



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

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD
ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA
EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO
MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL
DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE
LIMA**

**PRESENTADA POR
EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA**

**ASESORES
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

LIMA – PERÚ

2021



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD
ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA
EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN
PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES
UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE LIMA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

CUEVA VILLANUEVA, EDWIN JESÚS

LIMA - PERÚ

2021

Dedicado con mucho amor a Dios, quien me da día a día una nueva oportunidad de ser feliz y hacer que me pasen cosas grandiosas.

A mis padres, Emma Concepción Villanueva Córdova y Edwin Jesús Cueva Cruzatti quienes me envuelven en cada momento con su inmenso amor.

A mi hermana Sofía Fabiola Cueva Villanueva, mi compañera de vida, quien hace que yo siempre mejore.

Dedicado a toda aquella persona que confió y sigue confiando en mí, a todos quienes han estado siempre a mi lado en cada momento dándome aliento y animándome a seguir siempre adelante y a no rendirme.

Agradezco infinitamente a Dios por guiarme hacia el camino correcto, por darme salud, amor, confianza, fortaleza, calma, esperanza y mucha fe.

A mis padres, Emma y Edwin, a quienes adoro con todo mi corazón, por siempre estar ahí cuando más los necesitaba, por la enorme labor que hicieron y siguen haciendo por la familia, gracias por darme mucho cariño y por enseñarme el verdadero significado del amor.

A mi hermana, Sofía, a quien amo demasiado, gracias por enseñarme a salir siempre adelante y poder ser tu ejemplo, gracias por tus conocimientos de arquitectura brindados en esta investigación.

A mis grandes amigos de la universidad a quienes considero como mi segunda familia a Stephany, Sayuri, Victoria, Josimar, Pool, Rolando, Luis, Edwin y Daniel, por sus grandes consejos y apoyo incondicional a lo largo de la carrera.

A mis grandes amigos de la vida a Erick, Josué, Walter, Piero, Joselyn y Pamela, con quienes puedo confiar y compartir momentos agradables.

Gracias a todos mis maestros del colegio, y a todos los ingenieros de mi vida universitaria, a todos quienes hicieron que me enamore más y más de las matemáticas y de la ingeniería civil.

Dios derrame muchas bendiciones a todos y a cada uno de ustedes, y si alguna vez se sientan perdidos, que las estrellas iluminen sus caminos a casa, sabiendo que todo va a salir bien.

Gracias a todos...

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	xxi a xiv
ÍNDICE GENERAL	iv a vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii a xviii

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática	1
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general	6
1.2.2. Problemas específicos	
1.3. Objetivos de la investigación	7
1.3.1. Objetivo general	
1.3.2. Objetivos específicos	
1.4. Justificación e importancia de la investigación	8
1.5. Delimitación de la investigación	10
1.6. Limitaciones de la investigación	11
1.7. Viabilidad de la investigación	
1.7.1. Viabilidad técnica	
1.7.2. Viabilidad económica	13
1.7.3. Viabilidad social	
1.8. Impacto de la investigación	
1.8.1. Impacto teórico	
1.8.2. Impacto práctico	14

	Página
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	15
2.1.1. Antecedentes internacionales	
2.1.2. Antecedentes nacionales	20
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. Elemento estructural	
2.2.2. Pre-dimensionamiento de los elementos estructurales	32
2.2.3. Diseño estructural	40
2.2.4. Causas en los tipos de daños estructurales	48
2.2.5. Reforzamiento estructural	49
2.2.6. Tipos de reforzamiento estructural	
2.2.7. Análisis estático lineal	54
2.2.8. Análisis dinámico	69
2.2.9. Modos de vibración	70
2.2.10. Aceleración espectral	
2.3. Definición de términos básicos	72
2.4. Hipótesis	74
2.4.1. Hipótesis general	
2.4.2. Hipótesis específicas	
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	
3.1. Diseño	75
3.1.1. Enfoque de la investigación	
3.1.2. Tipo de investigación	
3.1.3. Nivel de investigación	76
3.1.4. Diseño de investigación	
3.2. Muestra	
3.2.1. Población	
3.2.2. Muestra	
3.3. Instrumentos	78
3.3.1. Técnica	
3.3.2. Instrumentos para la recolección	
3.3.3. Instrumentos de procedimiento	81

