCENSOR		
05.07.01	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ²	m3	4.58
05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATA	m2	6.05
05.07.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4,200 kg/cm ²	kg	140.240

Partida	02.01		TRAZO Y REPLANTEO				
Rendimiento	m2/DIA	500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2	3.03		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0800	15.29	1.22	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.5000	0.0240	20.96	0.50	
							1.72
Materiales							
02041200010009	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.0050	2.89	0.01	
0213030003	YESO EN BOLSAS DE 20 KG. Y TIZA	und		0.0250	26.90	0.67	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0264	5.50	0.15	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0020	26.98	0.05	
0292010001	CORDEL	m		0.0500	0.41	0.02	
							0.90
Equipos							
0301000020	EQUIPO TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0160	20.00	0.32	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	1.72	0.09	
							0.41

Partida	03.01		NIVELACION DEL TERRENO				
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2	7.02		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	25.16	0.25	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	20.96	2.10	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1000	15.29	1.53	
							3.88
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	3.88	0.19	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.1000	29.53	2.95	
							3.14

Partida	03.02		EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTOS				
Rendimiento	m3/DIA	2.5000	EQ. 2.5000	Costo unitario directo por : m3	59.83		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.3200	25.16	8.05	
0101010005	PEON	hh	1.0000	3.2000	15.29	48.93	
							56.98
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	56.98	2.85	
							2.85

Partida	03.03		RELLENO CON MATERIAL PROPIO				
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3	38.40		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.5333	25.16	13.42	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.29	8.15	
							21.57
Equipos							
0301010044	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	21.57	1.08	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4 HP	hm	0.9999	0.5333	29.53	15.75	
							16.83

Partida	04.03.01 CONCRETO 1:12 , e=0.10 m.					
Rendimiento	m2/DIA 200.0000		EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2	15.53	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.96	0.84
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	16.99	0.68
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.2800	15.29	4.28
						5.80
Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.2500	9.64	2.41
0207030001	HORMIGON	m3		0.0615	32.70	2.01
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0060	5.68	0.03
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1800	17.67	3.18
						7.63
Equipos						
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	2.0000	0.0800	26.21	2.10
						2.10

Partida	04.04.01 CONCRETO FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON e=0.10 m					
Rendimiento	m2/DIA 100.0000		EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2	31.64	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2725	0.0218	25.16	0.55
0101010003	OPERARIO	hh	2.7275	0.2182	20.96	4.57
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.6400	15.29	9.79
						14.91
Materiales						
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0009	34.60	0.03
0201020012	GRASA	lbs		0.0018	9.68	0.02
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.0273	9.64	0.26
0207030001	HORMIGON	m3		0.1300	32.70	4.25
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.5300	17.67	9.37
0272040053	REGLA DE MADERA	p2		0.0600	2.60	0.16
0290130022	AGUA	m3		0.0160	5.68	0.09
						14.18
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.91	0.45
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	hm	1.0000	0.0800	26.21	2.10
						2.55

Partida	05.01.01 CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA 8.5000		EQ. 8.5000	Costo unitario directo por : m3	579.08	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1882	25.16	4.74
0101010003	OPERARIO	hh	2.0001	1.8824	20.96	39.46
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.9412	16.99	15.99
0101010005	PEON	hh	12.0000	11.2941	15.29	172.69
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	3.0000	2.8235	20.93	59.10
						291.98
Materiales						
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0080	34.60	0.28
0201020012	GRASA	lbs		0.0160	9.68	0.15
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.2500	9.64	2.41
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6000	51.61	30.97
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4700	42.29	19.88
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8000	17.67	173.17
0290130022	AGUA	m3		0.1890	5.68	1.07
						227.93
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	291.98	14.60
03012100030003	WINCHE DE DOS TAMBORES Y 37P	hm	1.0000	0.9412	15.76	14.83
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	1.0000	0.9412	5.39	5.07
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	hm	1.0000	0.9412	26.21	24.67
						59.17

Partida	05.01.03		ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2			
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1006	0.0032	25.16	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0031	0.0321	20.96	0.67
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0160	16.99	0.27
						1.02
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0600	3.02	0.18
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg		1.0700	2.70	2.89
02901400020028	CIZALLA	hm		0.0229	1.89	0.04
						3.11
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.02	0.05
						0.05

Partida	05.02.01		CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3	366.33	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0889	25.16	2.24
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	20.96	18.63
0101010004	OFICIAL	hh	0.9999	0.4444	16.99	7.55
0101010005	PEON	hh	9.9999	4.4444	15.29	67.95
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	2.0000	0.8889	20.93	18.60
						114.97
Materiales						
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0050	34.60	0.17
0201020012	GRASA	lbs		0.0100	9.68	0.10
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.2000	9.64	1.93
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	51.61	31.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4700	42.29	19.88
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8800	17.67	174.58
0290130022	AGUA	m3		0.1890	5.68	1.07
						229.21
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	114.97	5.75
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	0.9999	0.4444	5.39	2.40
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.9999	0.4444	31.50	14.00
						22.15

Partida	05.02.02		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS			
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2	53.41	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	25.16	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	20.96	11.18
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	16.99	9.06
						21.58
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1000	3.02	0.30
02041200010009	CLAVOS DE 2" A 4"	kg		0.2400	2.89	0.69
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.4100	5.50	29.76
						30.75
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	21.58	1.08
						1.08

Partida	05.03.01		CONCRETO LOSA ALIGERADA f'c= 210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	22.0000	EQ. 22.0000	Costo unitario directo por : m3		389.20	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.3000	0.1091	25.16	2.74	
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	1.0909	20.96	22.87	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0001	0.7273	16.99	12.36	
0101010005	PEON	hh	13.0000	4.7273	15.29	72.28	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	1.0909	21.69	23.66	
						133.91	
Materiales							
0201020012	GRASA	lbs		0.0100	9.68	0.10	
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.2000	9.64	1.93	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	51.61	31.48	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4700	42.29	19.88	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1890	5.68	1.07	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8800	17.67	174.58	
						229.04	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	133.91	6.70	
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.3636	15.78	5.74	
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.3636	11.76	4.28	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3636	26.21	9.53	
						26.25	

Partida	05.03.02		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS				
Rendimiento	m2/DIA	8.6000	EQ. 8.6000	Costo unitario directo por : m2		77.75	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0930	25.16	2.34	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.9302	20.96	19.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.9302	16.99	15.80	
						37.64	
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2100	3.02	0.63	
02041200010009	CLAVOS DE 2" A 4"	kg		0.2400	2.89	0.69	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		6.7100	5.50	36.91	
						38.23	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	37.64	1.88	
						1.88	

Partida	05.03.04		LADRILLO DE TECHO 12x30x30cm				
Rendimiento	und/DIA	1,700.0000	EQ. 1,700.0000	Costo unitario directo por : und		1.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1063	0.0005	25.16	0.01	
0101010003	OPERARIO	hh	0.9988	0.0047	20.96	0.10	
0101010004	OFICIAL	hh	0.9988	0.0047	16.99	0.08	
0101010005	PEON	hh	9.0100	0.0424	15.29	0.65	
						0.84	
Materiales							
02160100040007	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 12X30X30 cm	und		1.0500	1.00	1.05	
						1.05	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.84	0.03	
						0.03	

Partida	05.04.01		CONCRETO f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3		289.87	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0299	0.0133	25.16	0.33	
0101010003	OPERARIO	hh	0.2999	0.1333	20.96	2.79	
0101010004	OFICIAL	hh	0.2999	0.1333	16.99	2.26	
0101010005	PEON	hh	1.1999	0.5333	15.29	8.15	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	0.2999	0.1333	20.93	2.79	
							16.32
Materiales							
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2 CON	m3		1.0200	237.00	241.74	
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZ	m3		1.0200	30.00	30.60	
							272.34
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.32	0.49	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	0.2999	0.1333	5.39	0.72	
							1.21

Partida	05.04.02		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO LOSA MACIZA				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		53.26	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1001	0.0667	25.16	1.68	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0001	0.6667	20.96	13.97	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0001	0.6667	16.99	11.33	
							26.98
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1600	3.02	0.48	
02041200010009	CLAVOS DE 2" A 4"	kg		0.1700	2.89	0.49	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.0900	5.50	22.50	
							23.47
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.98	0.81	
03013400010009	ANDAMIO METALICO	hm	2.0000	1.3333	1.50	2.00	
							2.81

Partida	05.05.01		CONCRETO PLACAS f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		521.84	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	25.16	4.03	
0101010003	OPERARIO	hh	2.5000	2.0000	20.96	41.92	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.99	13.59	
0101010005	PEON	hh	9.9999	7.9999	15.29	122.32	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	3.1579	2.5263	20.93	52.88	
							234.74
Materiales							
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0080	34.60	0.28	
0201020013	GRASA POTE 200 GR	und		0.0160	3.81	0.06	
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.2500	9.64	2.41	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6000	51.61	30.97	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8000	17.67	173.17	
0290130022	AGUA	m3		0.1890	5.68	1.07	
							231.22
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	234.74	11.74	
03012100030004	WINCHE DE 2 TAMBORES NY 37 HP	hm	1.0526	0.8421	15.76	13.27	
03012900010006	VIBRADOR DE CONCRETO GASOLINA 5HP	hm	1.0526	0.8421	11.76	9.90	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	hm	1.0000	0.8000	26.21	20.97	
							55.88

Partida	05.05.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PLACA					
Rendimiento	m2/DIA 9.0000		EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2	94.63	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.8889	25.16	22.36
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	20.96	18.63
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	16.99	15.10
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8889	15.29	13.59
						69.68
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2000	3.02	0.60
02041200010009	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.1800	2.89	0.52
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.7000	5.50	20.35
						21.47
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	69.68	3.48
						3.48

Partida	05.06.01 CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA 10.0000		EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3	504.29	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	25.16	4.03
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	20.96	33.54
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.99	13.59
0101010005	PEON	hh	12.0000	9.6000	15.29	146.78
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	2.0000	1.6000	20.93	33.49
						231.43
Materiales						
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0080	34.60	0.28
0201020012	GRASA	lbs		0.0160	9.68	0.15
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.3600	9.64	3.47
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	51.61	31.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4700	42.29	19.88
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1890	5.68	1.07
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8800	17.67	174.58
						230.91
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	231.43	11.57
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.8000	11.76	9.41
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	26.21	20.97
						41.95

Partida	05.06.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS					
Rendimiento	m2/DIA 16.0000		EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2	53.54	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	25.16	1.26
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	20.96	10.48
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	16.99	8.50
						20.24
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1000	3.02	0.30
02041200010009	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.2000	2.89	0.58
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.7100	5.50	31.41
						32.29
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	20.24	1.01
						1.01

Partida	05.07.01 CONCRETO EN ZAPATA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$					
Rendimiento	m3/DIA 25.0000		EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3	310.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	25.16	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.99	5.44
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	15.29	39.14
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	2.0000	0.6400	20.93	13.40
						73.00
Materiales						
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0040	34.60	0.14
0201020012	GRASA	lbs		0.0080	9.68	0.08
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.1200	9.64	1.16
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8000	51.61	41.29
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.2000	17.67	162.56
0290130022	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
						227.40
Equipos						
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
						10.11

Partida	05.07.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATA					
Rendimiento	m2/DIA 8.0000		EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2	65.09	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	25.16	2.52
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.96	20.96
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	16.99	16.99
						40.47
Materiales						
02041200010009	CLAVOS DE 2" A 4"	kg		0.1500	2.89	0.43
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.0300	5.50	22.17
						22.60
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	40.47	2.02
						2.02

Partida	05.01.03 ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$					
Rendimiento	kg/DIA 250.0000		EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1006	0.0032	25.16	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0031	0.0321	20.96	0.67
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0160	16.99	0.27
						1.02
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0600	3.02	0.18
0204030001	ACERO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg		1.0700	2.70	2.89
02901400020028	CIZALLA	hm		0.0229	1.89	0.04
						3.11
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.02	0.05
						0.05

Partida	02.03		TARRAJEO COLUMNAS Y PLACAS				
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m2	15.17		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0500	0.0667	25.16	1.68	
0101010003	OPERARIO	hh	0.0500	0.0667	20.96	1.40	
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.3333	15.29	5.10	
							8.18
Materiales							
02041200010009	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.0100	2.89	0.03	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0170	38.00	0.65	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1500	17.67	2.65	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.5800	5.50	3.19	
							6.52
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.18	0.41	
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und		0.0020	30.00	0.06	
							0.47

Partida	02.04		TARRAJEO VIGAS				
Rendimiento	m2/DIA	7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m2	43.44		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	25.16	2.88	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	20.96	23.96	
0101010005	PEON	hh	0.3300	0.3771	15.29	5.77	
							32.61
Materiales							
02041200010009	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.0300	2.89	0.09	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0170	38.00	0.65	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	17.67	2.21	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		1.0000	5.50	5.50	
0272040054	REGLA DE ALUMINIO	pza		0.0250	30.00	0.75	
							9.20
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	32.61	1.63	
							1.63

Partida	02.05		TARRAJEO ESCALERAS				
Rendimiento	m2/DIA	9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2	37.05		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	20.96	18.63	
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.6667	15.29	10.19	
							28.82
Materiales							
02041200010009	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.0060	2.89	0.02	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0240	38.00	0.91	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2570	17.67	4.54	
0272040053	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07	
0290130022	AGUA	m3		0.0055	5.68	0.03	
							5.57
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	28.82	0.86	
03013400010006	ANDAMIO DE ESCALERA	hm	0.6750	0.6000	3.00	1.80	
							2.66

Partida	02.06		VESTIDURA DERRAMES			
Rendimiento	m/DIA	18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m	15.34	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0999	0.0444	25.16	1.12
0101010003	OPERARIO	hh	0.9999	0.4444	20.96	9.31
0101010005	PEON	hh	0.3501	0.1556	15.29	2.38
						12.81
Materiales						
02041200010009	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.0060	2.89	0.02
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0010	38.00	0.04
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0130	17.67	0.23
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1540	5.50	0.85
0272040054	REGLA DE ALUMINIO	pza		0.0250	30.00	0.75
						1.89
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	12.81	0.64
						0.64

Partida	03.01		TARRAJEO CIELO RASO			
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2	27.97	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1001	0.0667	25.16	1.68
0101010003	OPERARIO	hh	1.0001	0.6667	20.96	13.97
0101010005	PEON	hh	0.3000	0.2000	15.29	3.06
						18.71
Materiales						
02041200010009	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.0040	2.89	0.01
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0160	38.00	0.61
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1200	17.67	2.12
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.8500	5.50	4.68
0272040054	REGLA DE ALUMINIO	pza		0.0300	30.00	0.90
						8.32
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	18.71	0.94
						0.94

Partida	04.01		CONTRAPISO			
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2	35.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	25.16	0.25
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	20.96	4.19
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.2000	16.99	3.40
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.8000	15.29	12.23
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.2500	0.1250	20.93	2.62
						22.69
Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.0300	9.64	0.29
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0090	38.00	0.34
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0600	42.29	2.54
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.4000	17.67	7.07
0272040053	REGLA DE MADERA	p2		0.0300	2.60	0.08
						10.32
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.69	0.68
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	hm	0.8500	0.0850	26.21	2.23
						2.91

4.2.7.3. Presupuesto final de Obra

Alimentamos los datos de metrado en nuestra hoja de trabajo, y con dichos precios actualizados sacamos nuestro presupuesto tanto de arquitectura como estructuras.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
Presupuesto 0102005 CONDOMINIO EL PANDO III ETAPA					
Cliente ANÓNIMO					
Lugar LIMA - LIMA - LIMA					
01	OBRAS PROVISIONALES				2.813.04
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE	und	1.00	1.600.74	1.600.74
01.02	CASETA P/GUARDIANIA.ALMACEN Y COMEDOR	elb	1.00	1.212.30	1.212.30
02	OBRAS PRELIMINARES				1.818.00
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	600.00	3.03	1.818.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				24.571.21
03.01	NIVELACION DEL TERRENO	m2	600.00	7.02	4.212.00
03.02	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTOS	m3	193.99	59.83	11.606.42
03.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	38.69	38.40	1.485.70
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	205.75	35.32	7.267.09
04	CONCRETO SIMPLE				58.838.90
04.01	CIMENTOS CORRIDOS				28.657.34
04.01.01	CONCRETO CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	134.82	212.56	28.657.34
04.02	SOBRECIMENTOS CORRIDOS				14.639.32
04.02.01	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25%	m3	26.31	322.43	8.483.13
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	175.39	35.10	6.156.19
04.03	SOLADO PARA ZAPATA EN CAJA DE				142.10
04.03.01	CONCRETO 1:12 . e=0.10 m.	m2	9.15	15.53	142.10
04.04	FALSO PISO				15.400.14
04.04.01	CONCRETO FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-	m2	486.73	31.64	15.400.14
05	CONCRETO ARMADO				688.156.42
05.01	COLUMNAS				190.318.65
05.01.01	CONCRETO COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	m3	172.72	579.08	100.018.70
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	973.60	49.43	48.125.05
05.01.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm ²	ke	10.089.69	4.18	42.174.90
05.02	VIGAS				130.818.61
05.02.01	CONCRETO EN VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m3	88.72	366.33	32.500.80
05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	101.41	53.41	5.416.31
05.02.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm ²	ke	22.225.24	4.18	92.901.50
05.03	LOSAS ALIGERADAS				244.766.15
05.03.01	CONCRETO LOSA ALIGERADA f _c = 210 kg/cm ²	m3	229.10	389.20	89.165.72
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	m2	1.700.53	77.75	132.216.21
05.03.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm ²	ke	4.216.32	4.18	17.624.22
05.03.04	LADRILLO DE TECHO 12x30x30cm	und	3.000.00	1.92	5.760.00
05.04	LOSAS MACIZAS				13.634.83
05.04.01	CONCRETO f _c =210 kg/cm ²	m3	19.00	289.87	5.507.53
05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA	m2	88.09	53.26	4.691.67
05.04.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm ²	ke	821.92	4.18	3.435.63
05.05	PLACAS				98.613.64
05.05.01	CONCRETO PLACAS f _c =210 kg/cm ²	m3	43.18	521.84	22.533.05
05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACA	m2	642.37	94.63	60.787.47
05.05.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm ²	ke	3.658.64	4.18	15.293.12
05.06	ESCALERAS				7.602.41
05.06.01	CONCRETO ESCALERAS f _c =210 kg/cm ²	m3	9.08	504.29	4.578.95
05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	4.78	53.54	255.92
05.06.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm ²	ke	662.09	4.18	2.767.54
05.07	ZAPATA EN CAJA ASCENSOR				2.402.13
05.07.01	CONCRETO EN ZAPATA f _c =210 kg/cm ²	m3	4.58	310.51	1.422.14
05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATA	m2	6.05	65.09	393.79
05.07.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm ²	ke	140.24	4.18	586.20
01	MUROS Y TABIQUES				182.949.83
01.01	MURO LADRILLO K.K -SOGA	m2	2.874.31	63.65	182.949.83
02	REVOQUES				124.980.88
02.01	TARRAJEO MUROS EXTERIORES	m2	873.60	29.65	25.902.24
02.02	TARRAJEO MUROS INTERIORES	m2	3.283.78	22.73	74.640.32
02.03	TARRAJEO COLUMNAS Y PLACAS	m2	1.016.78	15.17	15.424.55
02.04	TARRAJEO VIGAS	m2	101.41	43.44	4.405.25
02.05	TARRAJEO ESCALERAS	m2	4.78	37.05	177.10
02.06	VESTIDURA DERRAMES	m	288.88	15.34	4.431.42
03	CIELO RASOS				8.323.87
03.01	TARRAJEO CIELO RASO	m2	297.60	27.97	8.323.87
04	PISOS				17.483.34
04.01	CONTRAPISO	m2	486.73	35.92	17.483.34
	COSTO DIRECTO				1.109.935.49
	GASTOS GENERALES(10%)				110.993.55
	UTILIDAD(10%)				110.993.55
	SUBTOTAL				1.331.922.59
	IGV(18%)				239.746.07
	TOTAL PRESUPUESTO				1,571,668.66

4.3. MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

4.3.1. Estructuración

El plano arquitectónico presenta ciertas características (vivienda multifamiliar sin sótano), cierto detalle que salta a la vista es el vestíbulo de los niveles que se ubica entre los ejes F-G y 5-7 el cual es el único ambiente que une dos bloques, por esta razón a criterio y por recomendación del asesor se decidió definir dos bloques, los cuales denominaremos BLOQUE I y BLOQUE II; en las cuales se puede trabajar con el sistema de muro de ductilidad limitada, que presenta gran densidad de muros en ambas direcciones, lo cual, nos permitirá, dar rigidez lateral y resistencia a dicha edificación y para soportar sismos; por lo que tiene cierta similitud con la albañilería confinada en cuanto a su función para dar seguridad a la edificación; sin embargo el muro de ductilidad limitada, presenta ciertos beneficios; menos espesor, más resistencia y más espacios útiles. Presenta un cimiento corrido debido a encontrarse en un suelo gravoso.

4.3.2. Predimensionamiento

A. Muro de ductilidad limitada

Los muros están propensos a fallar por fuerza cortante debido a cargas laterales. El acápite 3.2.1. “Estructuras de concreto armado” de la norma E.030, indica que con este sistema se puede construir máximo un edificio de 8 niveles.

Para predimensionar los espesores de los muros realizaremos un análisis estático para encontrar la cortante en la base y se comparara con la resistencia al corte del concreto dada por los muros de concreto, las cuales inicialmente se considerarán un espesor de 0.10m, y teniendo en cuenta la longitud total de los muros para ambas direcciones. Si la cortante en la base debido al sismo estático es menor a la resistencia al corte de los muros de concreto, se puede decir que el espesor de los muros son los necesarios.

Para el cálculo del peso de la edificación se tienen las áreas BLOQUE I=190.75m² y BLOQUE II=188.40m² y el peso de dicha edificación de una manera práctica para el Predimensionamiento se considerará 1ton/m².

Se tomará en cuenta los siguientes parámetros:

- Datos según norma E.030 “Diseño sismorresistente”
 - Z =0.45. El edificio está ubicado en la zona sísmica 4.
 - U =1. El edificio es de uso común, destinado a vivienda.
 - S =1. El edificio está ubicado sobre suelo de roca y suelo rígido.
 - C =2.5. T<Tp
 - R =4. Sistema estructural muro de ductilidad limitada.

- Calculando fuerza basal BLOQUE I:

$$V = \frac{ZUSC}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1 \times 1 \times 2.5}{4} \left(1 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \times 190.75 \text{m}^2 \times 5 \right)$$

$$V = 268.242 \text{ Ton}$$

- Calculando fuerza basal BLOQUE II:

$$V = \frac{ZUSC}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1 \times 1 \times 2.5}{4} \left(1 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \times 188.40 \text{m}^2 \times 5 \right)$$

$$V = 264.938 \text{ Ton}$$

- Calculando longitud total de muros en dirección X-X en BLOQUE I:

$$\sum \text{Longitud total de muros} = 67.29 \text{m}$$

- Calculando longitud total de muros en dirección Y-Y en BLOQUE I:

$$\sum \text{Longitud total de muros} = 65.36 \text{m}$$

- Calculando longitud total de muros en dirección X-X en BLOQUE II:

$$\sum \text{Longitud total de muros} = 76.14 \text{m}$$

- Calculando longitud total de muros en dirección Y-Y en BLOQUE II:

$$\sum \text{Longitud total de muros} = 55.34m$$

- Calculando BLOQUE I dirección X-X V_{basal}

$$\frac{V_{basal}}{\emptyset x 0.53 x b x 0.85 x \sqrt{f'c}} = L_{x,y}$$

$$\frac{V_{basal}}{0.85 x 0.53 x 0.10 x 0.85 x \sqrt{210}} = 67.29$$

$$V_{basal} = 35.14$$

- Calculando BLOQUE I dirección Y-Y V_{basal}

$$\frac{V_{basal}}{\emptyset x 0.53 x b x 0.85 x \sqrt{f'c}} = L_{x,y}$$

$$\frac{V_{basal}}{0.85 x 0.53 x 0.10 x 0.85 x \sqrt{210}} = 65.36$$

$$V_{basal} = 34.14$$

- Calculando BLOQUE II dirección X-X V_{basal}

$$\frac{V_{basal}}{\emptyset x 0.53 x b x 0.85 x \sqrt{f'c}} = L_{x,y}$$

$$\frac{V_{basal}}{0.85 x 0.53 x 0.10 x 0.85 x \sqrt{210}} = 76.14$$

$$V_{basal} = 39.77$$

- Calculando BLOQUE II dirección Y-Y V_{basal}

$$\frac{V_{basal}}{\emptyset x 0.53 x b x 0.85 x \sqrt{f'c}} = L_{x,y}$$

$$\frac{V_{basal}}{0.85 x 0.53 x 0.10 x 0.85 x \sqrt{210}} = 55.34$$

$$V_{basal} = 28.90$$

De los resultados anteriores se puede decir que los muros planteados son suficientes, sin embargo, esto no garantiza la distribución definitiva, ya que aún falta verificar la resistencia global de las estructuras, la cual se verificara más adelante.

B. Losas Macizas

Se considera el mismo criterio que para las losas macizas en el sistema de Albañilería Confinada mencionada anteriormente.

El paño más desfavorable de losa maciza se encuentra en el BLOQUE I, entre los ejes E-I, 1-3 y K-O, 1-3. La luz del paño más larga de dicho paño es de 4.65m (La cual cumple con la condición $L_{n1} = L_{n2}$), Lo cual nos da un espesor de $H = 4.65/40 = 0.116\text{m}$. Por lo tanto, se consideró un espesor de **0.15m** para las losas macizas del sistema de MDL.

4.3.3. Materiales empleados

➤ Concreto Armado

- Resistencia a la compresión $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E_c = 15000 \times \sqrt{f'_c}$ $E_c = 217\,371 \text{ kg/cm}^2$
- Deformación unitaria máxima $\epsilon_{cu} = 0.003$
- Módulo de corte $G_c = E/(2(1+\nu))$ $G_c = 90\,571 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson $\nu = 0.2$

➤ Acero Corrugado ASTM-615 – Grado 60

- Resistencia a la fluencia $f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E_c = 2000000 \text{ kg/cm}^2$
- Deformación unitaria máxima $\epsilon_{cu} = 0.0021$

4.3.4. Metrado de cargas

4.3.4.1. Pesos propios y sobrecargas

A continuación, se definen los pesos propios (volumétricos) de los materiales utilizados, y las cargas muertas y vivas empleadas, según la norma E.020 “Cargas”.

➤ Carga muerta (CM)

- Peso propio del concreto armado = 2400 kg/m^3
- Peso de acabado de piso = 100 kg/m^2

- Peso de tabiquería = 150 kg/m²

➤ **Carga viva (CV)**

- S/C entrepiso - vivienda = 200 kg/m²

- S/C Corredores y escaleras - vivienda = 200 kg/m²

- S/C Techos = 100 kg/m²

4.3.5. Análisis sísmico

4.3.5.1. Generalidades

Se consideró las mismas generalidades que se indicaron para el análisis sísmico del sistema de albañilería confinada.

4.3.5.2. Parámetros considerados para el análisis sísmico

De acuerdo a los parámetros sísmicos mencionados en el ítem 2.2.4. “Consideraciones para el análisis sísmico” del presente documento, se describe a continuación los parámetros utilizados para el análisis sísmico del BLOQUE I y BLOQUE II.

A. Zonificación (Z)

Al encontrarse el condominio en la provincia de lima, este se encuentra en la **zona 4**, por tal su factor de zona **Z** es **igual a 0.45**, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**).

B. Categoría de las Edificaciones (U)

El condominio en estudio es una edificación para vivienda, la cual se encuentra en la **Categoría C** “Edificaciones comunes”, por tal para el presente proyecto se considera un factor de uso **U** es **igual a 1.0**, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**).

C. Parámetros de sitio (S, T_P y T_L)

El perfil del suelo donde se encuentra el condominio es del tipo **suelo muy rígido (S₁)**. Al encontrarse ubicado la estructura en la zona 4, le corresponde un factor de suelo **S** **igual a 1.00**, y los parámetros **T_P** y **T_L** asociados con este tipo de suelo son de **0.4** y **2.5** respectivamente, según (**Norma Técnica Peruana E.030, 2016**).

D. Factor de amplificación sísmica (C)

Para el cálculo del factor de amplificación sísmica se considerará lo mismo que se indica para el sistema de albañilería confinada.

En dirección X-X e Y-Y, en los dos bloques, se tiene un periodo fundamental de vibración $T=0.226$, el cual es menor a $0.4 (T_P)$, por tal se considera un factor **C igual a 2.5** para las 2 edificaciones en sus 2 direcciones.

E. Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0)

Los BLOQUES I y II, en sus direcciones X-X e Y-Y, la totalidad de la rigidez y resistencia será proporcionada por muros de concreto armado, por tal de acuerdo a la tabla N° 7 “Sistemas estructurales” del artículo 3.4 “Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)”. Al ser sistemas estructurales de **Muros de Ductilidad Limitada**, les corresponden un coeficiente **R_0 igual a 4** para efectos de sismo severo.

F. Regularidad Estructural

De acuerdo a lo indicado en la norma E.030 los BLOQUES I y II, de la presente tesis se encuentran dentro de la clasificación de **Estructuras Regulares** en dirección X-X e Y-Y, por tal los factores **I_a e I_p serán igual a 1.0**, en sus dos direcciones.

G. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)

Aplicando la expresión indicada en el artículo 3.6 “Coeficiente de Reducción de las Fuerza Sísmicas” se tiene:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Donde:

R : Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

R_0 = 4.0, para efectos de sismo severo de sistemas estructurales de muros de ductilidad limitada en dirección X-X e Y-Y.

$I_a = 1.0$, no presente irregularidad en altura.

$I_p = 1.0$, no presente irregularidad en planta.

$$R = 4.0 \times 1.0 \times 1.0 = 4.0$$

Por tal, para efectos de la aplicación de la norma E.030 se considera:

En dirección X-X e Y-Y de los BLOQUES I y II, un coeficiente **R igual a 4.0.**

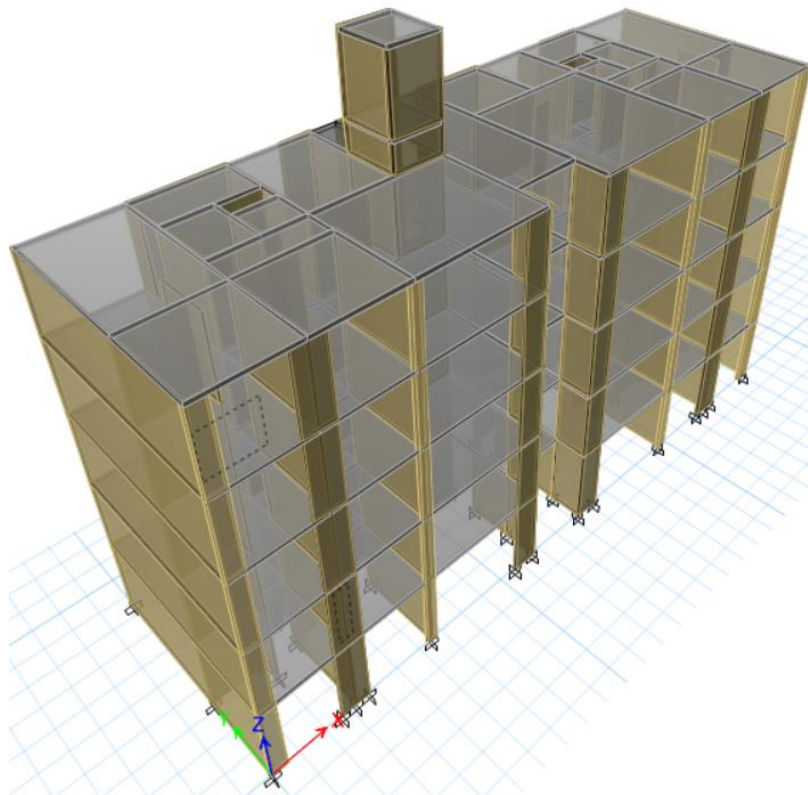
4.2.5.3. Modelo Matemático

Para la realización del modelo matemático de los BLOQUES I y II se usó el Software ETABS. Este modelo matemático servirá para realizar el análisis dinámico modal espectral y el análisis estructural. Para el modelo matemático se tuvo en cuenta las mismas consideraciones que se indicaron en el sistema de albañilería confinada.

A continuación, se muestran las vistas de los BLOQUES I y II.

BLOQUE I

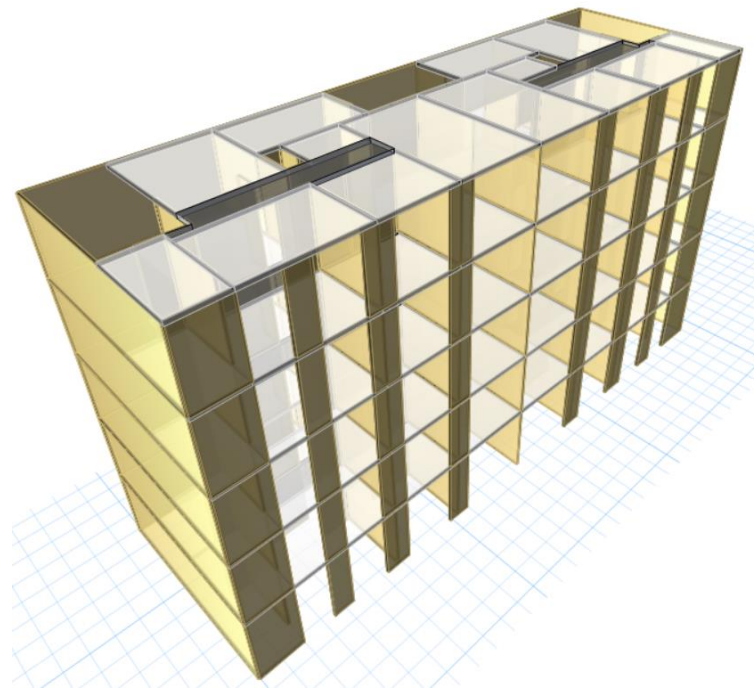
Figura 52. Modelo matemático-vista tridimensional



Fuente. Propia del Etabs.

BLOQUE II

Figura 53. Modelo matemático-vista tridimensional



Fuente. Propia del Etabs.

4.3.5.4. Peso de la Edificación, Centro de Masas y Rigideces

De acuerdo al artículo 4.3 “Estimación del Peso (P)” de la norma E.030 “Diseño sismorresistente”, el peso de una Edificación que tiene una Categoría del tipo C. El peso estará dado por la siguiente expresión:

$$P = 100\%CM + 25\%CV$$

Donde:

- p : Peso de la Edificación.
 CM : Carga muerta de la Edificación (Peso propio + Sobrecarga muerta).
 CV : Carga viva de la edificación (sobrecarga vivienda)

En el ETABS, para el modelo matemático de los BLOQUES I y II, se ingresará dicha condición en la opción “Mass Source”.

Para la ubicación en planta del centro de masas para los niveles, se toma en cuenta la masa en cada nivel y la coordenada (0,0) se encuentra ubicada en la esquina inferior izquierda de la planta del edificio.

BLOQUE I

Tabla 31. Centros de masas y rigideces del BLOQUE I

Nivel	Masa (t s ² /m)	Centro de masas		Centro de Rigideces	
		X _M (m)	Y _M (m)	X _R (m)	Y _R (m)
1ER NIVEL	19.80354	11.8776	3.7478	11.6661	5.3495
2DO NIVEL	19.36177	11.8802	3.7422	11.5957	5.5133
3ER NIVEL	19.36177	11.8763	3.7446	11.5865	5.5226
4TO NIVEL	19.36177	11.8763	3.7446	11.594	5.5032
5TO NIVEL	15.98231	11.9708	3.86	11.6019	5.4821
ASCENSOR	0.46587	9.8177	5.01	8.8603	5.0389
CTO MAQ.	0.81486	9.8627	5.01	8.3397	5.0231

Fuente: Propia a partir de los resultados de análisis dinámico

BLOQUE II

Tabla 32. Centros de masas y rigideces del BLOQUE II

Nivel	Masa (t s ² /m)	Centro de masas		Centro de Rigideces	
		X _M (m)	Y _M (m)	X _R (m)	Y _R (m)
1ER NIVEL	18.38959	11.9331	3.3311	11.93	5.8686
2DO NIVEL	17.71479	11.933	3.3325	11.9298	6.6985
3ER NIVEL	17.71479	11.933	3.3325	11.9295	7.3863
4TO NIVEL	17.71479	11.933	3.3325	11.9293	7.9392
5TO NIVEL	14.41513	11.93	3.3425	11.9293	8.2403

Fuente: Propia a partir de los resultados de análisis dinámico

4.3.5.5. Análisis Estático

El numeral 4.5.2 “Fuerza cortante en la base” del artículo 4.5 “Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes” de la norma E.030 “Diseño sismorresistente”, indica que la fuerza cortante total en la base de las estructuras, correspondiente a cada dirección (X o Y) se determinara por la siguiente expresión:

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

Donde el valor mínimo para C/R debe ser:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

De lo mencionado anteriormente, se muestra a continuación las fuerzas cortantes en la base.

BLOQUE I

Tabla 33. Cortante estático del BLOQUE I

Dirección	Z	U	C	S	R	C/R>0.125	ZUCS/R	P (ton)	V (ton)
X-X	0.45	1.00	2.50	1.00	4.00	0.63>0.125 Ok	0.281	933.12	262.44
Y-Y	0.45	1.00	2.50	1.00	4.00	0.63>0.125 Ok	0.281	933.12	262.44

Fuente: Propia

BLOQUE II

Tabla 34. Cortante estático del BLOQUE II

Dirección	Z	U	C	S	R	C/R	ZUCS/R	P (ton)	V (ton)
X-X	0.45	1.00	2.50	1.00	4.00	0.63>0.125 Ok	0.281	842.87	237.06
Y-Y	0.45	1.00	2.50	1.00	4.00	0.63>0.125 Ok	0.281	842.87	237.06

Fuente: Propia

4.3.5.6. Análisis Dinámico Modal Espectral

4.3.5.6.1. Análisis modal

Según el numeral 4.6.1 “Modos de vibración” de la norma E.030, señala que en cada dirección se consideraran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total.

BLOQUE I*Tabla 35. Periodos y masas participantes del BLOQUE I*

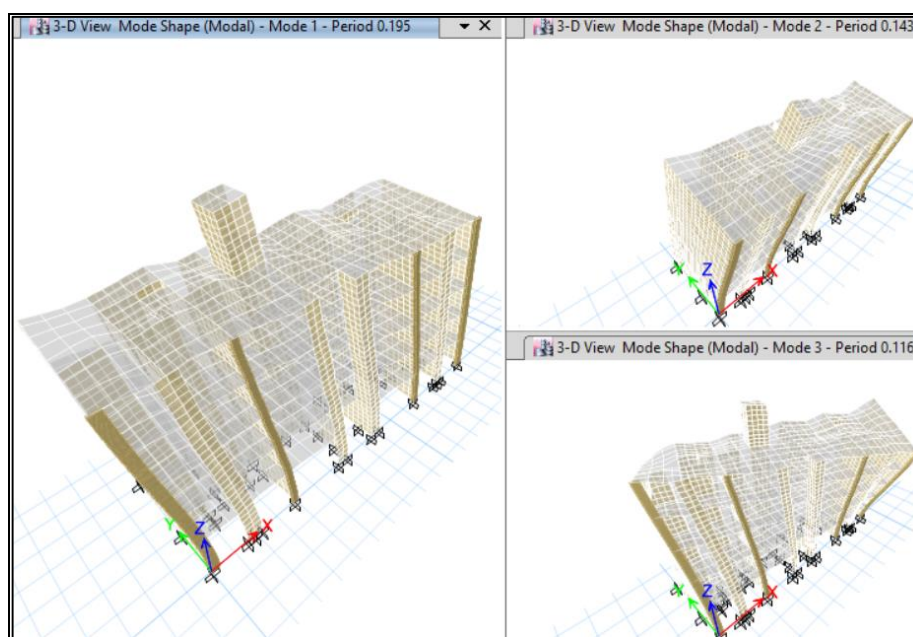
MODO	PERIODOS	PARTICIPACIÓN (PORCENTAJE)			SUMATORIA (PORCENTAJE)		
		UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
1	0.1950	71.66	0.59	0.88	71.66	0.59	0.88
2	0.1430	0.59	70.36	0.00	72.25	70.96	0.88
3	0.1160	0.86	0.00	72.02	73.10	70.96	72.90
4	0.0540	16.17	0.14	0.13	89.27	71.09	73.03
5	0.0480	0.08	3.79	0.15	89.35	74.89	73.18
6	0.0360	0.08	15.77	0.16	89.43	90.65	73.33
7	0.0320	1.16	0.07	7.37	90.59	90.72	80.70
8	0.0300	2.59	0.07	8.75	93.18	90.79	89.45
9	0.0270	0.39	0.19	0.01	93.57	90.98	89.46
10	0.0240	2.36	0.34	0.75	95.94	91.32	90.22
11	0.0210	0.36	1.94	0.03	96.30	93.26	90.25
12	0.0170	0.60	2.62	0.40	96.90	95.88	90.65
13	0.0160	1.09	1.18	0.07	97.99	97.06	90.72
14	0.0090	0.04	1.68	0.12	98.03	98.74	90.84
15	0.0070	1.14	0.04	0.00	99.16	98.78	90.84

Fuente: Propia a partir de los resultados del Etabs

De la tabla anterior se observa que en los periodos fundamentales del BLOQUE I son:

- En las direcciones X-X e Y-Y el periodo fundamental es **0.1950s** y **0.1430s**, con un porcentaje de participación de masa del **71.66%** y **70.36%** respectivamente.

A continuación, se muestran figuras de los primeros 3 modos de vibración

Figura 54. Modos de vibración del 1 al 3 del BLOQUE I

Fuente. Propia.