	Página
3.4. Procedimiento	81
3.4.1. Plan de trabajo y aspectos éticos	
3.4.2. Recolección y procesamiento de información	82
3.4.3. Desarrollo de la investigación	
3.5. Variables	83
3.5.1. Variable dependiente	
3.5.2. Variable independiente	
3.5.3. Operacionalización de variables	84
CAPÍTULO IV DESARROLLO Y APLICACIÓN	
4.1. Descripción de la edificación	85
4.1.1. Ubicación del proyecto	
4.1.2. Distribución de niveles del proyecto	87
4.1.3. Ensayo de extracción de diamantina	92
4.1.4. Estudio de mecánica de suelos (EMS) – calicata	98
4.2. Evaluación de la estructura existente	106
4.2.1. Cargas y sección de elementos estructurales	
4.2.2. Modelamiento estructural de la vivienda existente	107
4.2.3. Análisis estático de la vivienda existente	116
4.3. Evaluación de la alternativa de ampliación de niveles	126
4.3.1. Modelamiento - alternativa de ampliación de niveles	
4.3.2. Análisis estático de la alternativa de ampliación	128
4.4. Alternativa de una edificación nueva	139
4.4.1. Pre-dimensionamiento de elementos estructurales	
4.4.2. Densidad mínima de muros	141
4.4.3. Análisis estático de la edificación nueva	143
4.4.4. Modelamiento de la edificación nueva	150
CAPÍTULO V RESULTADOS	
5.1. Resultados del análisis de la vivienda existente	177
5.1.1. Modos y periodos resultantes	
5.1.2. Control de desplazamientos laterales	180
5.1.3. Distribución de la fuerza cortante de entrepiso	181

	Página
5.2. Resultados del análisis de la alternativa de ampliación	184
5.2.1. Modos y periodos resultantes	
5.2.2. Control de desplazamientos laterales	187
5.2.3. Distribución de la fuerza cortante de entrepiso	189
5.2.4. Factibilidad económica - alternativa de ampliación	192
5.3. Resultados del análisis de la alternativa de una edificación nueva	193
5.3.1. Modos y periodos resultantes	
5.3.2. Control de desplazamientos laterales	195
5.3.3. Distribución de la fuerza cortante de entrepiso	197
5.3.4. Factibilidad económica - alternativa de edificación nueva	200
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
6.1. Contrastación de hipótesis	201
6.1.1. Contrastación de hipótesis específicas	202
6.1.2. Contrastación de hipótesis general	210
6.2. Contrastación con antecedentes	211
6.2.1. Contrastación con los antecedentes internacionales	
6.2.2. Contrastación con los antecedentes nacionales	212
CONCLUSIONES	214
RECOMENDACIONES	216
ANEXOS	217
FUENTES DE INFORMACIÓN	273

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
TABLAS	
Tabla 1. Unidades de ladrillos con objetivos estructurales	27
Tabla 2. Pre-dimensionamiento losa aligerada unidireccional	33
Tabla 3. Diseños de resistencia	40
Tabla 4. Factores de reducción a la resistencia	41
Tabla 5. Secciones de varillas de acero	41
Tabla 6. Daños estructurales y causas más comunes	48
Tabla 7. Ventajas y desventajas del reforzamiento con fibra de carbono	50
Tabla 8. Ventajas y desventajas del reforzamiento encamisado de concreto	51
Tabla 9. Clasificación de los perfiles de suelo	55
Tabla 10. Factor de suelo – “S”	56
Tabla 11. Periodos “Tp” y “Tl”	56
Tabla 12. Categoría de las edificaciones y factor de uso – “U”	58
Tabla 13. Sistemas estructurales	59
Tabla 14. Irregularidades estructurales en altura	60
Tabla 15. Irregularidades estructurales en planta	60
Tabla 16. Estimación del peso	65
Tabla 17. Límites para la distorsión del entrepiso	66
Tabla 18. Variable dependiente	83
Tabla 19. Variable independiente	83
Tabla 20. Operacionalización de variables	84
Tabla 21. Procedimiento del ensayo de extracción de probetas de concreto con diamantina	93
Tabla 22. Procedimiento para el estudio de mecánica de suelos – densidad de campo – perfil estratigráfico	99
Tabla 23. Resultado de Mecánica de Suelo	103
Tabla 24. Dimensiones in situ de los elementos estructurales de la vivienda existente	106
Tabla 25. Irregularidades estructurales de la vivienda existente de tres niveles	119
Tabla 26. Peso de la vivienda existente de tres niveles	120