BLOQUE II*Tabla 36. Periodos y masas participantes del BLOQUE II*

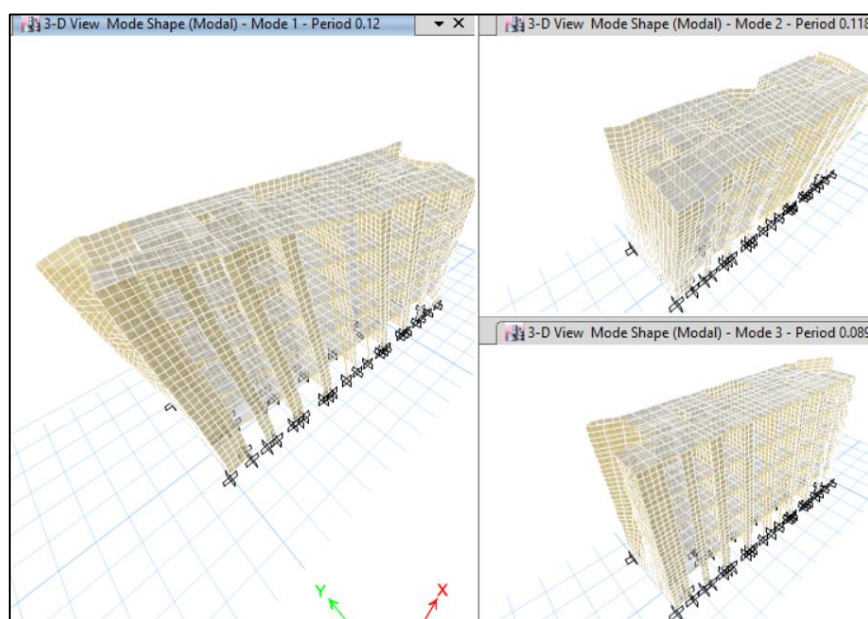
MODO	PERIODOS	PARTICIPACIÓN (PORCENTAJE)			SUMATORIA (PORCENTAJE)		
		UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
1	0.1200	51.22	0.00	23.47	51.22	0.00	23.47
2	0.1180	0.00	73.91	0.00	51.22	73.91	23.47
3	0.0890	0.88	0.00	7.74	52.09	73.91	31.22
4	0.0880	0.00	0.02	0.00	52.09	73.93	31.22
5	0.0810	0.58	0.00	0.06	52.67	73.93	31.28
6	0.0800	0.00	0.01	0.00	52.67	73.95	31.28
7	0.0660	27.64	0.00	44.97	80.31	73.95	76.25
8	0.0610	0.00	0.30	0.00	80.31	74.25	76.25
9	0.0570	0.08	0.00	0.10	80.40	74.25	76.35
10	0.0410	0.00	1.24	0.00	80.40	75.49	76.35
11	0.0360	8.15	0.00	7.44	88.55	75.49	83.80
12	0.0340	0.00	16.50	0.00	88.55	91.98	83.80
13	0.0260	4.67	0.00	1.26	93.22	91.98	85.06
14	0.0170	0.00	5.92	0.00	93.22	97.91	85.06
15	0.0160	4.94	0.00	0.54	98.16	97.91	85.60

Fuente: Propia a partir de los resultados del Etabs

De la tabla anterior se observa que en los periodos fundamentales del BLOQUE II son:

- En las direcciones X-X e Y-Y el periodo fundamental es **0.1200s** y **0.1180s**, con un porcentaje de participación de masa del **51.22%** y **73.91%** respectivamente.

A continuación, se muestran figuras de los primeros 3 modos de vibración

Figura 55. Modos de vibración del 1 al 3 del BLOQUE II

Fuente. Propia.

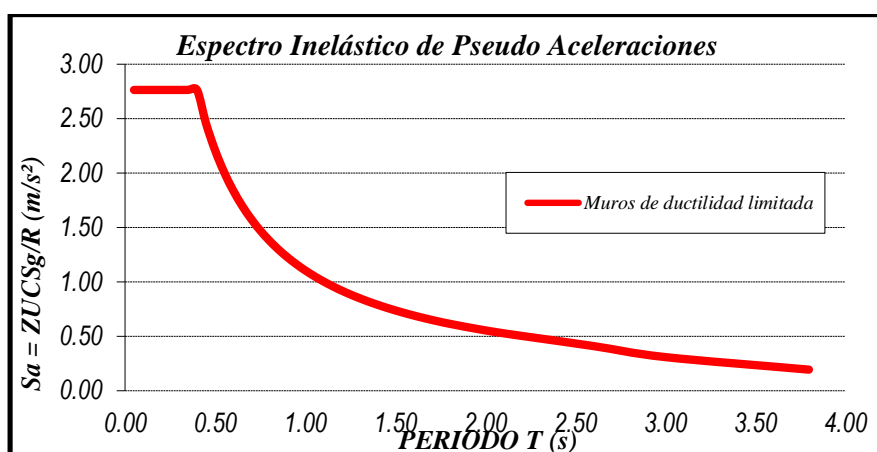
4.3.5.6.2. Aceleración Espectral

BLOQUE I y BLOQUE II

Tabla 37. Análisis modal espectral ((X-X) e (Y-Y))

DIRECCIÓN X-X e Y-Y		
Z:	0.450	Zona 4
U:	1.000	CAT. C. (Común)
S:	1.000	S1 (Muy Rígido)
RO:	4.000	Muros de Ductilidad Limitada
Ia:	1.000	No Presenta Irregularidad
Ip:	1.000	No Presenta Irregularidad
R:	4.000	Coefficiente de Reducción Sísmica

Figura 56. Espectro de diseño X-X e Y-Y, de los BLOQUES I y II.



Fuente. Propia.

Tabla 38. Valores del pseudoaceleración y período

T	Sa
0.05	2.758
0.10	2.758
0.15	2.758
0.20	2.758
0.25	2.758
0.30	2.758
0.35	2.758
0.40	2.758
0.45	2.452
0.50	2.206
0.55	2.006
0.60	1.839
0.65	1.697
0.70	1.576
0.75	1.471
0.80	1.379
0.85	1.298
0.90	1.226
0.95	1.161
1.00	1.103
1.05	1.051
1.10	1.003
1.15	0.959
1.20	0.919
1.25	0.883
1.30	0.849
1.35	0.817
1.40	0.788
1.45	0.761
1.50	0.735
1.55	0.712
1.60	0.690
1.65	0.669
1.70	0.649
1.75	0.630
1.80	0.613
2.00	0.552
2.20	0.501
2.60	0.408
3.00	0.306
3.80	0.191

4.3.5.6.3. Fuerza Cortante Mínima

Se muestran a continuación las fuerzas cortantes dinámicas en el primer entrepiso de los BLOQUES I y II, para verificar que se cumpla con la fuerza cortante mínima.

BLOQUE I

Fuerzas Resultantes en el primer entrepiso por Análisis Dinámico						
Spec	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SX	197.001	16.849	0.000	160.548	1925.430	621.009
SY	16.582	194.249	0.000	1916.777	161.044	2470.508
80% del cortante estático Dir X-X		209.95		80% del cortante estático Dir Y-Y		209.95

Del cuadro anterior se tiene:

Dirección	V(t)	0.8V(Tn)	Porcentaje
	Dinámico	Estático	
X-X	197.00	209.95	106.57%
Y-Y	194.25	209.95	108.08%

Del análisis dinámico se obtiene que la fuerza cortante en dirección X-X e Y-Y en la base, es menor que el 80% del cortante estático. Por tal, para cumplir con la fuerza cortante mínima, será necesario escalar el cortante dinámico por 1.08 en dirección X-X y por 1.10 en dirección Y-Y.

BLOQUE II

Fuerzas Resultantes en el primer entrepiso por Análisis Dinámico						
Spec	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SX	144.286	0.037	0.000	0.361	1330.639	2258.316
SY	0.037	179.900	0.000	1716.755	0.357	2267.718
80% del cortante estático Dir X-X		189.65		80% del cortante estático Dir Y-Y		189.65

Del cuadro anterior se tiene:

Dirección	V(t)	0.8V(Tn)	Porcentaje
	Dinámico	Estático	
X-X	144.29	189.65	131.44%
Y-Y	179.90	189.65	105.42%

Del análisis dinámico se obtiene que la fuerza cortante en dirección X-X e Y-Y en la base, es menor que el 80% del cortante estático. Por tal, para cumplir con la fuerza cortante mínima, será necesario escalar el cortante dinámico por 1.31 en dirección X-X y por 1.05 en dirección Y-Y.

4.3.5.6.4. Control de desplazamientos laterales y distorsiones

Se muestran a continuación los desplazamientos máximos absolutos y las distorsiones multiplicados por 0.75R, conforme a lo que se especifica en la norma E.030 para estructuras regulares.

BLOQUE I

Desplazamiento del CM x0.75R

Nivel	Load	UX*0.75R	UY*0.75R	RZ*0.75R
		cm	cm	cm
5TO NIVEL	Sx_DIN Max	1.0089	0.0726	0.0159
5TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0759	0.5565	0.0063
4TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.8067	0.0570	0.0126
4TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0606	0.4368	0.0048
3ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.5787	0.0408	0.0090
3ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.0432	0.3069	0.0036
2DO NIVEL	Sx_DIN Max	0.3447	0.0234	0.0054
2DO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0255	0.1782	0.0021
1ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.1374	0.0081	0.0021
1ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.0102	0.0675	0.0009

De la tabla obtenemos que el desplazamiento máximo absoluto del BLOQUE I en dirección X-X es de **1.01cm**, y en dirección Y-Y es de **0.56cm**.

Máximas distorsiones x 0.75R

Nivel	Load	Distorsiones X*0.75R	Distorsiones Y*0.75R
5TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00080	0.00020
5TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00008	0.00050
4TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00090	0.00022
4TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00009	0.00054
3ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.00092	0.00022
3ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.00008	0.00053
2DO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00081	0.00019
2DO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00008	0.00046
1ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.00050	0.00011
1ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.00005	0.00026

El BLOQUE I en dirección X-X e Y-Y, CUMPLEN con las máximas derivas, 0.005 (Elementos de concreto armado con muros de ductilidad limitada), Exigida por la Norma E.030.

BLOQUE II

Desplazamiento del CM x0.75R

Nivel	Caso de cargas	UX*0.75R	UY*0.75R	RZ*0.75R
		cm	cm	cm
5TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.2949	0.0001	0.0297
5TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0153	0.4191	0.0030
4TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.2445	0.0001	0.0240
4TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0120	0.3366	0.0024
3ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.1821	0.0001	0.0174
3ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.0084	0.2433	0.0018
2DO NIVEL	Sx_DIN Max	0.1143	0.0000	0.0105
2DO NIVEL	Sy_DIN Max	0.0048	0.1464	0.0012
1ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.0492	0.0000	0.0042
1ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.0018	0.0591	0.0006

De la tabla obtenemos que el desplazamiento máximo absoluto del BLOQUE II en dirección X-X es de **0.29cm**, y en dirección Y-Y es de **0.42 cm**.

Máximas distorsiones x 0.75R

Nivel	Caso de cargas	Distorsiones X*0.75R	Distorsiones Y*0.75R
5TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00026	0.00005
5TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00006	0.00034
4TO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00031	0.00005
4TO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00006	0.00038
3ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.00033	0.00003
3ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.00004	0.00039
2DO NIVEL	Sx_DIN Max	0.00031	0.00002
2DO NIVEL	Sy_DIN Max	0.00002	0.00035
1ER NIVEL	Sx_DIN Max	0.00021	0.00002
1ER NIVEL	Sy_DIN Max	0.00002	0.00024

El BLOQUE II en dirección X-X e Y-Y, CUMPLEN con las máximas derivas, 0.005 (Elementos de concreto armado con muros de ductilidad limitada), Exigida por la Norma E.030.

4.3.6. Análisis y diseño estructural

4.3.6.1. Diseño de Losas Macizas.

Como ejemplo para el diseño de losas macizas se tomó el paño ubicado entre los ejes 1-3 y K-O, del BLOQUE I.

a. Análisis estructural.

Al igual que las losas mencionadas en albañilería confinada, la combinación más desfavorable de las losas macizas será 1.4CM+1.7CV.

Para el análisis estructural de las losas aligeradas en una dirección se utilizó el software SAFE en su versión 2016.

Figura 57. Modelo matemático de losas del primer nivel BLOQUE I



Fuente: Propia del Safe

b. Diseño por flexión.

Para el cálculo de la cuantía necesaria por flexión se consideran secciones de un metro de ancho ($b=100\text{cm}$), y se usará la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{0.85 f' c . b . d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M u}{0.85 \phi f' c . b . d^2}} \right]$$

Luego de calcular el área de acero requerido por metro de ancho (A_s), se elige una sección de acero de refuerzo, y usando el área de a barra (A_b) se calcula el espaciamiento (S) con la siguiente expresión:

$$S = \frac{A_b}{A_s}$$

De acuerdo al numeral 9.7.2 del artículo 9.7 “Refuerzo por cambios volumétricos” de la norma E.060 “Concreto armado”, la cuantía mínima en losas usando barras corrugadas con f_y 4200 kg/cm^2 es de 0.0018. Por lo tanto, el acero mínimo para losas macizas se calcula de la siguiente manera:

$$A_{s_{\min}} = 0.0018 b h$$

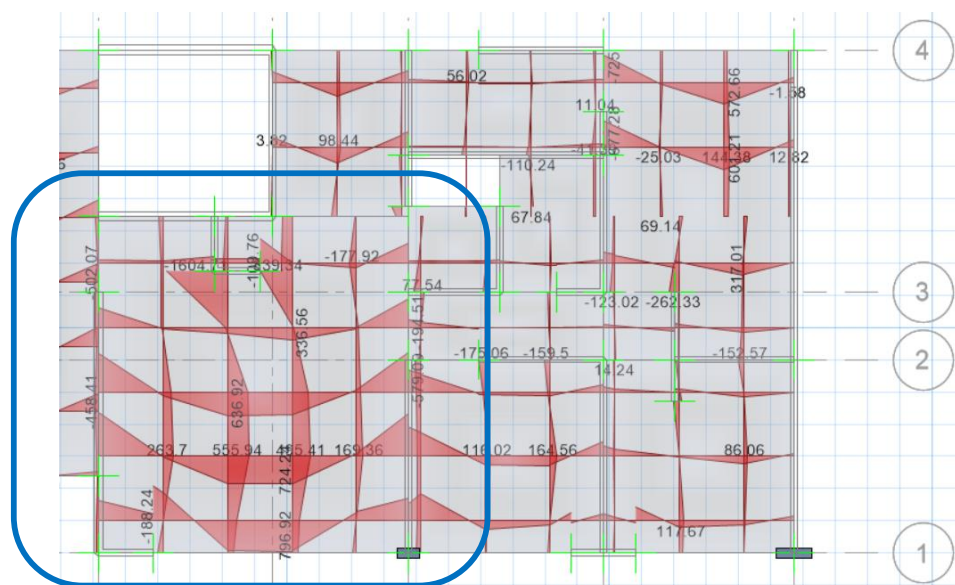
Donde b es el ancho (100cm) de la sección considerada, y h es el peralte de la losa. El refuerzo se distribuye en las dos caras de la losa, dependiendo de su peralte. Es conveniente considerar estas dos mallas como acero de refuerzo base, y colocar bastones donde se requiera mayor cantidad de refuerzo por flexión.

Los numerales 9.7.3 y 9.8.1 de la norma E.060 “Concreto armado”, indican que en losas macizas, tanto para el acero de refuerzo por contracción y temperatura, como por flexión, el espaciamiento de las barras no debe extenderse más de 3 veces el peralte de la losa, ni más de 40 cm.

De acuerdo al numeral 10.3.4 del artículo 10.3 “Principios y requisitos generales” de la norma E.060, el área de acero máxima viene dada por el límite de 75% de la cuantía balanceada. De acuerdo a esto el acero máximo estará dado por $0.0159 \times b \times d$.

Del modelo matemático obtenemos los diagramas de momento flector de las losas macizas, las cuales se muestran a continuación:

Figura 58. Diagrama de momentos de losas macizas del BLOQUE I



Fuente: Propia

De la figura mostrada anteriormente se obtienen que en la dirección X-X el momento máximo positivo es 796.92 kgf-m y el momento máximo negativo es 1117.11 kgf-m. Y en la

dirección Y-Y el momento máximo positivo es 555.94 kgf-m y el momento máximo negativo es 1604.71 kgf-m.

Con los momentos obtenidos anteriormente, y con la ayuda de una hoja de cálculo aplicando lo indicado en la norma E.060 obtenemos lo siguiente:

		Dirección X-X		Dirección Y-Y	
		As (+)	As (-)	As (+)	As (-)
b (cm)	=	100.00	100.00	100.00	100.00
h (cm)	=	15.00	15.00	15.00	15.00
d (cm)	=	12.00	12.00	12.00	12.00
Mu (kgf-m)	=	796.92	1117.11	555.94	1604.71
f'c (kg/cm ²)	=	210.00	210.00	210.00	210.00
fy (kg/cm ²)	=	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00
ø (flexion)	=	0.90	0.90	0.90	0.90
As (cm ² /m)	=	1.79	2.53	1.24	3.67
As min (cm ² /m)	=	1.35	1.35	1.35	1.35
As max (cm ² /m)	=	19.08	19.08	19.08	19.08
As Asumido	=	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
S (m)	=	0.40	0.28	0.53	0.20

En conclusión, de acuerdo al diseño por flexión se considera utilizar malla doble de ø3/8" @0.20 para la cara superior e inferior en todos los paños de losa maciza.

c. Diseño por corte.

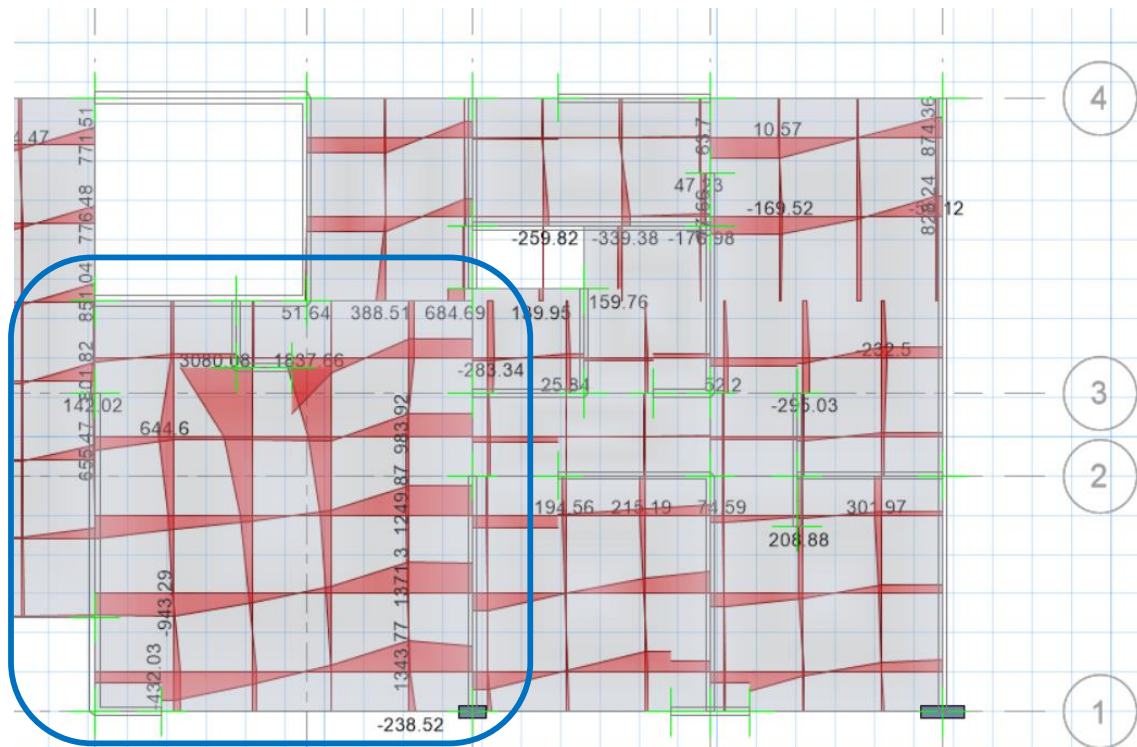
El diseño es similar al diseño de las losas aligeradas, ya que no llevan estribos, el concreto deberá tomar todos los esfuerzos que produzcan las fuerzas cortantes. La diferencia es que en la norma E.060 no se especifica el incremento del 10% que se utiliza en las losas aligeradas. Por tal la resistencia de diseño al corte estará dada por la siguiente expresión:

$$V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b_w d$$

Se deberá comprobar que la resistencia ϕV_c sea mayor que la fuerza cortante última V_u , obtenida a una distancia "d" medida desde la cara de los apoyos (V_{ud}).

De acuerdo al análisis estructural tenemos las siguientes fuerzas cortantes que se generan en la losa maciza es la siguiente.

Figura 59. Diagrama de fuerzas cortantes de losas macizas del BLOQUE I



Fuente: Propia

Según la figura anterior la fuerza cortante última máxima en las losas macizas en sus dos direcciones es de 3080.08 Kgf, verificaremos que la resistencia de diseño (V_c) sea mayor a la fuerza cortante última (V_u).

b (cm)	=	100.00	Ancho de la sección
h (cm)	=	15.00	Altura de la sección
d (cm)	=	12.00	Peralte efectivo
ϕ (corte)	=	0.85	Factor de reducción por corte
f_c (kgf/cm ²)	=	210.00	Resistencia a la compresión del concreto
V_u (kgf)	=	3080.08	Fuerza cortante máximo en el extremo
ϕV_c (kgf)	=	7834.04	Resistencia de diseño al corte
Condición	=	Cumple!	

Del cálculo anterior, observamos que la losa maciza con $h=0.15\text{m}$, cumple con los requerimientos de resistencia al corte.

4.3.6.2. Diseño de placas

El sistema de Muros de Ductilidad Limitada, se caracterizan en que la resistencia sísmica y de cargas de gravedad en las dos direcciones está dada por muros de concreto de poco espesor que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes.

a. Análisis estructural.