	Página
Tabla 27. Verificación de piso blando – XX – Vivienda existente	123
Tabla 28. Verificación de piso blando – YY – Vivienda existente	124
Tabla 29. Verificación por torsión – XX-YY – Vivienda existente	125
Tabla 30. Irregularidades estructurales de la alternativa de ampliación de niveles	131
Tabla 31. Peso de la alternativa de ampliación de niveles	132
Tabla 32. Verificación de piso blando – XX – Alternativa de ampliación de niveles	135
Tabla 33. Verificación de piso blando – YY – Alternativa de ampliación de niveles	136
Tabla 34. Verificación por torsión – XX-YY – Alternativa de ampliación de niveles	137
Tabla 35. Densidad de muros – Albañilería confinada – Alternativa de edificación nueva	142
Tabla 36. Irregularidades estructurales de la alternativa de edificación nueva	146
Tabla 37. Peso de la alternativa de edificación nueva	147
Tabla 38. Verificación de piso blando – XX – Alternativa de edificación nueva	151
Tabla 39. Verificación de piso blando – YY – Alternativa de edificación nueva	151
Tabla 40. Verificación de torsión – XX – YY – Alternativa de edificación nueva	152
Tabla 41. Solicitación de cargas – Combinación 100% CM + 100% CV – Alternativa de edificación nueva	153
Tabla 42. Diseño por cargas verticales – Alternativa de edificación nueva	154
Tabla 43. Solicitación de cargas – $P_g = 100\% \text{ CM} + 25\% \text{ CV}$ – Alternativa de edificación nueva	155
Tabla 44. Sismo moderado en dirección XX – Alternativa de edificación nueva	158
Tabla 45. Sismo moderado en dirección YY – Alternativa de edificación nueva	159

	Página
Tabla 46. Diseño por fisuración – Sismo moderado – Alternativa de edificación nueva	160
Tabla 47. Sismo severo XX Máx. – Alternativa de edificación nueva	161
Tabla 48. Sismo severo YY Máx. – Alternativa de edificación nueva	161
Tabla 49. Diseño por resistencia – Sismo severo – Alternativa de edificación nueva	162
Tabla 50. Diseño en columnas de confinamiento extremo – Alternativa de edificación nueva	163
Tabla 51. Diseño de estribos y refuerzo longitudinal – Alternativa de edificación nueva	164
Tabla 52. Diseño de estribos y refuerzo longitudinal – Alternativa de edificación nueva	165
Tabla 53. Diseño de vigas soleras – Alternativa de edificación nueva	166
Tabla 54. Análisis Estático y Análisis Dinámico – Alternativa de edificación nueva	167
Tabla 55. Cortante Dinámica Base – Alternativa de edificación nueva	167
Tabla 56. Sismo Severo – Alternativa de edificación nueva	168
Tabla 57. Carga Muerta “PD” – Alternativa de edificación nueva	169
Tabla 58. Carga Viva “PL” – Alternativa de edificación nueva	169
Tabla 59. Pre-dimensionamiento de cimiento corrido – Alternativa de edificación nueva	170
Tabla 60. Modos de vibrar de la vivienda multifamiliar existente de tres niveles	177
Tabla 61. Periodos de vibración de la estructura existente	178
Tabla 62. Desplazamientos laterales – Sismo estático – XX – YY – Vivienda existente	180
Tabla 63. Desplazamientos laterales – Sismo dinámico – XX – YY – Vivienda existente	181
Tabla 64. Modos de vibrar – Alternativa de ampliación de niveles	185
Tabla 65. Periodos de vibración – Alternativa de ampliación de niveles	185
Tabla 66. Desplazamientos laterales – Sismo estático – XX – YY – Alternativa de ampliación de niveles	188

	Página
Tabla 67. Desplazamientos laterales – Sismo dinámico – XX – YY – Alternativa de ampliación de niveles	188
Tabla 68. Resumen de Presupuesto – Alternativa de ampliación de niveles	192
Tabla 69. Modos de vibrar – Alternativa de edificación nueva	193
Tabla 70. Periodos de vibración – Alternativa de edificación nueva	193
Tabla 71. Desplazamientos laterales – Sismo estático – XX – YY – Alternativa de edificación	196
Tabla 72. Desplazamientos laterales – Sismo dinámico – XX – YY – Alternativa de edificación nueva	196
Tabla 73. Resumen de Presupuesto – Alternativa de edificación nueva	200
Tabla 74. Contrastación de hipótesis específica H1	202
Tabla 75. Comparación de modos de vibración	203
Tabla 76. Contrastación de hipótesis específica H2	204
Tabla 77. Contrastación de hipótesis específica H3	205
Tabla 78. Comparación de las fuerzas cortantes de entrepiso en el eje X-X	206
Tabla 79. Comparación de las fuerzas cortantes de entrepiso en el eje Y-Y	206
Tabla 80. Contrastación de hipótesis específica H4	208
Tabla 81. Comparación del presupuesto	208
Tabla 82. Contrastación de antecedente internacional	211
Tabla 83. Contrastación de antecedente nacional – 01	212
Tabla 84. Contrastación de antecedente nacional – 02	213

FIGURAS

Figura 1. Proceso de convergencia de la Placa de Nazca y Sudamericana	1
Figura 2. Infografía del Cinturón de Fuego del Pacífico	2
Figura 3. Mapa del Perú y la incidencia de las viviendas informales en Lima	3
Figura 4. Diagrama de Ishikawa	5
Figura 5. Histograma de la importancia del tema de tesis encuestada a expertos	8
Figura 6. Fachada de la vivienda existente de tres niveles	10
Figura 7. Certificado de Parámetros Urbanísticos y Edificatorios	12
Figura 8. Histograma de los beneficiarios del tema de tesis encuestada a expertos	14
Figura 9. Tipología de zapatas atendiendo su forma	24
Figura 10. Zapatas combinadas	25
Figura 11. Tipos de zapatas combinadas	25
Figura 12. Tipos de columnas según su estribaje	26
Figura 13. Detalle de encofrado en losa aligerada	29
Figura 14. Detalle de una losa aligerada	29
Figura 15. Transmisión de cargas gravitatorias	30
Figura 16. Pre-dimensionamiento de una losa aligerada	32
Figura 17. Pre-dimensionamiento de losa aligerada	34
Figura 18. Pre-dimensionamiento de viga de concreto armado	35
Figura 19. Pre-dimensionamiento de columna de concreto armado	36
Figura 20. Pre-dimensionamiento de muros de albañilería	37
Figura 21. Pre-dimensionamiento de muros de concreto armado	38
Figura 22. Pre-dimensionamiento de zapatas	39
Figura 23. Módulo de elasticidad y módulo de corte	40
Figura 24. Diseño estructural de la losa aligerada	42
Figura 25. Diseño estructural de losa maciza y escalera	43
Figura 26. Diseño estructural de viga de concreto armado	44

	Página
Figura 27. Relación esfuerzo-deformación para lo condición de falla balanceada	45
Figura 28. Puntos notables del diagrama es interacción	45
Figura 29. Efectos de esbeltez en columnas y diseño por cortante	46
Figura 30. Diseño estructural de una zapata aislada	47
Figura 31. Mapa conceptual de la clasificación de muros de concreto armado	53
Figura 32. Factor de zona “Z”	54
Figura 33. Fórmulas de perfiles de suelo	55
Figura 34. Fórmulas de factor de amplificación sísmica – “C”	57
Figura 35. Irregularidad por torsión	61
Figura 36. Esquinas entrantes	61
Figura 37. Discontinuidad del diafragma	62
Figura 38. Desviación fuera del plano	62
Figura 39. Irregularidad de piso blando	63
Figura 40. Irregularidad de masa	64
Figura 41. Irregularidad vertical geométrica	64
Figura 42. Fuerza cortante en la base	66
Figura 43. Distribución de la fuerza sísmica en altura	67
Figura 44. Periodo fundamental de vibración	68
Figura 45. Excentricidad accidental	68
Figura 46. Ecuación del equilibrio dinámico	69
Figura 47. Interacción sísmica suelo – estructura	69
Figura 48. Modos de vibración	70
Figura 49. Fórmula de la aceleración espectral	71
Figura 50. Curva de la aceleración espectral	71
Figura 51. Visita a la vivienda existente de tres niveles	77
Figura 52. Toma de muestra – calicata	80
Figura 53. Ensayo de Diamantina N° 01	80
Figura 54. Ubicación del proyecto	85
Figura 55. Zonificación del proyecto “Vivienda Multifamiliar 5 niveles”	86
Figura 56. Vista en elevación – Vivienda existente	87
Figura 57. Vista en planta – Primer piso	88