Para las placas, según el método de diseño por resistencia, mencionado en la norma E.060, se utilizarán las siguientes combinaciones:

Combo 1	1.4CM+1.7CV
Combo 2	1.25 (CM+CV) + CS
Combo 3	1.25 (CM+CV) - CS
Combo 4	09CM + CS
Combo 5	09CM - CS

Las placas reciben momentos en las dos direcciones X-X e Y-Y. Por tal se analiza cada dirección por separado. A diferencia de las vigas, no se trabaja con una envolvente, sino se estudia cada combinación por separado.

b. Consideraciones para el diseño de placas.

b.1. Elementos de borde o confinamiento.

Para que no sea necesario confinar los extremos de los muros, se deberá garantizar que la profundidad del eje neutro “c”, cumpla la siguiente expresión:

$$c = \frac{Lm}{600x \left(\frac{\delta m}{hm} \right)}$$

Donde:

Lm : Longitud del muro (m).

hm : Altura del muro (m).

δm : Desplazamiento del nivel más alto del muro (m).

En caso de no cumplirse la relación antes mencionada, deberán confinarse los extremos del muro, para lo cual el espesor del muro deberá aumentarse a un mínimo de 15cm, con estribos espaciados a un máximo de 12 veces el diámetro del acero vertical, pero no mayor de 20cm.

b.2. Fuerza cortante última.

La fuerza cortante última de diseño debe cumplir lo siguiente:

$$V_u \geq V_e \left(\frac{M_n}{M_e} \right)$$

Donde:

- V_u : Fuerza cortante última de diseño.
 V_e : Fuerza cortante proveniente del análisis.
 M_n : Momento nominal.
 M_e : Momento proveniente del análisis

La resistencia al corte de los muros, se podrá determinar con la siguiente expresión:

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = \phi (A_c \alpha_c \sqrt{f'c}) + \phi (A_c \rho_h f_y)$$

b.3. Refuerzo mínimo.

La cuantía mínima del refuerzo horizontal y vertical en muros de concreto será:

$$\rho_h \geq 0.0025$$

$$\rho_v \geq 0.0025$$

b.4. Muros esbeltos ($H/L \geq 1$).

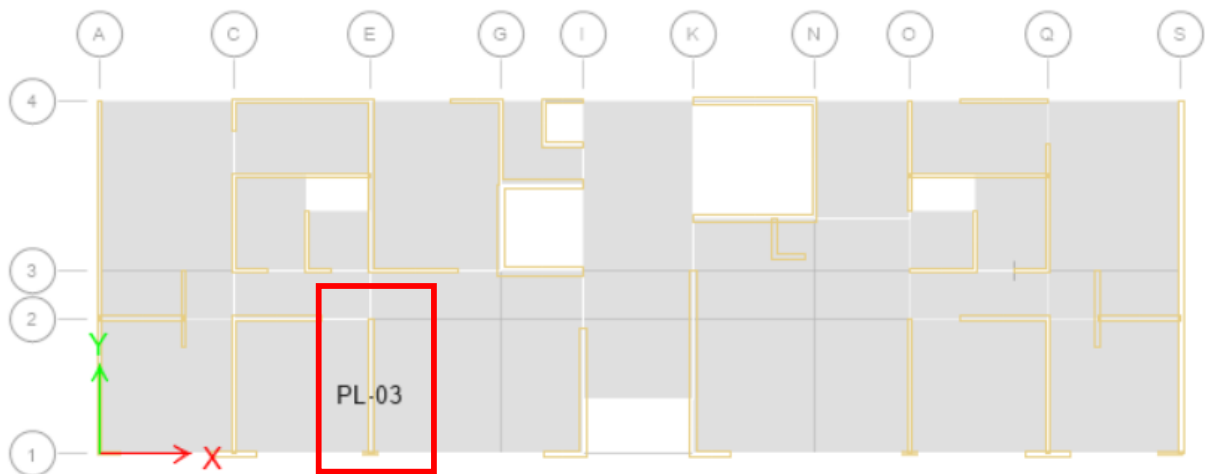
En muros esbeltos el comportamiento es similar para el caso de columnas, donde las fallas más probables son las del tipo dúctil, debido a la formación de rótulas plásticas en la base. El diseño se realizará por **flexo compresión**.

b.5. Muros bajos ($H/L \leq 1$).

En estos casos la falla más probable es del tipo frágil, por tracción diagonal del elemento, por lo tanto, la fuerza cortante gobierna el diseño. El comportamiento no corresponde a la de un elemento sometido a flexo compresión y es **semejante al de una viga de gran peralte**.

Como ejemplo se realizará el diseño de la placa PL-03, del BLOQUE I.

Figura 60. Ubicación de placa PL-03 del BLOQUE I



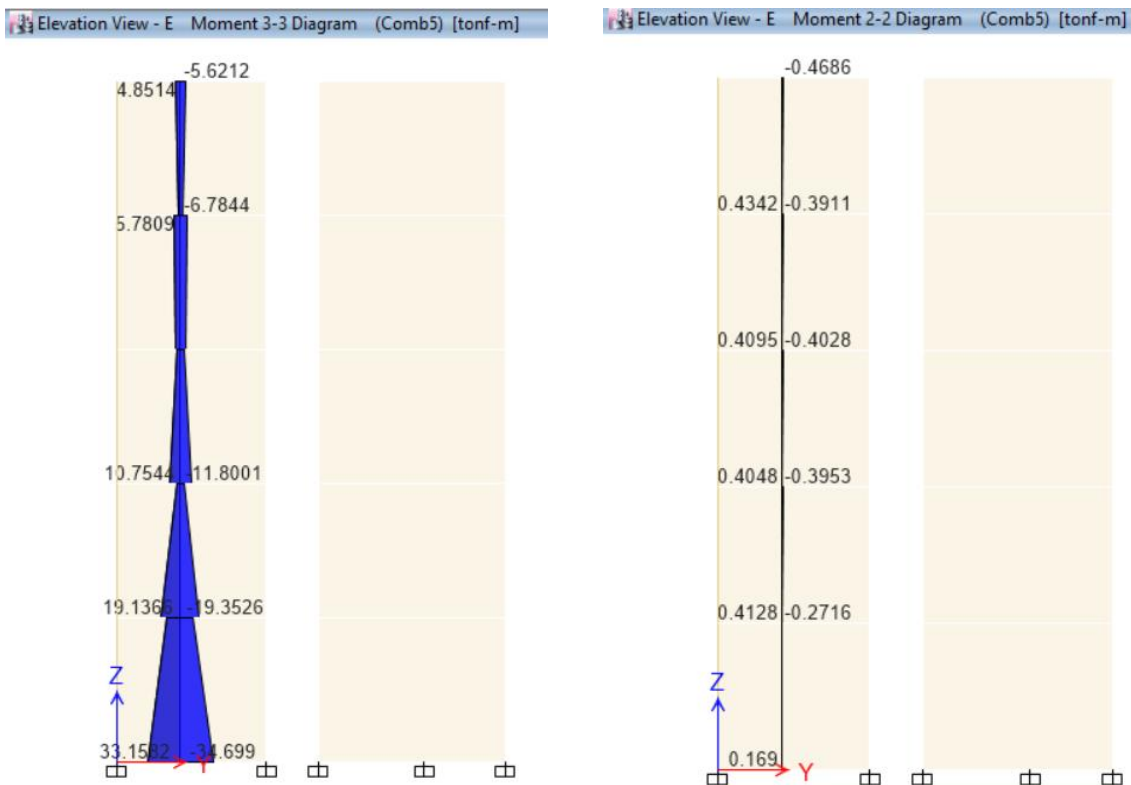
Fuente: Propia

Para el diseño de la placa se tiene que la altura de la placa es de 13.70m y su longitud es de 3.15m, por tal su relación es igual a $4.35 \geq 1$. Por tal su diseño será por flexo compresión y a corte.

c. Diseño por flexo-compresión y corte.

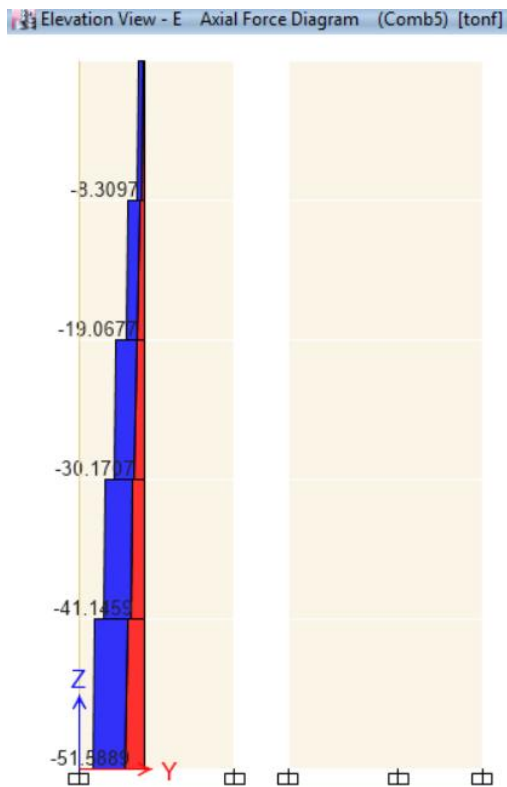
A continuación, se muestran los momentos y fuerza axial de la placa PL-03 ubicada en el eje E entre los ejes 1 y 2.

Figura 61. Diagrama de momentos en placa PL-03(comb.5)del BLOQUE I



Fuente: Propia.

Figura 62. Diagrama fuerzas axiales en placa PL-03 (Comb.5) del BLOQUE I.



Fuente: Propia.

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (m)	Centroid Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	LLRF
1ER NIVEL	PL-03	5.98	1.2329	3	0.1217	0.721

Material Properties

E_c (tonf/m ²)	f'_c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/m ²)	f_{ys} (tonf/m ²)
2173706.51	2100	1	42800	42800

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_c	Φ_v	Φ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ m	Left Y ₁ m	Right X ₂ m	Right Y ₂ m	Length m	Thickness m
Top	Leg 1	5.98	0	5.98	3	3	0.1
Bottom	Leg 1	5.98	0	5.98	3	3	0.1

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (cm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u tonf	M_{u2} tonf-m	M_{u3} tonf-m	Pier A_g cm ²
Top	9	0.0025	0.003	Comb5	50.1238	-0.3116	-13.6875	3600
Bottom	9	0.0025	0.003	Comb5	52.4102	0.0207	-35.9606	3600

Shear Design

Station Location	ID	Rebar cm ² /m	Shear Combo	P_u tonf	M_u tonf-m	V_u tonf	ΦV_c tonf	ΦV_s tonf
Top	Leg 1	2.5	Comb3	37.6954	8.8565	8.1717	28.4785	47.7385
Bottom	Leg 1	2.5	Comb3	43.4093	23.0258	7.8766	29.3356	48.5956

De la cuantía dado por el Etabs tenemos que el acero de refuerzo vertical y horizontal estará dado por $0.0025 \times 100 \times 10 = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$. Considerando $\phi 3/8''$ se tendría un espaciamiento de 20cm.

Por tal se considerara una malla simple vertical y horizontal de $\phi 3/8'' @ 20 \text{ cm}$.

d. Verificación de requerimiento de elementos de borde.

Se verificara con el programa etabs 2016 si la placa PL-03 requiere de elementos de borde y si cumple con la condición de:

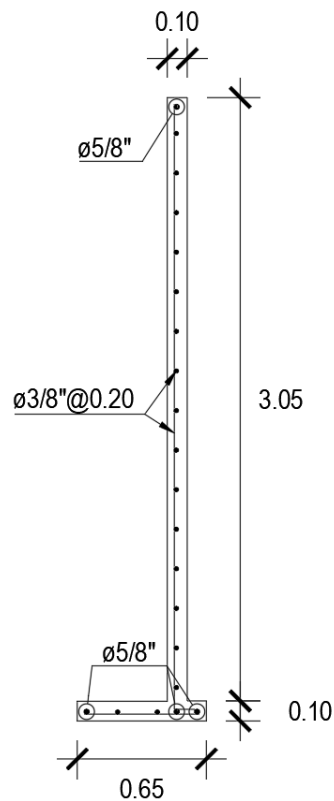
$$c = \frac{Lm}{600x \left(\frac{\delta m}{hm} \right)}$$

Boundary Element Check (ACI 21.9.6.3, 21.9.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (m)	Governing Combo	P _u tonf	M _u tonf-m	Stress Comp tonf/m ²	Stress Limit tonf/m ²	C Depth m	C Limit m
Top-Left	Leg 1	Not Required	Comb3	45.7938	-2.2202	167.45	420	0.1789	0.6667
Top-Right	Leg 1	Not Required	Comb3	45.7938	1.6572	163.69	420	0.5149	0.6667
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	Comb2	47.295	-1.3451	166.62	420	0.1823	0.6667
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	Comb2	47.295	1.7062	169.02	420	0.5247	0.6667

De acuerdo al resultado la placa PL-03 no requiere de elementos de borde, sin embargo por criterio se consideró 1 ϕ 5/8" en los extremos de las placas de muros de ductilidad limitada.

Figura 63. Diseño de placa PL-03 del BLOQUE I.



Fuente: Propia

4.3.6.3. Diseño de cimiento corrido

La cimentación es parte de la estructura que se encarga de transmitir al terreno, a través de las placas, las cargas de la edificación. Estas cargas (fuerzas axiales, cortantes y momentos) producen un esfuerzo en el terreno, el cual no deberá exceder el esfuerzo admisible del terreno.

El tipo de cimentación a usar es de cimiento corrido, ya que solo se tiene placas, estas representan cargas distribuidas y no puntuales.

Al tener cargas uniformemente distribuidas en toda la longitud de la placa desaparece el diseño de cortante en dos direcciones (punzonamiento). Solo se tendrá cortante en una dirección además de flexión en dicha dirección.

Para el dimensionamiento del ancho de la cimentación se utilizó la siguiente expresión:

$$B = \frac{PMu}{L\sigma}$$

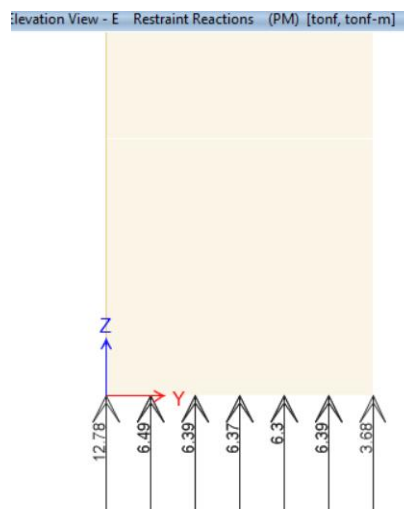
Donde:

- PMu : Carga gravitacional máxima a servicio incrementada en un 10% que representa el peso de la cimentación en si $PMu = 1.1 (CM+CV)$.
- L : Longitud del muro.
- σ : Capacidad portante neta del terreno.
- B : Ancho del cimiento corrido.

De acuerdo a la microzonificación donde se proyectan las estructuras, se considera una capacidad portante neta de 4.00 kg/cm^2 .

Para el diseño del cimiento corrido se tomará como ejemplo la cimentación de la placa PL-03 y luego se utilizará una hoja de cálculo para el diseño del cimiento corrido de todos los muros.

Figura 64. Carga a servicio (PM) de la placa PL-03.



Fuente: Propia

De acuerdo a la figura mostrada se tiene lo siguiente:

PM	=	48.39 Tonf	Carga de Servicio (CM+CV)
PMu	=	53.23 Tonf	Carga de servicio + 10%
L	=	3.00 m	Longitud del muro portante
σ_t	=	40.00 Tonf/m ²	Capacidad portante
B	=	0.44 m	Ancho de cimentación

De acuerdo al cálculo anterior se obtiene que la placa PL-03 necesita un ancho de cimiento corrido de 0.44m, pero por criterio se asume un ancho de cimentación de 0.60m.

A diferencia de los muros de albañilería, las placas por efectos del sismo, generan momentos importantes en su base, por lo que se optó por analizar el comportamiento del cimiento corrido de manera conjunta, es decir conectándose entre ellas.

a. Diseño por flexión

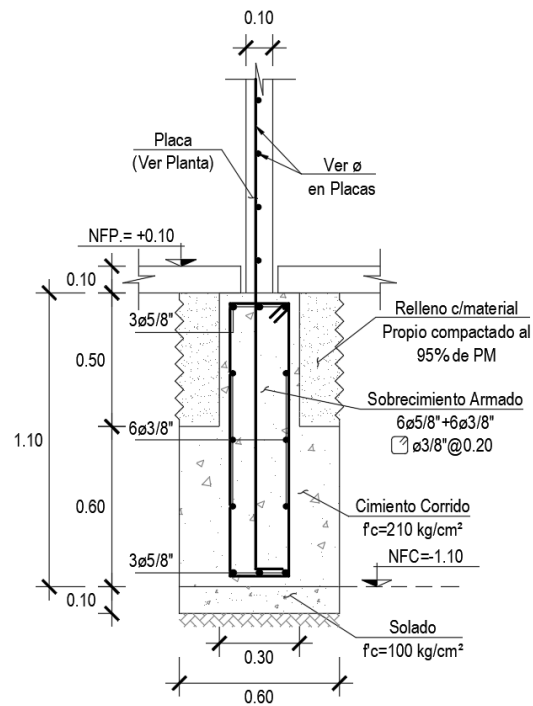
Para el diseño se considera una sección de 30cm de ancho y 110cm de altura. Se toma como ejemplo el diseño del cimiento corrido para la placa PL-03 del BLOQUE I.

Con las dimensiones antes mencionadas se obtiene un A_s min de 6.03 cm². En la siguiente tabla tenemos los siguientes resultados de diseño.

Ubicación	Momento ultimo	As requerido (cm ²)	As Asumido (cm ²)
Extremo 1	3.95	1.05	3ø5/8" Superior
Extremo 2	10.02	2.58	3ø5/8" Inferior

Se muestra a continuación el cimiento corrido calculado para el muro PL-03, del mismo modo se realizó el diseño de todos los cimientos corridos armados para la cimentación del BLOQUE I y BLOQUE II.

Figura 65. Cimiento corrido armado para la placa PL-03.



Fuente: Propia

4.3.7. Análisis económico

Para el presente análisis económico se toma los siguientes puntos para la edificación “Condominio El Pando”, para el sistema de muro de ductilidad limitada.

4.3.7.1. Planilla de Metrados

El metrado utiliza las partidas de estructura y de arquitectura sin tomar en cuenta los acabados, usando como guía el libro “Todo sobre norma técnica metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas”.

RESUMEN DE METRADOS

Proyecto : CONDOMINIO EL PANDO III ETAPA
 Ubicación : CERCADO DE LIMA
 Sub presupuesto : ARQUITECTURA
 Realizado por: HUAMÁN AROTOMA, MARÍA ISABEL

PARTIDA	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD
01	REVOQUES		
01.01	SOLA QUEO MUROS INTERIORES	m2	873.60
01.02	SOLA QUEO MUROS EXTERIORES	m2	3,283.78
01.03	SOLA QUEO LOSAS MACIZAS	m2	1,016.78
01.05	TARRAJEO ESCALERAS	m2	4.78
01.06	VESTIDURAS DERRAMES	m	288.88
02	PISOS		
02.01	CONTRAPISO	m2	486.73

RESUMEN DE METRADOS

Proyecto : CONDOMINIO EL PANDO III ETAPA

Ubicación : CERCADO DE LIMA

Sub presupue : ESTRUCTURAS

Realizado por : HUAMÁN AROTOMA, MARÍA ISABEL

PARTIDA	DESCRIPCION	UND. METRADO	
01	OBRAS PROVISIONALES		
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 3.6X2.4m	m2	1.00
01.02	CASETA P/GUARDIANIA,ALMACEN Y COMEDOR	glb	1.00
02	OBRAS PRELIMNARES		
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	600.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.01	NIVELACION DEL TERRENO	m2	600.00
03.02	EXCA VACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	193.99
03.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	38.69
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	205.75
04	CONCRETO SIMPLE		
04.01	SOLADO PARA CIMIENTOS Y ZAPATA		
04.01.01	CONCRETO 1:12,e=0.10m	m2	155.57
04.02	FALSO PISO		
04.02.01	CONCRETO 1:8 , e=0.10m	m2	486.73
05	CONCRETO ARMADO		
05.01	CIMIENTOS CORRIDOS		
05.01.01	CONCRETO EN CIMIENTO CORRIDO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	84.74
05.02	SOBRECIMENTOS ARMADOS		
05.02.01	CONCRETO EN SOBRECIMIENTO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	41.59
05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SOBRECIMIENTO	m2	278.00
05.02.03	ACERO DE REFUERZO $F_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$	kg	5754.69
05.03	ZAPATA EN CAJA ASCENSOR		
05.03.01	CONCRETO EN ZAPATA $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	4.58
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATA	m2	6.05
05.03.03	ACERO DE REFUERZO $F_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$	kg	140.24
05.04	MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA		
05.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	329.10
05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (MDL)	m2	6067.56
05.04.03	ACERO DE REFUERZO $F_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$	kg	20431.45
05.05	ESCALERAS		
05.05.01	CONCRETO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	9.08
05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	4.78
05.05.03	ACERO DE REFUERZO $F_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$	kg	662.09
05.06	LOSAS MACIZAS		
05.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	219.59
05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA	m2	1784.65
05.06.03	ACERO DE REFUERZO $F_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$	kg	45992.90
05.07	COLUMNAS		
05.07.01	CONCRETO COLUMNAS $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	9.11
05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	25.70
05.07.03	ACERO DE REFUERZO $F_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$	kg	243.97

4.3.7.2. Análisis de Costos Unitarios

Para el análisis de costos unitarios se tomó en cuenta en el mercado; a los abastecedores de materiales y equipos de construcción obteniendo así los costos actuales en el mercado, así también se utilizó como guía la Revista “Costos”, para la realización de los recursos de costos; mano de obra, materiales y equipos de construcción.