	Página
Figura 58. Vista isométrica – Primer piso	88
Figura 59. Vista en planta - Segundo piso	89
Figura 60. Vista isométrica - Segundo piso	89
Figura 61. Vista en planta - Tercer piso	90
Figura 62. Vista isométrica - Tercer piso	90
Figura 63. Vista en corte frontal - Vivienda existente	91
Figura 64. Vista en corte lateral – Vivienda existente	91
Figura 65. Logo de la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C.	92
Figura 66. Resultados del ensayo resistencia a la compresión de testigos diamantinos	97
Figura 67. Logo de la empresa LABGEO CRVV S.A.C.	98
Figura 68. Resultados del ensayo clasificación de suelos	102
Figura 69. Perfil estratigráfico de la Calicata C-01	104
Figura 70. Cálculo de Capacidad de Carga – Terzaghi	105
Figura 71. Modelado de la estructura existente de 3 niveles	107
Figura 72. Vista en Planta de le edificación existente	108
Figura 73. Ventana de Edit Grid System Data	108
Figura 74. Ventana de Edit Story Data – Vivienda existente	109
Figura 75. Datos de la columna existente	110
Figura 76. Ventana de Material Property Data concreto ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$)	111
Figura 77. Ventana de Material Property Data concreto ($f_c = 150.10 \text{ kg/cm}^2$)	111
Figura 78. Ventana de Material Property Data concreto ($f_c = 141.60 \text{ kg/cm}^2$)	112
Figura 79. Ventana de Material Property Data acero ($f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$)	112
Figura 80. Modificación de los aceros a comerciales según la realidad peruana	113
Figura 81. Chequeo de la columna de 25x25 ($f_c = 141.60 \text{ kg/cm}^2$) existente según planos	114
Figura 82. Chequeo de la columna de 35x35 ($f_c = 141.60 \text{ kg/cm}^2$) existente según planos	114

	Página
Figura 83. Chequeo de la columna de 25x25 ($f'c = 150.10 \text{ kg/cm}^2$) existente según planos	115
Figura 84. Chequeo de la columna de 35x35 ($f'c = 150.10 \text{ kg/cm}^2$) existente según planos	115
Figura 85. Factor de zona – “Z” – Vivienda existente	116
Figura 86. Factor de uso – “U” – Vivienda existente	116
Figura 87. Factor de suelo – “S” – Vivienda existente	117
Figura 88. Factor de amplificación sísmica – “C” – Vivienda existente	117
Figura 89. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas – “R” – Vivienda existente	118
Figura 90. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas – “Ro” – Vivienda existente	118
Figura 91. Factores de irregularidad estructura – Vivienda existente	119
Figura 92. Espectro de respuesta X-X – vivienda existente	121
Figura 93. Espectro de respuesta Y-Y – vivienda existente	122
Figura 94. Modelamiento – Alternativa de ampliación de niveles	126
Figura 95. Vista en planta – Alternativa de ampliación de niveles	127
Figura 96. Ventana de Edit Story Data – Alternativa de ampliación de niveles	127
Figura 97. Factor de zona – “Z” – Alternativa de ampliación de niveles	128
Figura 98. Factor de uso – “U” – Alternativa de ampliación de niveles	128
Figura 99. Factor de suelo – “S” – Alternativa de ampliación de niveles	129
Figura 100. Factor de amplificación sísmica – “C” – Alternativa de ampliación de niveles	129
Figura 101. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas – “R” - Alternativa de ampliación de niveles	130
Figura 102. Coeficiente básico de reducción fuerzas sísmicas – “Ro” - Alternativa de ampliación de niveles	130
Figura 103. Factores de irregularidad estructural – Alternativa de ampliación de niveles	131
Figura 104. Espectro de respuesta X-X – Alternativa de ampliación de niveles	133