Se presentará a continuación los análisis de costos unitarios de estructura y arquitectura que son los puntos en estudio para el sistema de muro de ductilidad limitada.

Presupuesto	0102006 CONDOMINIO EL PANDO III ETAPA (MURO DUCTILIDAD LIMITADA)				Fecha presupuesto	feb-18	
Subpresupues	001 ESTRUCTURAS						
Partida	01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 3.60X2.40 m					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		1,600.74	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.96	167.68	
0101010005	PEON	hh	0.5000	4.0000	15.29	61.16	
						228.84	
	Materiales						
0201050001000	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal		0.3000	5.27	1.58	
0204120001000	CLAVOS DE 2" A 4"	kg		1.5000	2.89	4.34	
0204120004	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.9000	2.89	2.60	
0207030001	HORMIGON	m3		0.8700	32.70	28.45	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		3.0450	17.67	53.81	
0222110001	COLA SINTETICA	gal		0.4000	23.53	9.41	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		120.0000	5.50	660.00	
0262080001001	BANNER 13 ONZ 3.00X500M RESOLUCION	und		1.0000	500.00	500.00	
						1,260.19	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	228.84	6.87	
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HI	hm	0.5000	4.0000	26.21	104.84	
						111.71	
Partida	01.02	CASETA P/GUARDIANIA,ALMACEN Y COMEDOR					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		1,212.30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0290240001002	CASETA P/GUARDIANIA Y DEPOSITO	glb		1.0000	1,212.30	1,212.30	
						1,212.30	

Partida	03.01 NIVELACION DEL TERRENO						
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2	7.02		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	25.16	0.25	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	20.96	2.10	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1000	15.29	1.53	
							3.88
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.88	0.19	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PL	hm	1.0000	0.1000	29.53	2.95	
							3.14

Partida	03.02 EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTOS						
Rendimiento	m3/DIA	2.5000	EQ. 2.5000	Costo unitario directo por : m3	59.83		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.3200	25.16	8.05	
0101010005	PEON	hh	1.0000	3.2000	15.29	48.93	
							56.98
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	56.98	2.85	
							2.85

Partida	03.03 RELLENO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3	38.40		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.5333	25.16	13.42	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.29	8.15	
							21.57
Equipos							
0301010044	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	21.57	1.08	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PL	hm	0.9999	0.5333	29.53	15.75	
							16.83

Partida	03.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m3	35.32		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0200	25.16	0.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	16.99	1.70	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.4000	15.29	6.12	
							8.32
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.32	0.42	
0301160001000	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5	hm	1.0000	0.1000	174.62	17.46	
0301220009	CAMION VOLQUETE 4X2 140-210 HP 6 M3	hm	1.0000	0.1000	91.20	9.12	
							27.00

Partida	04.01.01		CONCRETO 1:12 , e=0.10 m.			
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2	14.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.96	0.84
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	16.99	0.68
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.2800	15.29	4.28
						5.80
Materiales						
0201030001000	GASOLINA 84	gal		0.2500	9.64	2.41
0207030001	HORMIGON	m3		0.0615	32.70	2.01
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0060	5.68	0.03
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1800	17.67	3.18
						7.63
Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0400	31.50	1.26
						1.26

Partida	04.02.01		CONCRETO FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON e=0.10 m			
Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2	31.64	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2725	0.0218	25.16	0.55
0101010003	OPERARIO	hh	2.7275	0.2182	20.96	4.57
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.6400	15.29	9.79
						14.91
Materiales						
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0009	34.60	0.03
0201020012	GRASA	lbs		0.0018	9.68	0.02
0201030001000	GASOLINA 84	gal		0.0273	9.64	0.26
0207030001	HORMIGON	m3		0.1300	32.70	4.25
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.5300	17.67	9.37
0272040053	REGLA DE MADERA	p2		0.0600	2.60	0.16
0290130022	AGUA	m3		0.0160	5.68	0.09
						14.18
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.91	0.45
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 Hl	hm	1.0000	0.0800	26.21	2.10
						2.55

Partida	05.01.01		CONCRETO EN CIMIENTO CORRIDO f'c=210 kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3	212.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	25.16	0.81
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.96	6.71
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.9600	15.29	14.68
						22.20
Materiales						
0207010001000	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.9000	51.61	46.45
0207010005000	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3		0.4000	25.42	10.17
0207020001000	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		5.9000	17.67	104.25
0290130022	AGUA	m3		0.2100	5.68	1.19
						183.21
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	22.20	0.44
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 H	hm	0.8000	0.2560	26.21	6.71
						7.15

Partida	05.02.01 CONCRETO EN SOBRECIMIENTO f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		407.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1001	0.0667	25.16	1.68
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	20.96	27.95
0101010004	OFICIAL	hh	1.0001	0.6667	16.99	11.33
0101010005	PEON	hh	8.0000	5.3333	15.29	81.55
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	2.0000	1.3333	20.93	27.91
						150.42
Materiales						
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0083	34.60	0.29
0201020012	GRASA	lbs		0.0167	9.68	0.16
0201030001000	GASOLINA 84	gal		0.2500	9.64	2.41
0207010001000	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.8000	51.61	41.29
0207020001000	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bo1		9.2000	17.67	162.56
0290130022	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
						228.88
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	150.42	7.52
0301290001000	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	1.0001	0.6667	5.39	3.59
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 H	hm	1.0001	0.6667	26.21	17.47
						28.58

Partida	05.02.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN SOBRECIMIENTO					
Rendimiento	m2/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2		35.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	25.16	1.26
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	20.96	10.48
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	16.99	8.50
						20.24
Materiales						
0204010001000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	3.02	0.91
0204120001000	CLAVOS DE 2" A 4"	kg		0.3300	2.89	0.95
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.1800	5.50	11.99
						13.85
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	20.24	1.01
						1.01

Partida	05.03.01 CONCRETO EN ZAPATA f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		310.51
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	25.16	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.99	5.44
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	15.29	39.14
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	2.0000	0.6400	20.93	13.40
						73.00
Materiales						
0201010023	ACEITE M.300	gal		0.0040	34.60	0.14
0201020012	GRASA	lbs		0.0080	9.68	0.08
0201030001000	GASOLINA 84	gal		0.1200	9.64	1.16
0207010001000	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8000	51.61	41.29
0207020001000	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bo1		9.2000	17.67	162.56
0290130022	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
						227.40
Equipos						
0301290001000	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 H	hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
						10.11

Partida	05.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATA					
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2	65.09	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	25.16	2.52
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.96	20.96
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	16.99	16.99
						40.47
Materiales						
0204120001000	CLAVOS DE 2" A 4"	kg		0.1500	2.89	0.43
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.0300	5.50	22.17
						22.60
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	40.47	2.02
						2.02

Partida	05.04.01 CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3	326.18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	25.16	0.81
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.96	6.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.99	5.44
0101010005	PEON	hh	7.0000	2.2400	15.29	34.25
0101010006000	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.3200	21.69	6.94
						54.15
Materiales						
0219010001001	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cn m3			1.0000	237.00	237.00
0219050001000	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO F m3			1.0200	30.00	30.60
						267.60
Equipos						
0301010045	HERRAMIENTAS MANUALES(PREMEZCI	% mo		5.0000	54.15	2.71
0301290001000	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
						4.43

Partida	05.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO(MDL)					
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2	67.62	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	25.16	1.01
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	20.96	8.38
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	16.99	6.80
						16.19
Materiales						
0204010001000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0500	3.02	0.15
0204120001000	CLAVOS DE 2" A 4"	kg		0.1700	2.89	0.49
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0125	12.00	0.15
0246250002	TUBO PVC 3/4"	und		0.1667	2.04	0.34
0267110022	CONOS PLASTICOS	und		0.1000	0.50	0.05
0290110006000	ALQUILER ENCOFRADO METÁLICO	m2		1.0000	48.00	48.00
0290180008	SEPARADORES	und		6.0000	0.24	1.44
						50.62
Equipos						
0301010045	HERRAMIENTAS MANUALES(PREMEZCI	% mo		5.0000	16.19	0.81
						0.81

Partida	06.04		TARRAJEO ESCALERAS				
Rendimiento	m2/DIA	9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2		37.05	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	20.96	18.63	
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.6667	15.29	10.19	
							28.82
Materiales							
0204120001000	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.0060	2.89	0.02	
0207020001000	ARENA FINA	m3		0.0240	38.00	0.91	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bo1		0.2570	17.67	4.54	
0272040053	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07	
0290130022	AGUA	m3		0.0055	5.68	0.03	
							5.57
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	28.82	0.86	
0301340001000	ANDAMIO DE ESCALERA	hm	0.6750	0.6000	3.00	1.80	
							2.66

Partida	06.05		VESTIDURA DERRAMES				
Rendimiento	m/DIA	18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m		15.34	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0999	0.0444	25.16	1.12	
0101010003	OPERARIO	hh	0.9999	0.4444	20.96	9.31	
0101010005	PEON	hh	0.3501	0.1556	15.29	2.38	
							12.81
Materiales							
0204120001000	CLA VOS DE 2" A 4"	kg		0.0060	2.89	0.02	
0207020001000	ARENA FINA	m3		0.0010	38.00	0.04	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bo1		0.0130	17.67	0.23	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1540	5.50	0.85	
0272040054	REGLA DE ALUMINIO	pza		0.0250	30.00	0.75	
							1.89
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	12.81	0.64	
							0.64

Partida	07.01		CONTRAPISO				
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2		35.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	25.16	0.25	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	20.96	4.19	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.2000	16.99	3.40	
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.8000	15.29	12.23	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.2500	0.1250	20.93	2.62	
							22.69
Materiales							
0201030001000	GASOLINA 84	gal		0.0300	9.64	0.29	
0207020001000	ARENA FINA	m3		0.0090	38.00	0.34	
0207020001000	ARENA GRUESA	m3		0.0600	42.29	2.54	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bo1		0.4000	17.67	7.07	
0272040053	REGLA DE MADERA	p2		0.0300	2.60	0.08	
							10.32
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.69	0.68	
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HI	hm	0.8500	0.0850	26.21	2.23	
							2.91

4.3.7.3. Presupuesto final de Obra

Alimentamos los datos de metrado en nuestra hoja de trabajo, y con dichos precios actualizados sacamos nuestro presupuesto tanto de arquitectura como estructuras.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
Presupuesto 0102006 CONDOMINIO EL PANDO III ETAPA (MURO DUCTILIDAD LIMITADA)					
Cliente ANÓNIMO					
Lugar LIMA - LIMA - LIMA					
01	OBRAS PROVISIONALES				2.813.04
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE	und	1.00	1.600.74	1.600.74
01.02	CASETA P/GUARDIANIA.ALMACEN Y COMEDOR	elb	1.00	1.212.30	1.212.30
02	OBRAS PRELIMINARES				1.818.00
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	600.00	3.03	1.818.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				24.571.21
03.01	NIVELACION DEL TERRENO	m2	600.00	7.02	4.212.00
03.02	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTOS	m3	193.99	59.83	11.606.42
03.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	38.69	38.40	1.485.70
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	205.75	35.32	7.267.09
04	CONCRETO SIMPLE				17.685.46
04.01	SOLADO PARA CIMENTOS Y ZAPATA				2.285.32
04.01.01	CONCRETO 1:12 , e=0.10 m.	m2	155.57	14.69	2.285.32
04.02	FALSO PISO				15.400.14
04.02.01	CONCRETO FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-	m2	486.73	31.64	15.400.14
05	CONCRETO ARMADO				978.304.87
05.01	CIMENTOS CORRIDOS				18.012.33
05.01.01	CONCRETO EN CIMIENTO CORRIDO f _c =210 kg/cm2	m3	84.74	212.56	18.012.33
05.02	SOBRECIMENTOS ARMADOS				50.776.13
05.02.01	CONCRETO EN SOBRECIMIENTO f _c =210 kg/cm2	m3	41.59	407.88	16.963.73
05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN	m2	278.00	35.10	9.757.80
05.02.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm2	kg	5.754.69	4.18	24.054.60
05.03	ZAPATA EN CAJA ASCENSOR				2.402.13
05.03.01	CONCRETO EN ZAPATA f _c =210 kg/cm2	m3	4.58	310.51	1.422.14
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATA	m2	6.05	65.09	393.79
05.03.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm2	kg	140.24	4.18	586.20
05.04	MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA				603.037.71
05.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 kg/cm2	m3	329.10	326.18	107.345.84
05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO(MDL)	m2	6.067.56	67.62	410.288.41
05.04.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm2	kg	20.431.45	4.18	85.403.46
05.05	ESCALERAS				7.556.11
05.05.01	CONCRETO ESCALERAS f _c =210 kg/cm2	m3	9.08	499.19	4.532.65
05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	4.78	53.54	255.92
05.05.03	ACERO CORRUGADO f _v = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	662.09	4.18	2.767.54
05.06	LOSAS MACIZAS				290.972.97
05.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS MACIZAS	m3	219.59	290.30	63.746.98
05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA	m2	1.784.65	78.35	139.827.33
05.06.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm2	kg	20.908.77	4.18	87.398.66
05.07	COLUMNAS				5.547.49
05.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS f _c =210	m3	9.11	311.32	2.836.13
05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	25.70	65.82	1.691.57
05.07.03	ACERO DE REFUERZO f _v =4.200 kg/cm2	kg	243.97	4.18	1.019.79
06	REVOQUES				54.663.74
06.01	SOLAQUEO DE MUROS EN INTERIORES	m2	3.283.78	10.02	32.903.48
06.02	SOLAQUEO DE MUROS EN EXTERIORES	m2	873.60	16.22	14.169.79
06.03	SOLAQUEO DE LOSAS MACIZAS	m2	297.60	10.02	2.981.95
06.04	TARRAJEO ESCALERAS	m2	4.78	37.05	177.10
06.05	VESTIDURA DERRAMES	m	288.88	15.34	4.431.42
07	PISOS				17.483.34
07.01	CONTRAPISO	m2	486.73	35.92	17.483.34
	COSTO DIRECTO				1.097.339.66
	GASTOS GENERALES(10%)				109.733.97
	UTILIDAD(10%)				109.733.97
	SUBTOTAL				1.316.807.60
	IGV(18%)				237.025.37
	TOTAL PRESUPUESTO				1,553,832.97

4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO

4.4.1. Análisis comparativo del análisis y diseño estructural

Parámetros		Albañilería confinada				Muro de ductilidad limitada				Comentarios
		Bloque I		Bloque II		Bloque I		Bloque II		
		X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	
Configuración estructural y Consideraciones para el Diseño	Peso de la edificación(Tn)	886.20	886.20	822.71	822.71	933.12	933.12	842.87	842.87	El sistema de muro de ductilidad limitada (MDL) presenta mayor peso.
	Configuración estructural	Estructuras Regulares				Estructuras regulares				Debido a que no presenta irregularidad en altura y planta.
	Factor de reducción(R)	3				4				El sistema MDL presenta mayor reducción de fuerzas sísmicas.
	Características de los materiales	$f'_m=65\text{kg/cm}^2$ $E_m=32500\text{kg/cm}^2$				$f'_c=210\text{kg/cm}^2$ $E_c=217371\text{kg/cm}^2$				Presenta mayor módulo de elasticidad el MDL por lo tanto presenta mayor resistencia y rigidez.
	Densidad de Muros	Se consideró muros de 13cm de espesor.				Se consideró muros de 10cm de espesor.				Se realizó el diseño de los muros de albañilería y MDL y ambos cumplieron con los espesores indicados.
	Requisitos para el diseño de muros	Fuerzas cortantes, resistencia al corte, agrietamiento diagonal				Flexo compresión y corte ($H/L \geq 1$)				Los muros de albañilería fueron diseñados por esfuerzos admisibles y los MDL fueron diseñados por resistencia última.

Análisis Estructural	Dirección de análisis	Bloque I		Bloque II		Bloque I		Bloque II		
		X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	
	Cortante estático en base V (ton)	332.33	332.33	277.67	277.67	262.44	262.44	237.66	237.66	Tanto bloque I y II, el cortante estático es mayor en albañilería confinada.
	Fuerza Cortante mínima (Cortante de diseño)	265.86	265.86	246.81	247.67	209.95	209.95	189.65	189.65	Cumple con el 80% cortante estático solo el bloque II (Y-Y) en albañilería confinada, por lo que se escaló cortante dinámica para el otro bloque I y ambos bloques para MDL.
	Desplazamiento del CM	1.79 cm	1.31cm	0.77 cm	1.13 cm	1.00 cm	0.56 cm	0.29 cm	0.42 cm	Albañilería confinada presenta mayor desplazamiento tanto bloque I Y II.
	Máximas distorsiones x0.75R	0.00167	0.00132	0.00227	0.00124	0.00092	0.00054	0.00033	0.00039	Albañilería confinada presenta mayor distorsión tanto bloque I Y II.
	Período fundamental(S)	0.2560	0.2130	0.1940	0.1970	0.1950	0.1430	0.1200	0.1180	Albañilería confinada presenta mayor período fundamental y participación de masas en su bloque I y II.
	Participación de masas (%)	76.38	74.32	56.55	78.66	71.66	70.36	51.22	73.91	

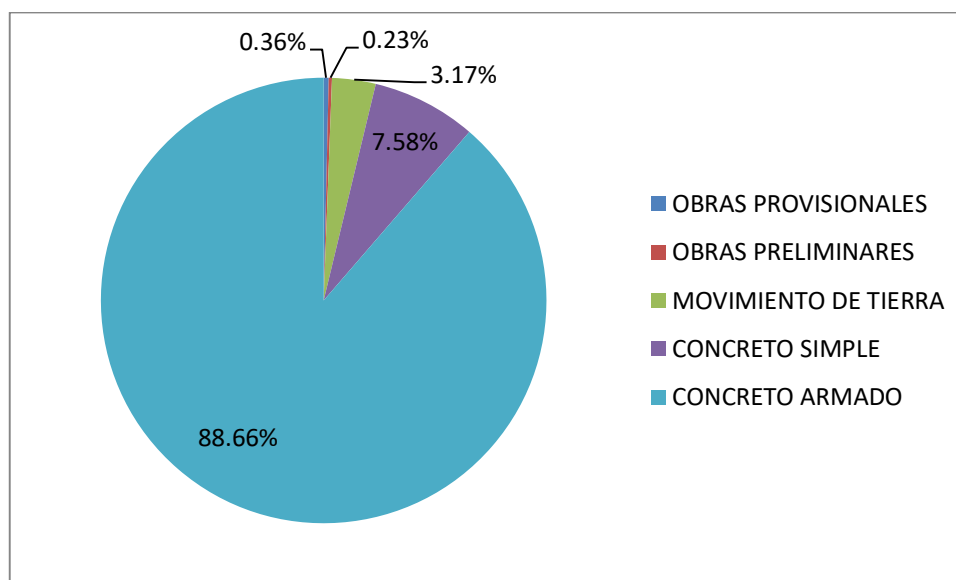
4.4.2. Análisis comparativo económico

4.4.2.1. Comparativa de partidas estructuras y arquitectura

➤ Partidas de albañilería confinada-Estructuras

PARTIDAS	SOLES
OBRAS PROVISIONALES	S/2813.04
OBRAS PRELIMINARES	S/1818.00
MOVIMIENTO DE TIERRA	S/24571.21
CONCRETO SIMPLE	S/58838.90
CONCRETO ARMADO	S/688156.42

Figura 66. Partidas albañilería confinada-Estructuras



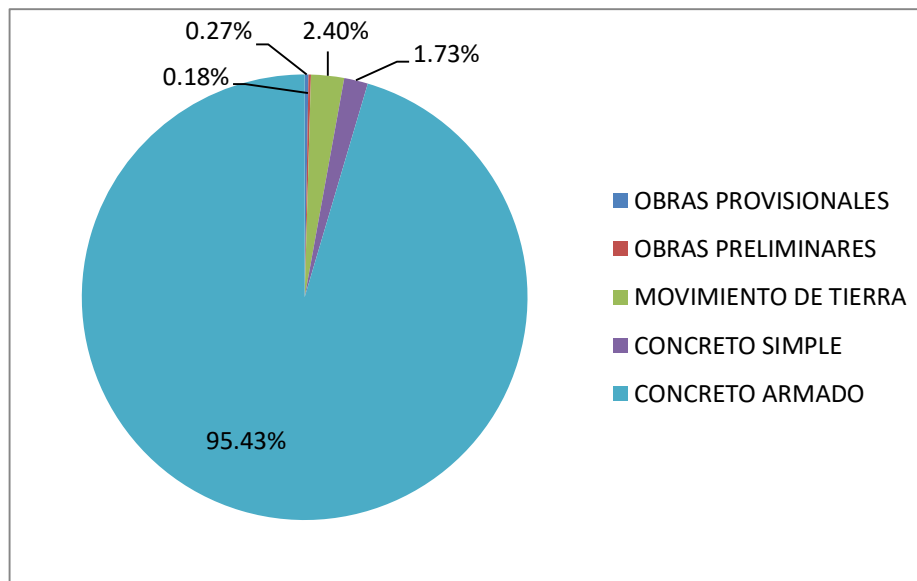
Fuente: Propia

En la presente figura 66, se puede apreciar las partidas de sistema estructural de albañilería confinada con especialidad estructuras; se compara los costos directos de dichas partidas, siendo la partida más influyente en sus costos la partida de concreto armado con un 88.66% con mayor porcentaje.