	Página
Figura 105. Espectro de respuesta Y-Y – Alternativa de ampliación de niveles	134
Figura 106. Combinaciones – Alternativa de ampliación de niveles	137
Figura 107. Diagrama de momentos mínimos y máximos de una viga peraltada – Alternativa de ampliación de niveles	138
Figura 108. Pre-dimensionamiento de losa aligerada – Alternativa de edificación nueva	139
Figura 109. Pre-dimensionamiento de vigas peraltadas – Alternativa de edificación nueva	140
Figura 110. Plano XY densidad de muros – Alternativa de edificación nueva	141
Figura 111. Densidad mínima de muros – Alternativa de edificación nueva	141
Figura 112. Factor de zona – “Z” – Alternativa de edificación nueva	143
Figura 113. Factor de uso – “U” – Alternativa de edificación nueva	143
Figura 114. Factor de suelo – “S” – Alternativa de edificación nueva	144
Figura 115. Factor de amplificación sísmica – “C” – Alternativa de edificación nueva	144
Figura 116. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas – “R” – Alternativa de edificación nueva	145
Figura 117. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas – “Ro” – Alternativa de edificación nueva	145
Figura 118. Factores de irregularidad estructural – Alternativa de edificación nueva	146
Figura 119. Espectro de respuesta X-X – Alternativa de edificación nueva	148
Figura 120. Espectro de respuesta Y-Y – Alternativa de edificación nueva	149
Figura 121. Modelamiento – Alternativa de edificación nueva	150
Figura 122. Vista en planta – Alternativa de edificación nueva	150
Figura 123. Esfuerzos locales en muros – sismo X-Y – Alternativa de edificación nueva	157

	Página
Figura 124. Asignación de sección para cimiento corrido – Alternativa de edificación nueva	170
Figura 125. Asignación de esfuerzo admisible del suelo – Alternativa de edificación nueva	171
Figura 126. Importación del modelado ETASB al SAFE – Alternativa de edificación nueva	171
Figura 127. Modelado en SAFE – Alternativa de edificación nueva	172
Figura 128. Diseño de cimiento corrido – Alternativa de edificación nueva	172
Figura 129. Combinaciones para cimentación – Alternativa de edificación nueva	173
Figura 130. Carga de servicio “PD + PL” – Alternativa de edificación nueva	173
Figura 131. Deformaciones el cimiento corrido – Alternativa de edificación nueva	174
Figura 132. Deformaciones – desplazamiento en 3D – Alternativa de edificación nueva	174
Figura 133. Refuerzo de losa aligerada – Paño B-C – Alternativa de edificación nueva	175
Figura 134. Refuerzo de losa aligerada – Paño C-D – Alternativa de edificación nueva	175
Figura 135. Método de los elementos finitos – Top Face – Losa aligerada – Alternativa de edificación nueva	176
Figura 136. Método de los elementos finitos – Bottom Face – Losa aligerada – Alternativa de edificación nueva	176
Figura 137. Modo de vibrar 1 – Vivienda existente	178
Figura 138. Modo de vibrar 2 – Vivienda existente	179
Figura 139. Modo de vibrar 3 – Vivienda existente	179
Figura 140. Cortante sísmico estático XX – Vivienda existente	182
Figura 141. Distribución en altura del cortante sísmico estático XX – Vivienda existente	182
Figura 142. Cortante sísmico estático YY – Vivienda existente	183

	Página
Figura 143. Distribución en altura del cortante sísmico estático YY - Vivienda existente	184
Figura 144. Modo de vibrar 1 – Alternativa de ampliación de niveles	186
Figura 145. Modo de vibrar 2 – Alternativa de ampliación de niveles	186
Figura 146. Modo de vibrar 3 – Alternativa de ampliación de niveles	187
Figura 147. Cortante sísmico estático XX – Alternativa de ampliación de niveles	189
Figura 148. Distribución en altura del cortante sísmico estático XX – Alternativa de ampliación de niveles	190
Figura 149. Cortante sísmico estático YY – Alternativa de ampliación de niveles	191
Figura 150. Distribución en altura del cortante sísmico estático YY – Alternativa de ampliación de niveles	191
Figura 151. Modo de vibrar 1 – Alternativa de edificación nueva	194
Figura 152. Modo de vibrar 2 – Alternativa de edificación nueva	194
Figura 153. Modo de vibrar 3 – Alternativa de edificación nueva	195
Figura 154. Cortante sísmico estático XX – Alternativa de edificación nueva	197
Figura 155. Distribución en altura del cortante sísmico estático XX – Alternativa de edificación nueva	198
Figura 156. Cortante sísmico estático YY – Alternativa de edificación nueva	199
Figura 157. Distribución en altura del cortante sísmico estático YY – Alternativa de edificación nueva	199
Figura 158. Comparación de periodos de vibración	203
Figura 159. Fuerzas cortantes de entrepiso en el eje X-X	207
Figura 160. Fuerzas cortantes de entrepiso en el eje Y-Y	207
Figura 161. Comparación de la factibilidad económica	209