➤ **Partidas de muro de ductilidad limitada-Estructuras**

PARTIDAS	SOLES
OBRAS PROVISIONALES	S/2813.04
OBRAS PRELIMINARES	S/1818
MOVIMIENTO DE TIERRA	S/24571.21
CONCRETO SIMPLE	S/17685.46
CONCRETO ARMADO	S/978304.87

Figura 67. Partida muro de ductilidad limitada-Estructuras



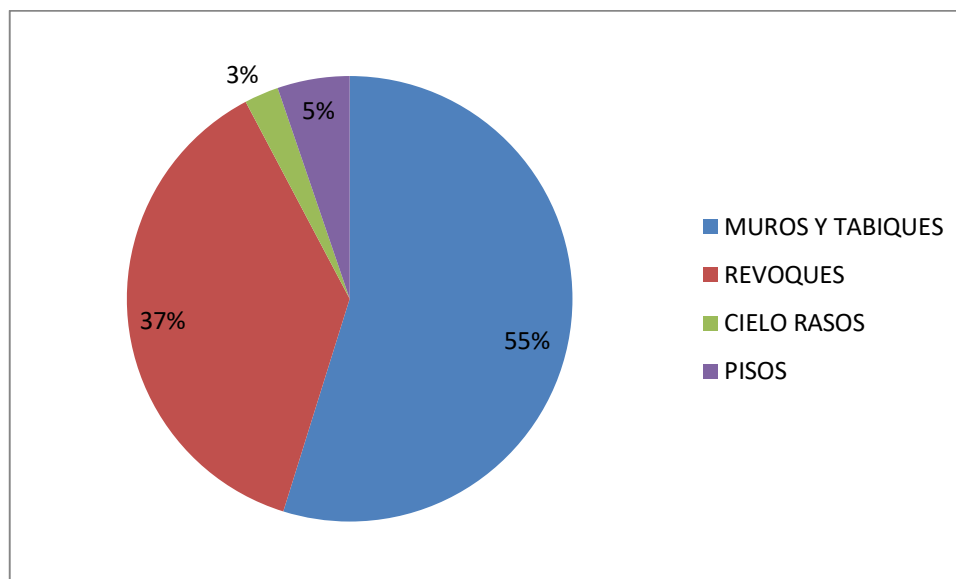
Fuente: Propia

En la presente figura 67, se puede apreciar las partidas de sistema estructural de muro de ductilidad limitada con especialidad estructuras; se compara los costos directos de dichas partidas, siendo la partida más influyente en sus costos la partida de concreto armado con un 95.43% con mayor porcentaje.

➤ **Partidas de albañilería confinada-Arquitectura**

PARTIDAS	SOLES
MUROS Y TABIQUES	S/182949.83
REVOQUES	S/124980.88
CIELO RASOS	S/8323.87
PISOS	S/17483.34

Figura 68. Partidas de albañilería confinada- Arquitectura



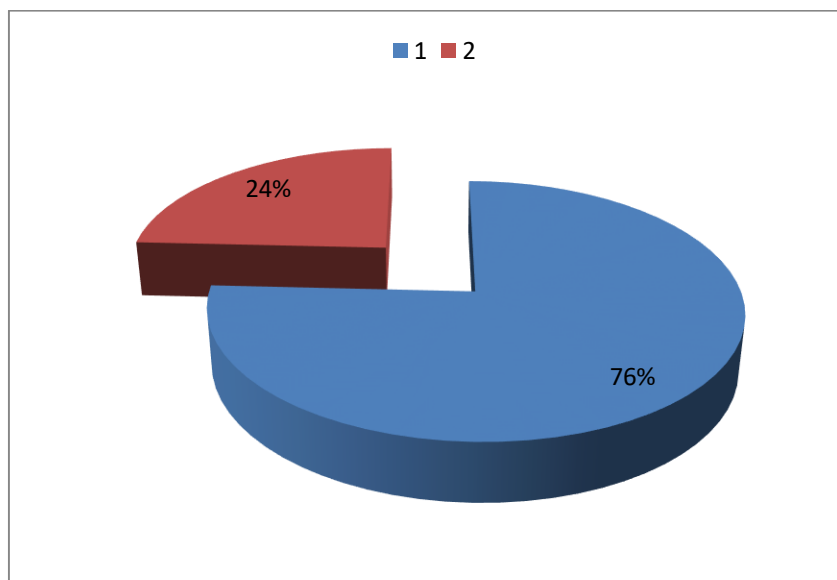
Fuente: Propia

En la presente figura 68, se puede apreciar las partidas del sistema estructural de albañilería confinada con especialidad arquitectura; se compara los costos directos de dichas partidas, siendo la partida más influyente en sus costos la partida de muros y tabiques con un 55% con mayor porcentaje.

➤ **Partidas de muro de ductilidad limitada-Arquitectura**

	PARTIDAS	SOLES
1	REVOQUES	S/54663.74
2	PISOS	S/17483.34

Figura 69. Partidas de muro de ductilidad limitada-Arquitectura



Fuente: Propia

En la presente figura 69, se puede apreciar las partidas del sistema estructural de muro de ductilidad limitada con especialidad arquitectura; se compara los costos directos de dichas partidas, siendo la partida más influyente en sus costos la partida los revoques con un 76% con mayor porcentaje.

4.4.2.2. Cuadros comparativos albañilería confinada y muro de ductilidad limitada

COSTOS DIRECTOS

SISTEMA ESTRUCTURAL	SOLES
ALBAÑILERÍA CONFINADA	S/1109935.49
MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA	S/1097339.66

- Según el presente cuadro comparativo de costos directos el muro de ductilidad limitada tiene menor costo.

PRESUPUESTO FINAL DE OBRA

SISTEMA ESTRUCTURAL	SOLES
ALBAÑILERIA CONFINADA	S/1,571668.66
MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA	S/1,553832.97

- Según el presente cuadro comparativo de presupuesto final de obra el muro de ductilidad limitada tiene menor costo.

MUROS

SISTEMA ESTRUCTURAL	SOLES
MURO LADRILLO K-K SOGA	S/182949.83
MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA	S/603037.71

- Según el presente cuadro comparativo de muros su muro de ductilidad limitada tiene mayor costo, diferenciándose en un 69.66%.

LOSAS DE ENTREPISO

SISTEMA ESTRUCTURAL	SOLES
ALBAÑILERIA CONFINADA	S/258400.98
MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA	S/290972.97

- Según el presente cuadro comparativo de losas de entrepiso su muro de ductilidad limitada tiene mayor costo, diferenciándose en un 11.19%.

CIMENTACIÓN

SISTEMA ESTRUCTURAL	SOLES
ALBAÑILERIA CONFINADA	S/61241.03
MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA	S/71190.59

- Según el presente cuadro comparativo de cimentación su muro de ductilidad limitada tiene mayor costo, diferenciándose en un 13.98%.

Tabla 39. Cuadro comparativo de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada

Item	PARTIDAS MURO DUCTILIDAD LIMITADA	COSTO S/.	PARTIDAS ALBAÑILERIA CONFINADA	COSTO S/.
01	OBRAS PROVISIONALES	2,813.04	OBRAS PROVISIONALES	2,813.04
02	OBRAS PRELIMINARES	1,818.00	OBRAS PRELIMINARES	1,818.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	24,571.21	MOVIMIENTO DE TIERRAS	24,571.21
04	CONCRETO SIMPLE	17,685.46	CONCRETO SIMPLE	58,838.90
05	CONCRETO ARMADO	978,304.87	CONCRETO ARMADO	688,156.42
06	REVOQUES	54,663.74	REVOQUES	124,980.88
07	PISOS	17,483.34	PISOS	17,483.34
08			MUROS Y TABIQUES	182,949.83
09			CIELO RASOS	8,323.87
	COSTOS DIRECTOS	1,097,339.66	COSTOS DIRECTOS	1,109,935.49
	GASTOS GENERALES (10%)	109,733.97	GASTOS GENERALES (10%)	110,993.55
	UTILIDAD (10%)	109,733.97	UTILIDAD (10%)	110,993.55
	SUBTOTAL	1316.807.60	SUBTOTAL	1,331,922.59
	IGV (18%)	237,025.37	IGV (18%)	239,746.07
	TOTAL PRESUPUESTO	1,553,832.97	TOTAL PRESUPUESTO	1,571,668.66

Fuente: Propia

Según el cuadro comparativo general presentado, el sistema estructural de muro de ductilidad limitada es el más económico, en un 1.13% menor que el sistema de albañilería confinada, tanto en sus costos directos, como presupuesto total, para construcción del condominio El Pando.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

De acuerdo al tema de investigación estudiado, influenciará en su análisis económico y escoger el mejor sistema estructural.

Según su análisis económico, por medio de la actualización de análisis de costos unitarios, metrado y la realización de presupuesto final de obra, cuyo resultado son los siguientes:

- Según los resultados losas de entepiso el muro de ductilidad limitada tiene mayor costo frente la losa aligerada, diferenciándose en un 11.19%.
- Según los resultados de muros entre muro de ductilidad limitada tiene mayor costo frente al muro ladrillo K-K sogá, diferenciándose en un 69.66%.
- Según resultados obtenidos del cuadro comparativo de cimentación en muro de ductilidad limitada tiene mayor costo, diferenciándose en un 13.98%.
- Según el cuadro comparativo general presentado, el sistema estructural de muro de ductilidad limitada es el más económico, en un 1.13% menor que el sistema de albañilería confinada, tanto en sus costos directos, como presupuesto total, para construcción del condominio El Pando.
- Según la tesis (Zavaleta. L.) “Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Trujillo”, en el que coincide que el sistema de muro de ductilidad limitada es de menor costo.

En cuanto a escoger el mejor sistema estructural, por medio de su respuesta sísmica, análisis y diseño estructural a través de los resultados.

- Según sus máximas distorsiones obtenidas, como respuesta última a su análisis sísmico, en ambos sistemas estructurales son menores, como bloque I y bloque II, que la máxima distorsión permitida de 0.005, por lo que cumple con la norma E.030, por lo tanto ambos sistemas son seguros.

CONCLUSIONES

1. Los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen de forma positiva en la construcción del condominio El Pando para elegir el mejor sistema estructural y a un menor costo, ambas cumplen en presentar buen comportamiento estructural según RNE y menor costo es el sistema estructural muro de ductilidad limitada en un 1.13% frente albañilería confinada para la construcción de un condominio de 5 niveles.
2. Si se conoce el análisis estructural del sistema de albañilería confinada entonces se conoce el mejor sistema estructural y a un menor costo. De los resultados obtenidos, de acuerdo a sus máximas distorsiones; son menores a lo estipulado en la Norma E.030, de 0.005 siendo un buen sistema estructural, por medio del análisis económico la comparativa de partidas en estructuras, el concreto armado, es el más influyente en su costo directo, en el caso de arquitectura, su partida más influyente en costos directos es muros y tabiques, siendo de mayor costo albañilería confinada.
3. Si se conoce el análisis estructural del sistema de muro de ductilidad limitada entonces se conocerá el mejor sistema estructural y a un menor costo. De los resultados obtenidos, de acuerdo a sus máximas distorsiones; son menores a lo estipulado en la Norma E.030, de 0.005 siendo un buen sistema estructural, por medio del análisis económico la comparativa de partidas en estructuras, el concreto armado, es el más influyente en su costo directo, en el caso de arquitectura, su partida de mayor influencia en costos directos son los revoques, siendo de menor costo el muro de ductilidad limitada.

4. A mayores diferencias y similitudes de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada mayores resultados según sus respuestas símicas y diseño estructural. Según sus diferencias, la resistencia y rigidez de los materiales empleados en los muros de ductilidad limitada (Concreto armado) son mayores a los materiales empleados en los muros de albañilería confinada (unidades de albañilería). Según sus similitudes, los sistemas estructurales se utilizan para edificaciones de vivienda con espacios reducidos. Según los resultados obtenidos las máximas distorsiones del sistema de albañilería confinada para el Bloque I, en dirección; X-X es (0.00167); para Y-Y es (0.00132) para el Bloque II dirección X-X (0.00227); para Y-Y es (0.00124); para el sistema de muro de ductilidad limitada para el Bloque I en dirección X-X (0.00092); para Y-Y (0.00054); para el Bloque II en dirección X-X (0.00033) y en dirección Y-Y (0.00039), los cuales ambos sistemas cumplen con la norma E0.30 de límites para distorsión de entrepiso.

RECOMENDACIONES

1. Puesto que ambos sistemas presentan un buen comportamiento estructural, se recomienda que la elección de qué sistema utilizar en la construcción de un condominio de 5 niveles quede a criterio del profesional responsable de acuerdo a su experiencia, necesidades o requerimientos; apoyándose en los resultados expuestos en la presente tesis.
2. Para albañilería confinada, se recomienda el uso de losas aligeradas en una y dos sentidos ya que son más económicas.
3. Para el sistema estructural de muro de ductilidad limitada, su arquitectura no debe incluir estacionamientos ni sótanos, dentro de la edificación, ya que requieren de mayor espacio por lo que sería otro sistema estructural y no cumpliría con el sistema mencionado.
4. Se recomienda conocer las diferencias y similitudes de los sistemas estructurales para conocer el comportamiento de dicha estructura. El número de pisos máximos para una edificación de albañilería confinada es de cinco pisos y para muro de ductilidad limitada es de ocho pisos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Bibliográficas**

[1] San Bartolomé A., Quiun D.& Silva W. (2014). Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, pp 193-292.

[2] Blanco A. (1994). Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú, pp 1-14.

[3] San Bartolomé A.. (1993). Albañilería confinada. Lima, Perú: Colegio de ingenieros del Perú, pp 41-61.

[4] Abanto F. (2017). Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima, Perú: Editorial San Marcos, pp 129-155.

[5] San Bartolomé A.. (1994). Construcciones de Albañilería. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, pp 67-104.

[6] Sencico. (2016). Reglamento Nacional de edificaciones E.030; E.070 y E.020.

- **Páginas Web**

[1] “Muro de ductilidad limitada: proceso constructivo, ventajas” <https://prezi.com/1-5s2trnhmxu/muros-de-ductilidad-limitada-proceso-constructivo-ventajas/> Visitado el día 10 de Enero del 2018.

[2] “Sistema de muros de ductilidad limitada” <https://prezi.com/xjyxcykvzzyy/sistema-de-muros-de-ductilidad-limitada/> Visitado el día 11 de Enero del 2018.

[3] “Edificios de muros delgados de concreto armado” <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=7> Visitado el día 16 de Diciembre del 2018.

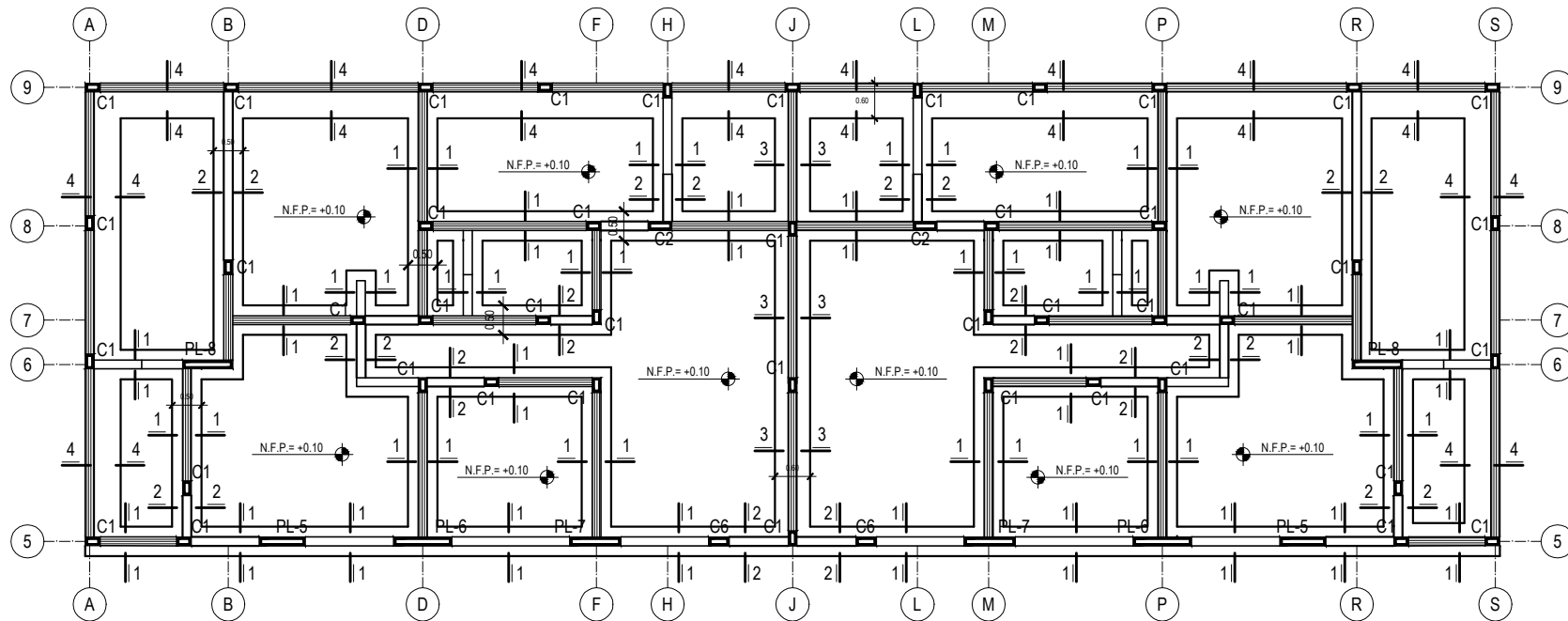
ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE ,INDICADORES Y DIMENSIONES (GENERAL)	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿De qué manera el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen en la construcción del condominio El Pando?</p>	<p>Objetivo general Determinar como el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influyen en la construcción del condominio El Pando.</p>	<p>Hipótesis general Los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada influirán de forma positiva en la construcción del condominio El Pando para elegir el mejor sistema estructural y a un menor costo.</p>	<p>Variable independiente Albañilería confinada y muro de ductilidad limitada. Indicador -Sistema estructural. -Elementos estructurales. -Cargas gravitacionales y cargas laterales - Tipo de suelo Dimensiones -Análisis y diseño estructural -Modelo estructural</p>	<p>Tipo de investigación Aplicada Nivel de investigación Descriptivo, explicativo y correlacional. Diseño de investigación Diseño no experimental y transversal Población La población son los sistemas estructurales utilizados para viviendas unifamiliares como viviendas multifamiliares, encontramos en la norma E0.30 “Reglamento Nacional de Edificaciones” del Perú los cuales son: acero, madera, muro ductilidad limitada, madera, albañilería armada, albañilería confinada, etc, del condominio El Pando.</p>
<p>Problemas específicos ¿De qué manera el análisis estructural del sistema de albañilería confinada influye en la construcción del condominio El Pando?</p>	<p>Objetivos específicos Demostrar como el análisis estructural del sistema de albañilería confinada influye en la construcción del condominio El Pando.</p>	<p>Hipótesis específicos Si se conoce el análisis estructural del sistema de albañilería confinada entonces se conocerá el mejor sistema estructural y a un menor costo</p>	<p>Variable dependiente Construcción de un condominio. Indicador -Comparación de costos. Dimensiones -Análisis económico.</p>	<p>Muestra: El tipo de muestreo es no probalístico o intencional, por conveniencia, conformado por: albañilería confinada y muro de ductilidad limitada del mismo condominio.</p>
<p>¿De qué manera el análisis estructural del sistema de muro de ductilidad limitada influye en la construcción del condominio El Pando?</p>	<p>Demostrar como el análisis estructural del sistema de muro de ductilidad limitada influye en la construcción del condominio El Pando.</p>	<p>Si se conoce el análisis estructural del sistema de muro de ductilidad limitada entonces se conocerá el mejor sistema estructural y a un menor costo.</p>		
<p>¿Cuáles son las diferencias y similitudes de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada según sus respuestas sísmicas y diseño estructural?</p>	<p>Precisar las diferencias y similitudes de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada según sus respuestas sísmicas y diseño estructural.</p>	<p>A mayores diferencias y similitudes de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada mayores resultados según sus respuestas sísmicas y diseño estructural.</p>		

ANEXO 2

PLANOS



CIMENTACIÓN - BLOQUE II

NFP = +0.10

ESC: 1/75

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PERUANA
LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA
Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

ALBAÑILERIA CONFINADA -CIMENTACIÓN -BLOQUE II

LAMINA:

E-01

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

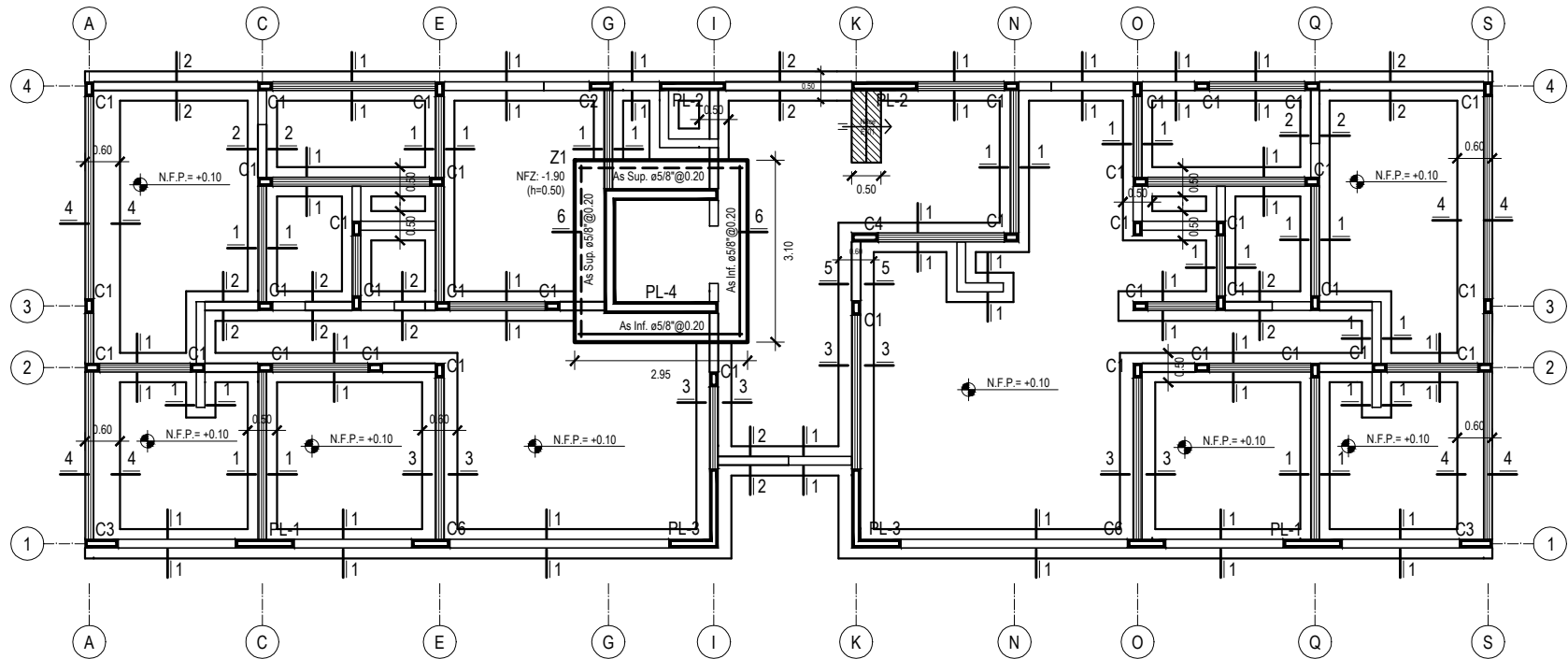
MAYO 2018

DIBUJO:

MIHA

UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA



CIMENTACIÓN - BLOQUE I

NFP = +0.10

ESC: 1/75

UNIVERSIDAD:

**UNIVERSIDAD PERUANA
LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA
Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

ALBAÑILERÍA CONFINADA-CIMENTACIÓN BLOQUE I

LAMINA:

E-02

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

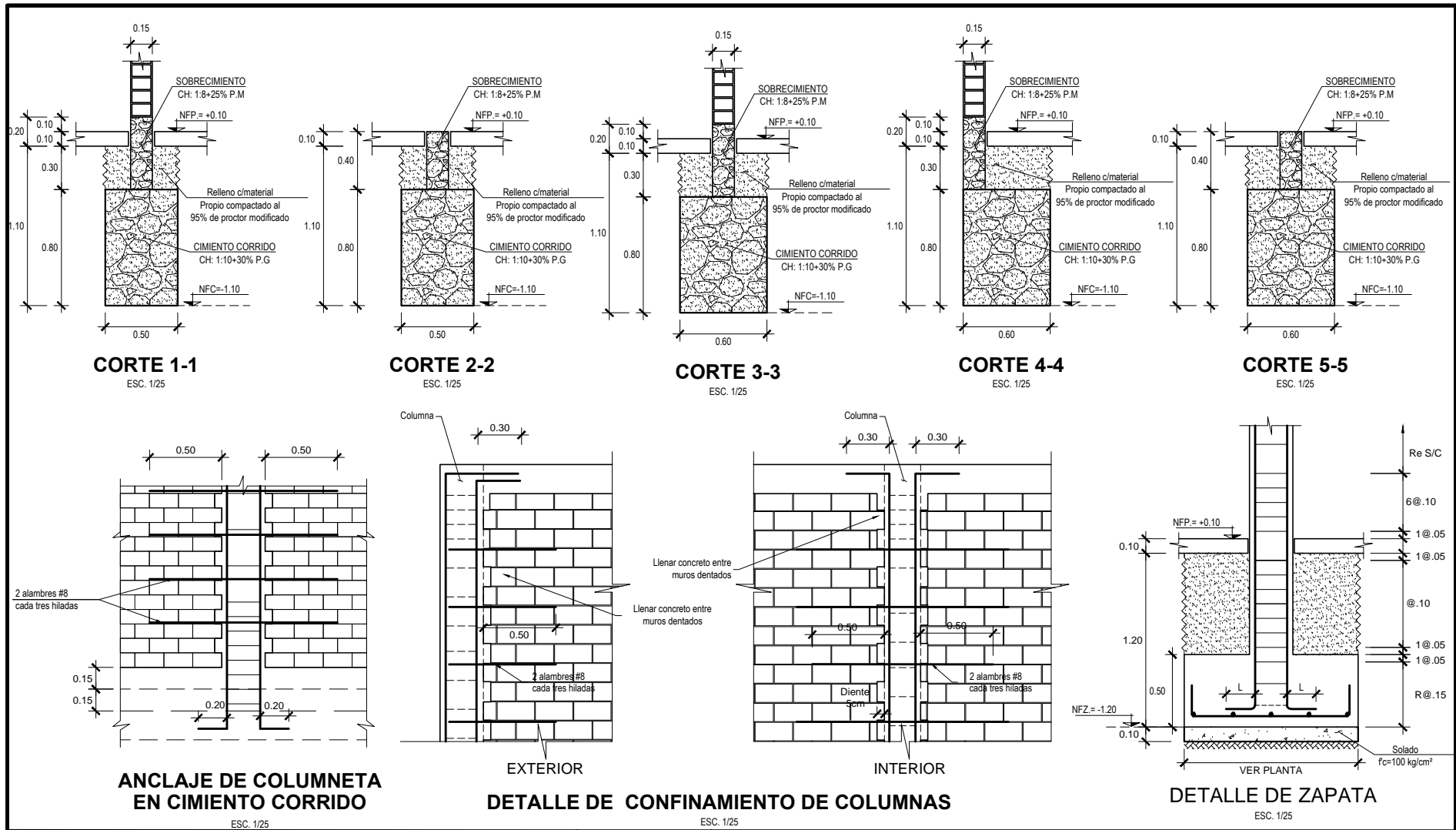
MAYO 2018

DIBUJO

MIHA

UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA

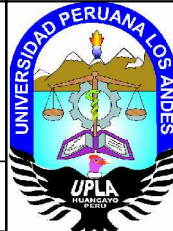


UNIVERSIDAD:

**UNIVERSIDAD PERUANA
LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

ALBAÑILERÍA CONFINADA-CORTES DE CIMENTACIÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

MAYO 2018

DIBUJO:

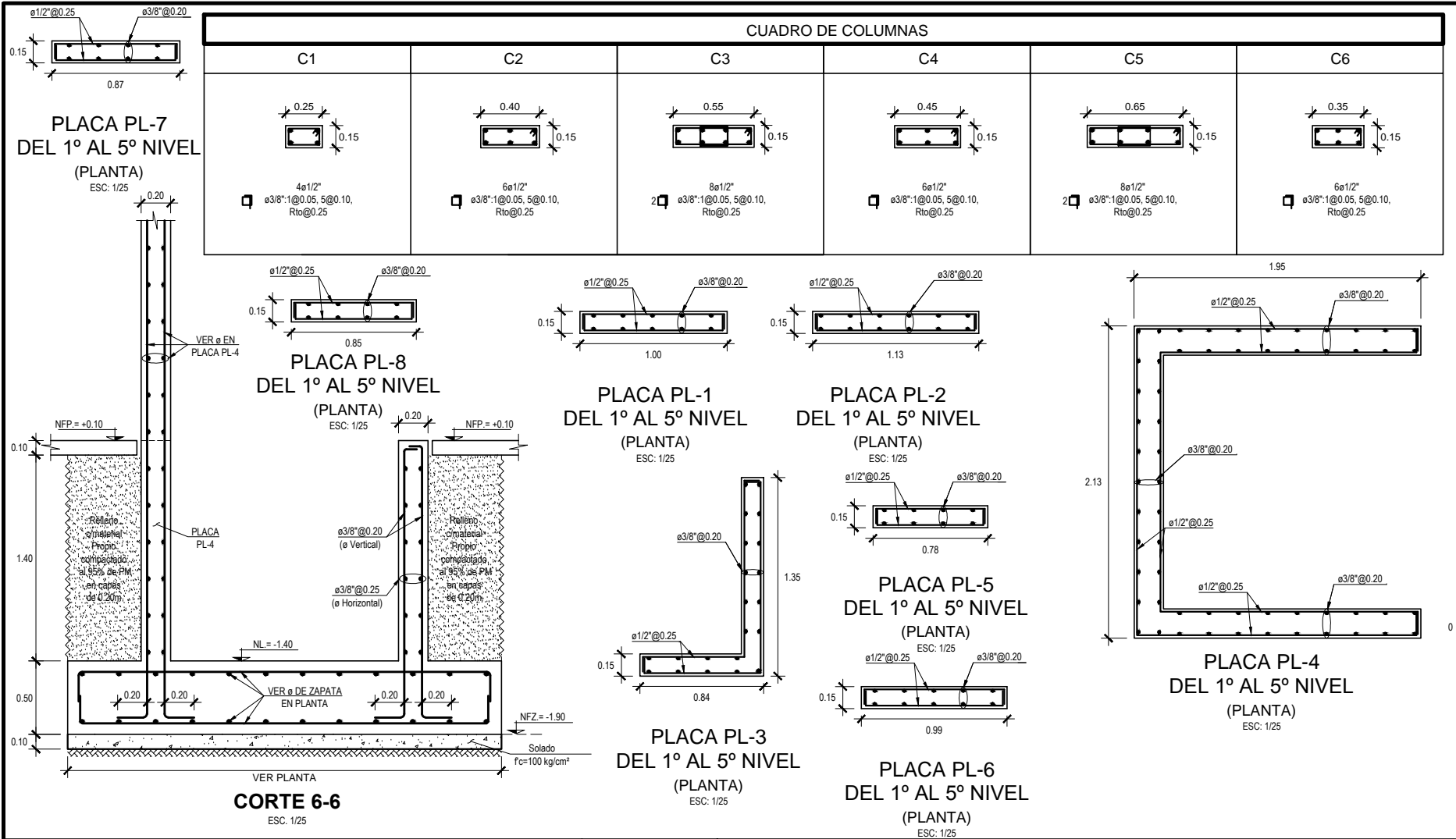
MIHA

UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA

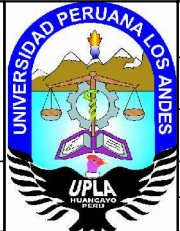
LAMINA:

E-03



UNIVERSIDAD:
**UNIVERSIDAD PERUANA
 LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:
INGENIERIA CIVIL



TESIS: **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO**

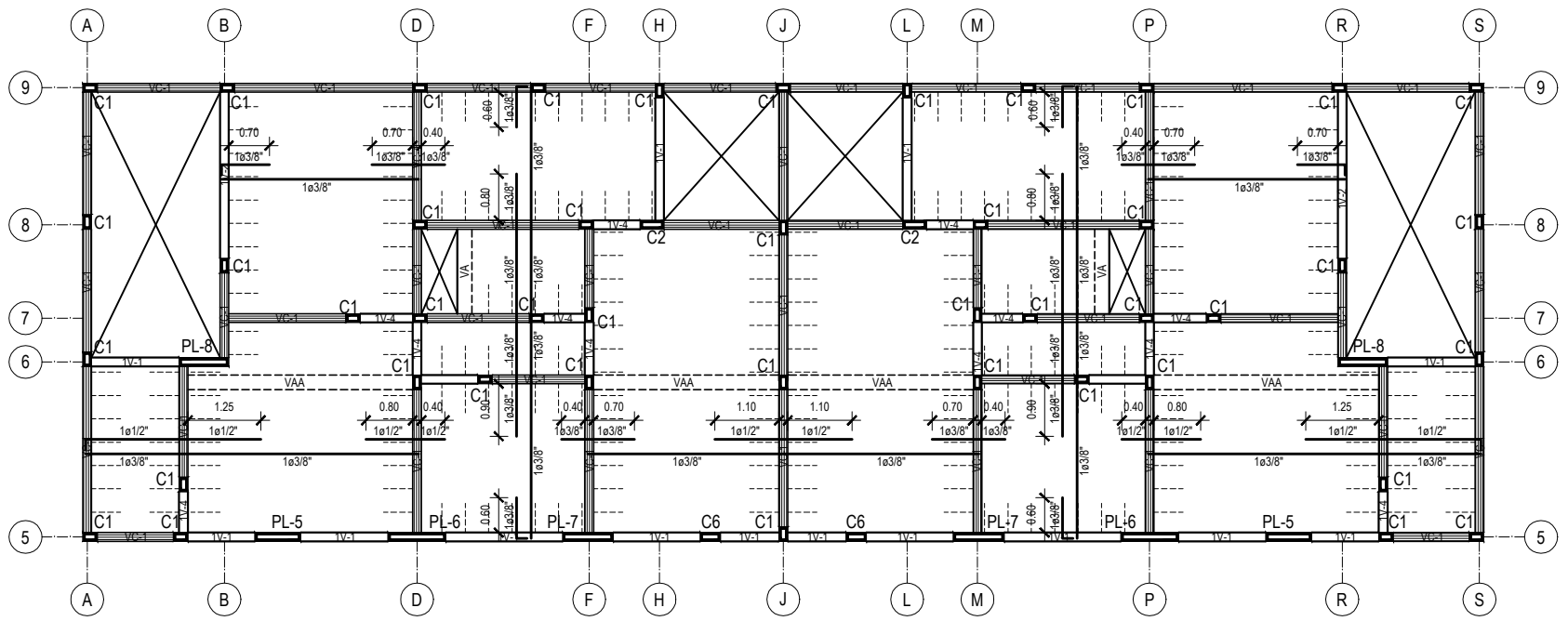
RESPONSABLE: **BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA**

PLANO: **ALBAÑILERÍA CONFINADA-CORTES DE CIMENTACIÓN**

LAMINA: **E-04**

LINEA DE INVESTIGACIÓN: **TRANSPORTE Y URBANISMO** SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN: **ESTRUCTURAS**

ESCALA: **INDICADA** FECHA: **MAYO 2018** DIBUJO: **MIHA** UBICACIÓN: **CERCADO DE LIMA, LIMA**



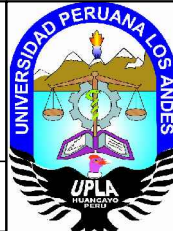
ENCOFRADO PLANTA 1° NIVEL - BLOQUE II (ALIGERADO H=0.17m)
 S/C=200 kg/m² (VIVIENDA)
 NL = +2.80
 ESC: 1/75

UNIVERSIDAD:

**UNIVERSIDAD PERUANA
 LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

ALBAÑILERIA CONFINADA-ENCOFRADO 1° NIVEL BLOQUE II

LAMINA:

E-05

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

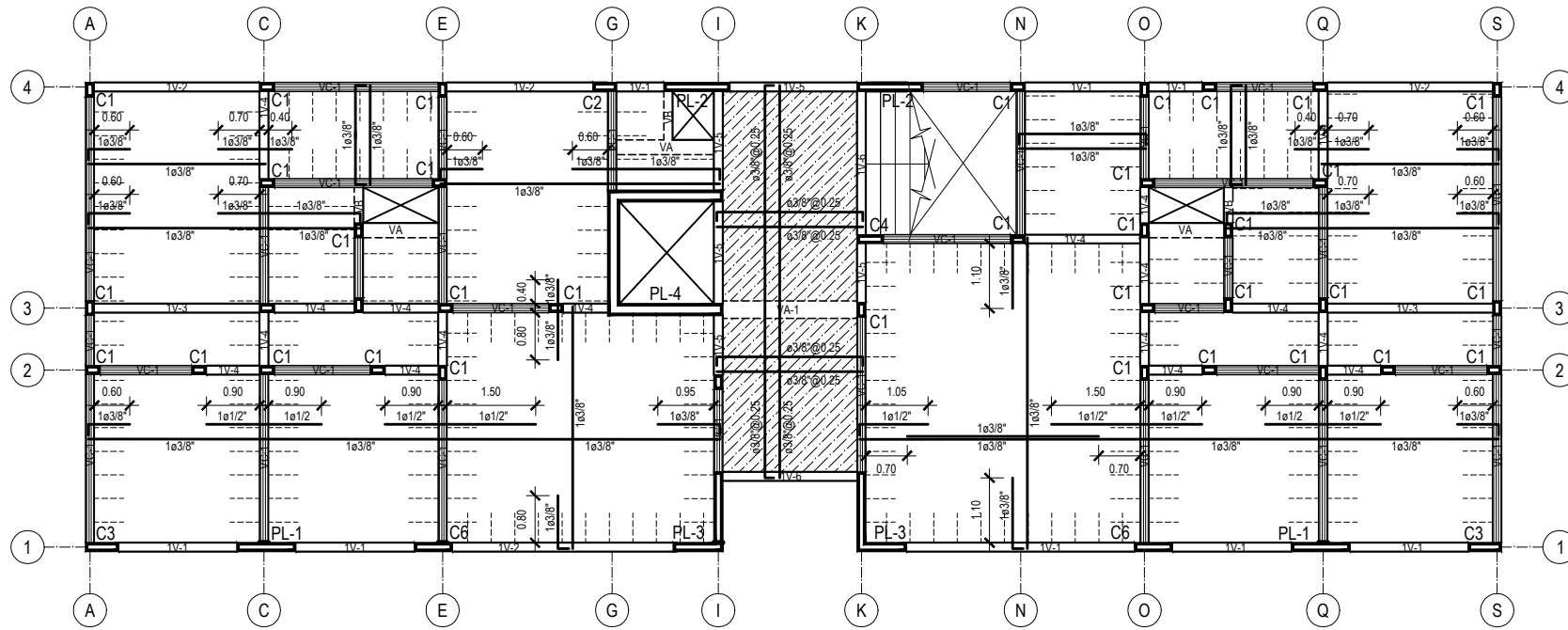
MAYO 2018

DIBUJO:

MIHA

UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA



ENCOFRADO PLANTA 1°NIVEL - BLOQUE I (ALIGERADO H=0.17m)
 S/C=200 kg/m² (VIVIENDA)
 NL = +2.80
 ESC: 1/75

UNIVERSIDAD:

**UNIVERSIDAD PERUANA
 LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

ALBAÑILERIA CONFINADA-ENCOFRADO 1° NIVEL BLOQUE I

LAMINA:

E-06

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

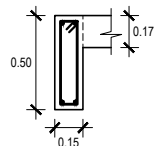
MAYO 2018

DIBUJO:

MIHA

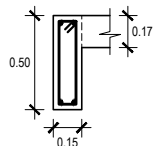
UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA



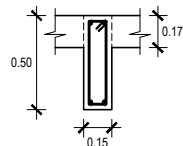
4ø5/8"
 3ø3/8":1@0.05,R@0.10
 EN C/EXTREMO.

1V-1
 (0.15x0.50)
 ESC: 1/25



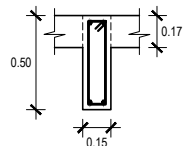
4ø5/8"
 3ø3/8":1@0.05,10@0.10,
 R@0.20, EN C/EXTREMO.

1V-2
 (0.15x0.50)
 ESC: 1/25



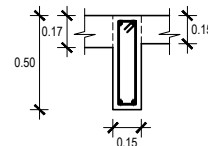
4ø1/2"
 3ø3/8":1@0.05,10@0.10,
 R@0.20, EN C/EXTREMO.

1V-3
 (0.15x0.50)
 ESC: 1/25



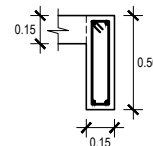
4ø1/2"
 3ø3/8":1@0.05,R@0.10,
 EN C/EXTREMO.

1V-4
 (0.15x0.50)
 ESC: 1/25



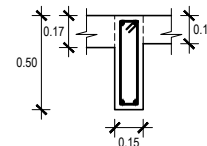
4ø5/8"
 3ø3/8":1@0.05,R@0.10,
 EN C/EXTREMO.

1V-5
 (0.15x0.50)
 ESC: 1/25



4ø5/8"
 3ø3/8":1@0.05,10@0.10,
 R@0.20, EN C/EXTREMO.

1V-6
 (0.15x0.50)
 ESC: 1/25



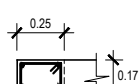
4ø5/8"
 3ø3/8":1@0.05,R@0.10,
 EN C/EXTREMO.

1V-7
 (0.15x0.50)
 ESC: 1/25



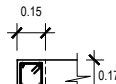
4ø5/8"
 3ø3/8":1@0.05,R@0.10,
 EN C/EXTREMO.

1V-8
 (0.15x0.50)
 ESC: 1/25



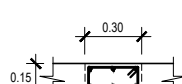
4ø1/2"
 3ø3/8":1@0.05,R@0.10
 EN C/EXTREMO.

VA
 (0.25x0.17)
 ESC: 1/25



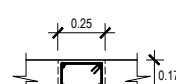
4ø1/2"
 3ø1/4":1@0.05,R@0.10
 EN C/EXTREMO.

VB
 (0.15x0.17)
 ESC: 1/25



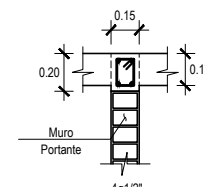
6ø1/2"
 3ø3/8":1@0.05,4@0.10
 R@0.20, EN C/EXTREMO.

VA-1
 (0.35x0.15)
 ESC: 1/25



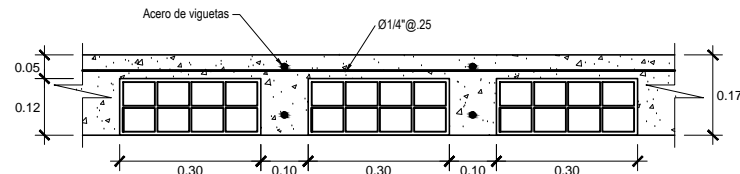
4ø1/2"
 3ø3/8":1@0.05,4@0.10
 R@0.20, EN C/EXTREMO.

VAA
 (0.25x0.17)
 ESC: 1/25



4ø1/2"
 3ø3/8":1@0.05,4@0.10,
 R@0.25, EN C/EXTREMO.

VC-1
 (0.15x0.20)
 ESC: 1/25



DETALLE DE ALIGERADO (UN SENTIDO)

ESC: 1/10

UNIVERSIDAD:

**UNIVERSIDAD PERUANA
 LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA
 Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO**

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

**ALBAÑILERIA CONFINADA-ENCOFRADO PLANTA TIPICA VIGAS Y
 DETALLES**

LAMINA:

E-07

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

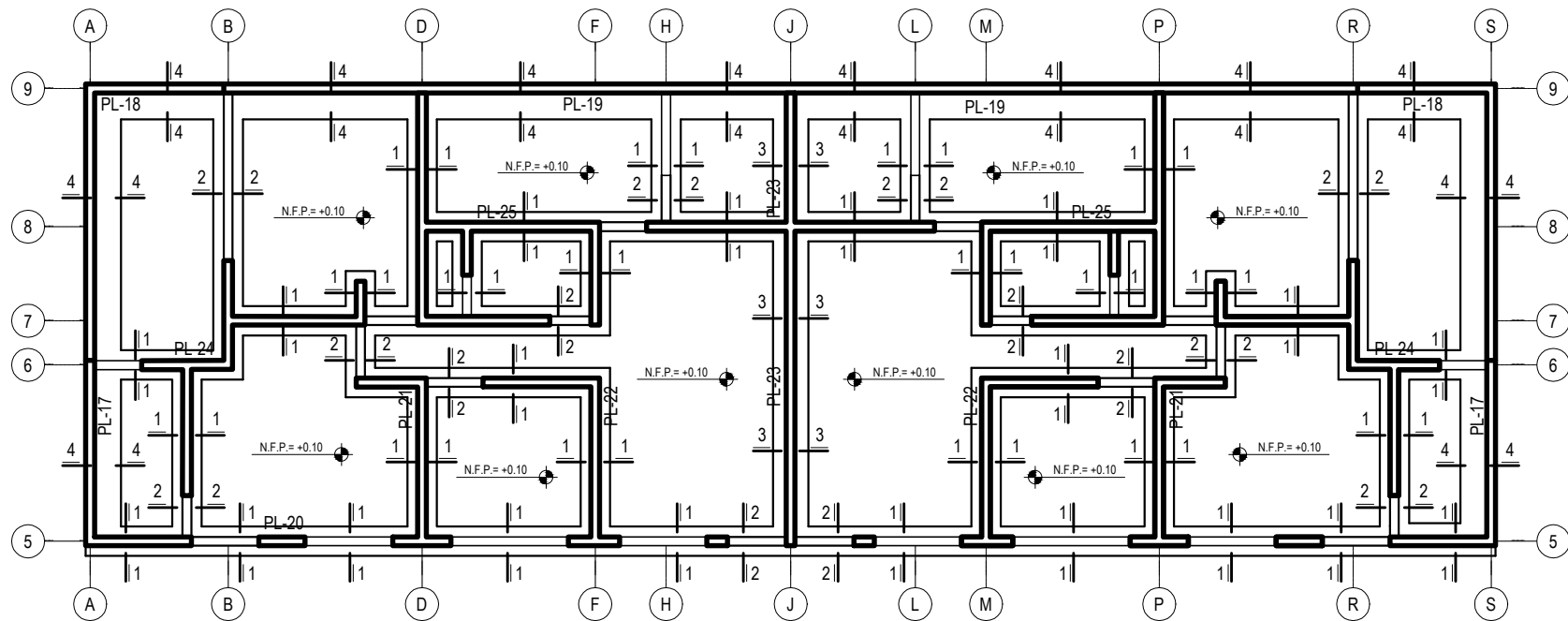
MAYO 2018

DIBUJO:

MIHA

UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA



CIMENTACIÓN - BLOQUE II

N.F.P. = +0.10

ESC: 1/75

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PERUANA
LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA
Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA-CIMENTACIÓN BLOQUE II

LAMINA:

E-08

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

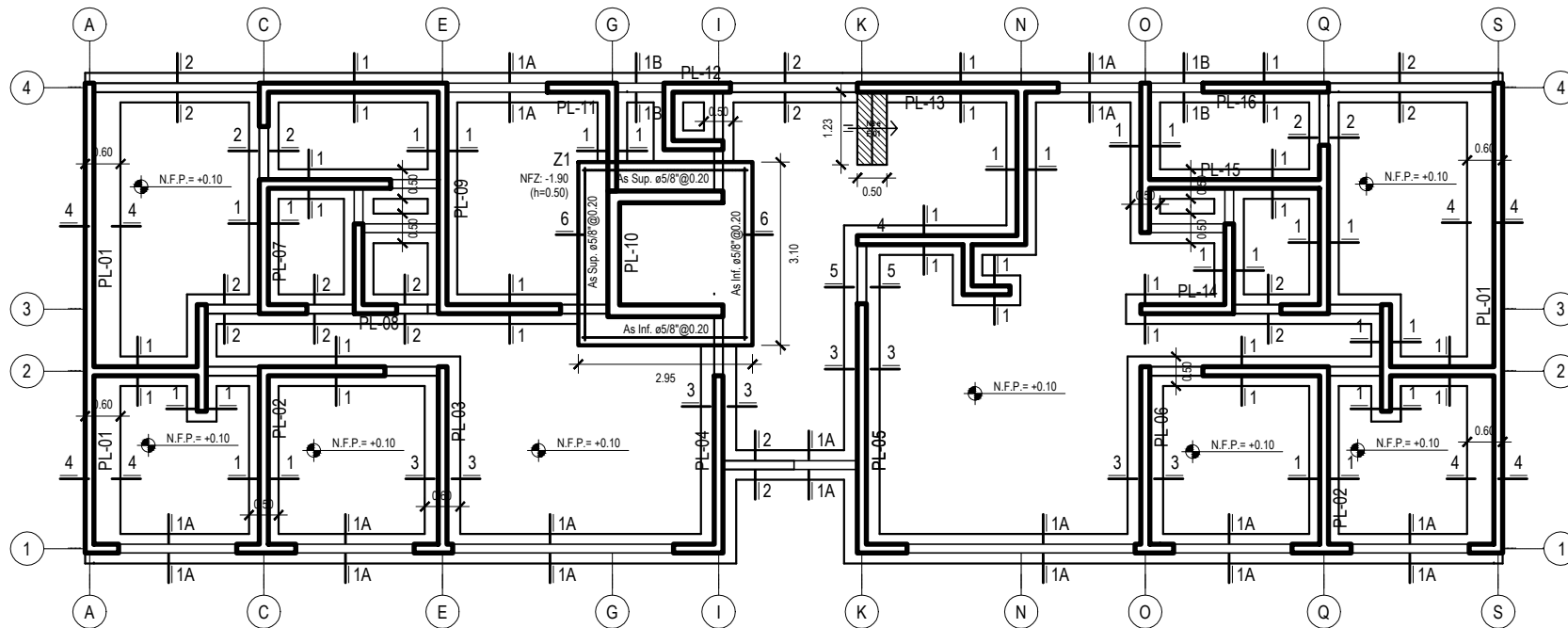
MAYO 2018

DIBUJO:

MIHA

UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA



CIMENTACIÓN - BLOQUE I

N.F.P. = +0.10

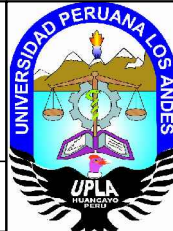
ESC: 1/75

UNIVERSIDAD:

**UNIVERSIDAD PERUANA
LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA
Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO**

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA-CIMENTACIÓN BLOQUE I

LAMINA:

E-09

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

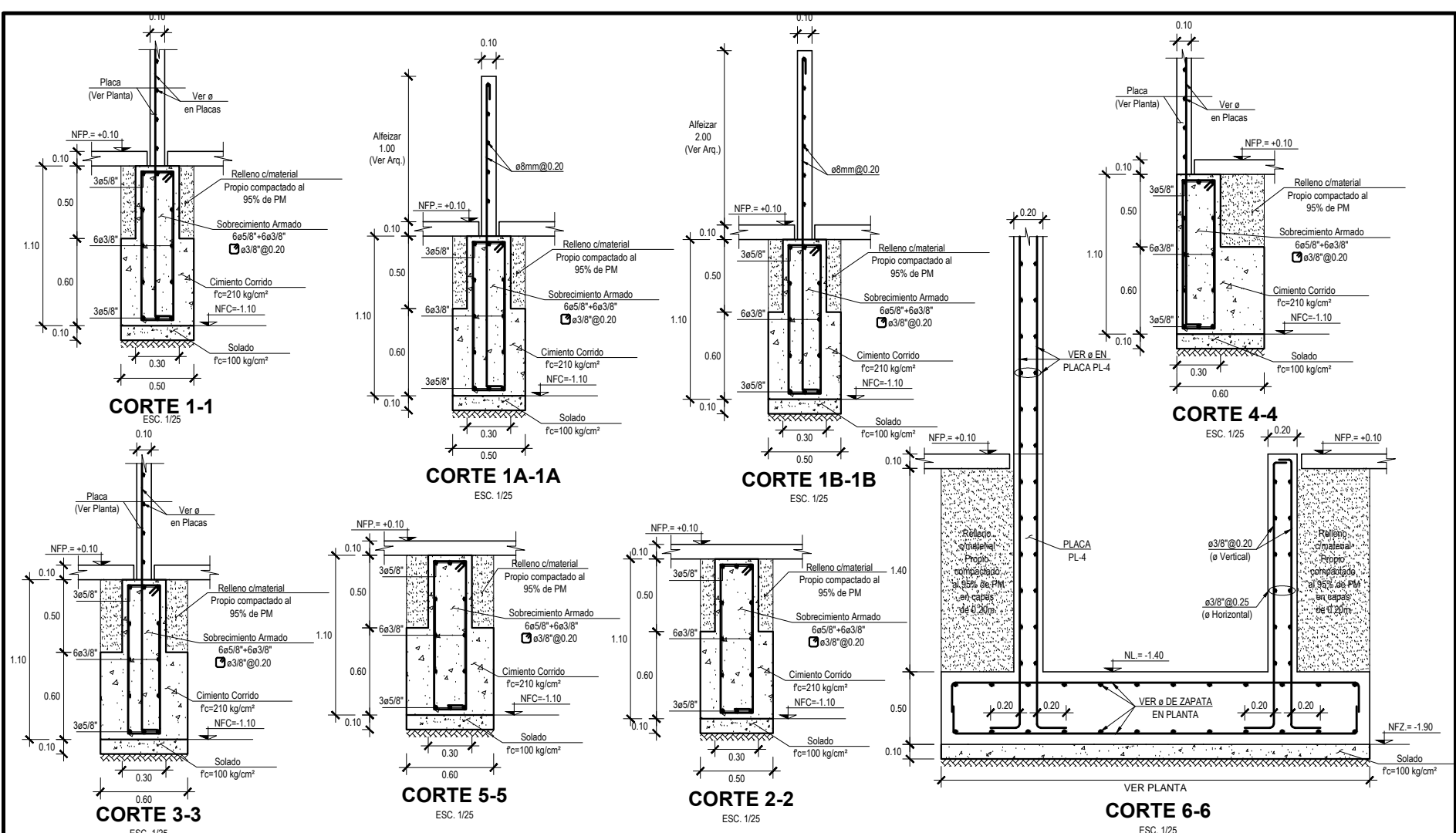
MAYO 2018

DIBUJO:

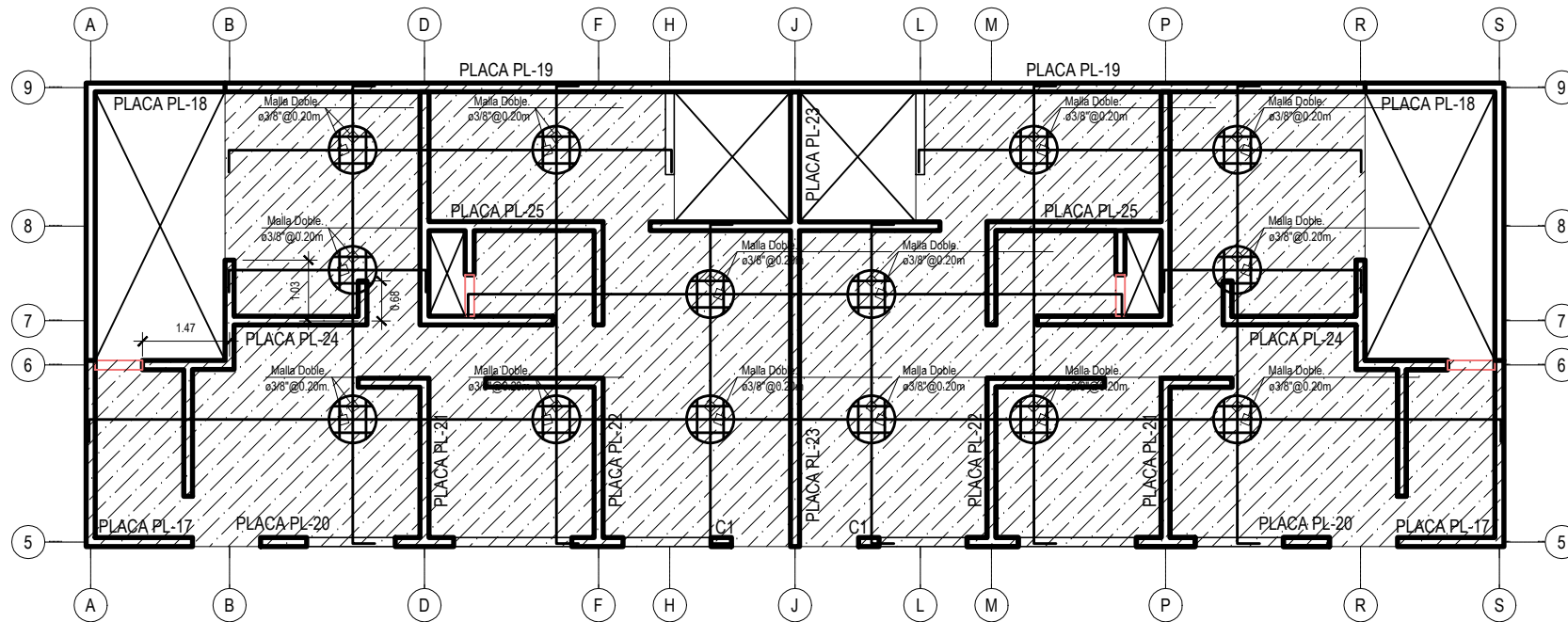
MIHA

UBICACIÓN:

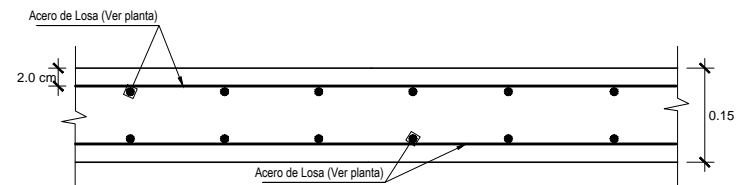
CERCADO DE LIMA, LIMA



UNIVERSIDAD: <h1 style="text-align: center;">UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</h1>		TESIS: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO
		RESPONSABLE: BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA
ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERIA CIVIL		PLANO: MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA-CORTES DE CIMENTACIÓN
		LINEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE Y URBANISMO SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURAS
		ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO 2018 DIBUJO: MIHA UBICACIÓN: CERCADO DE LIMA, LIMA
		E-10



ENCOFRADO PLANTA 1°NIVEL - BLOQUE II (LOSA MACIZA H=0.15m)
 S/C=200 kg/m² (VIVIENDA)
 NL = +2.80
 ESC: 1/75



DETALLE DE LOSA MACIZA
 ESC. S/E

UNIVERSIDAD:

**UNIVERSIDAD PERUANA
 LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA
 Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA-ENCOFRADO 1°NIVEL BLOQUE II

LAMINA:

E-11

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

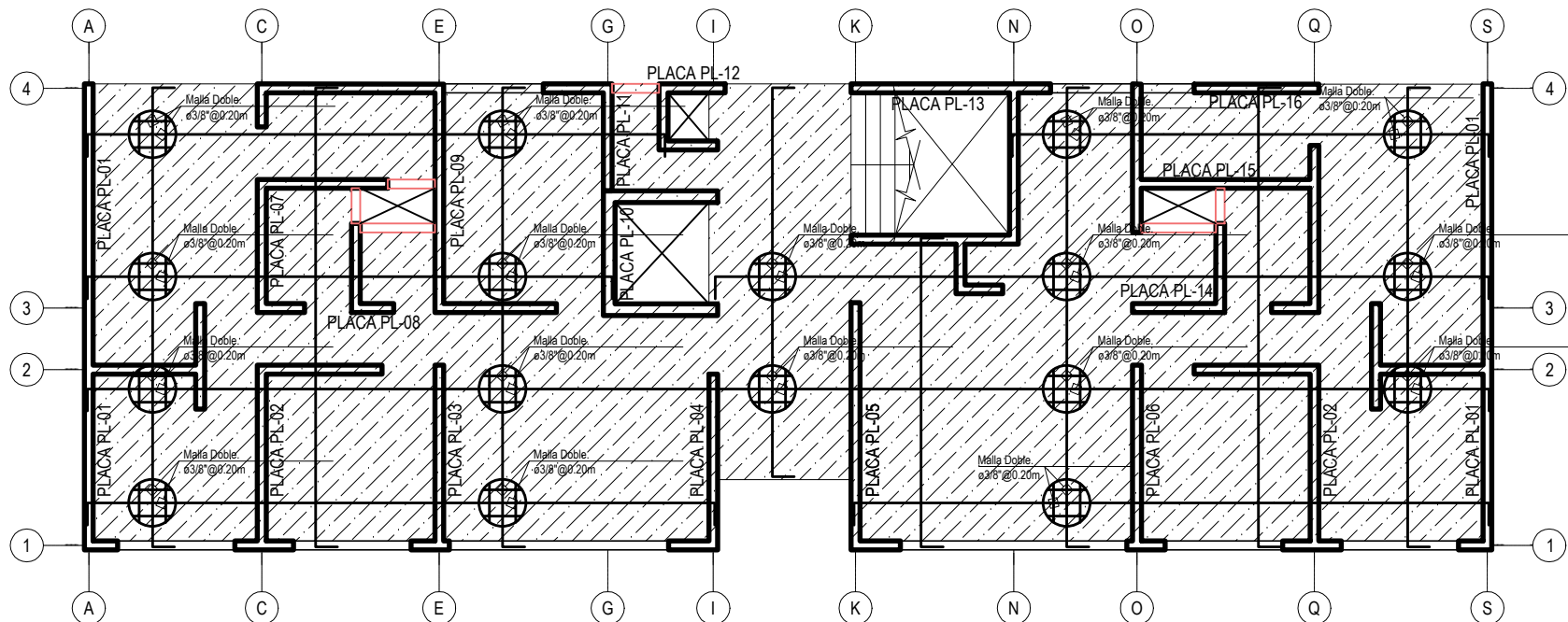
MAYO 2018

DIBUJO:

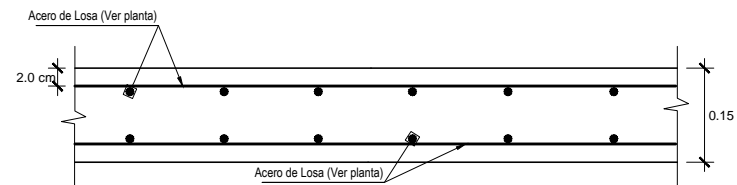
MIHA

UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA



ENCOFRADO PLANTA 1° NIVEL - BLOQUE I (LOSA MACIZA H=0.15m)
 S/C=200 kg/m² (VIVIENDA)
 NL = +2.80
 ESC: 1/75



DETALLE DE LOSA MACIZA
 ESC. S/E

UNIVERSIDAD:

**UNIVERSIDAD PERUANA
 LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA
 Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO

RESPONSABLE:

BR. MARIA ISABEL HUAMAN AROTOMA

PLANO:

MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA-ENCOFRADO 1° NIVEL BLOQUE I

LAMINA:

E-12

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSPORTE Y URBANISMO

SUB LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

MAYO 2018

DIBUJO:

MIHA

UBICACIÓN:

CERCADO DE LIMA, LIMA