Resumen

En los últimos años, ante la demanda de una infraestructura de vivienda, los cambios de uso y ampliaciones, así como la necesidad de conocer el estado de las edificaciones existentes y ante un posible evento sísmico surge las alternativas de reforzamiento estructural o demolición para una nueva edificación.

La investigación se enfoca en evaluar, analizar, diseñar y comparar las alternativas que están siendo objeto de estudio, es por ello por lo que el objetivo es realizar el análisis estructural y factibilidad económica para definir la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

La metodología del trabajo de investigación presenta un enfoque cuantitativo, del tipo aplicada, con un nivel descriptivo-correlacional y un diseño tipo no experimental transversal descriptivo, porque permite describir y comparar las variables, permite brindar resultados numéricos para propósitos prácticos e inmediatos.

Como resultado, se ha identificado la necesidad de hacer un reforzamiento estructural para la edificación existente. El comportamiento estructural en las alternativas de una edificación nueva o ampliación cumplen de acuerdo con los requisitos mínimos estipuladas en la norma. La alternativa de ampliación presentó menores periodos de vibración, menores desplazamientos laterales, menores fuerzas cortantes de entrepiso, además presentó una mejor factibilidad económica optimizando en un 59.25% el presupuesto total en comparación a la alternativa de una edificación nueva.

Palabras claves: Ampliación, comportamiento estructural, desplazamientos laterales, edificación nueva, factibilidad económica, fuerzas cortantes, periodos de vibración, reforzamiento estructural.

Abstract

In recent years, given the demand for housing infrastructure, changes in use and extensions, as well as the need to know the state of existing buildings and a possible seismic event, alternatives of structural reinforcement or demolition for a new edification.

The research focuses on evaluating, analyzing, designing, and comparing the alternatives that are being studied, which is why the objective is to carry out the structural analysis and economic feasibility to define the alternative of a new building or expansion of a project Five-level multifamily located in the Rimac district.

The research work methodology presents a quantitative approach, of the applied type, with a descriptive-correlational level and a descriptive transversal non-experimental type design, because it allows to describe and compare the variables, it allows to provide numerical results for practical and immediate purposes.

As a result, the need for structural reinforcement for the existing building has been identified. The structural behavior in the alternatives of a new building or expansion comply with the minimum requirements stipulated in the standard. The extension alternative presented lower vibration periods, lower lateral displacements, lower shear forces of the floor, also presented better economic feasibility, optimizing the total budget by 59.25% compared to the alternative of a new building.

Key words: Expansion, structural behavior, lateral displacements, new building, economic feasibility, shear forces, periods of vibration, structural reinforcement.

Introducción

El Perú geográficamente se encuentra localizada en una de las zonas más peligrosas del planeta, el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, zona en la cual contempla la mayor actividad sísmica debido a la existencia de placas tectónicas que están en constante movimiento ocasionado grandes eventos sísmicos a lo largo del tiempo.

Esta situación sumada al gran silencio sísmico de más de 270 años en que en el Perú no se ha registrado un evento telúrico de gran magnitud lo cual preocupa porque en cualquier instante de tiempo pueda ocurrir uno de gran magnitud desatando y arrasando con todas las edificaciones que se encuentren en un mal estado o que no cumplan con los requisitos mínimos estructurales para lo cual fueron diseñadas.

Es por eso, por lo que se debe prevenir que existan consecuencias desfavorables, teniendo una cultura de hacer bien las cosas, una cultura de reforzar una edificación existente para garantizar que esta cumpla un correcto comportamiento y desempeño ante cargas sísmicas, u optar por una alternativa de demolición y edificación nueva que garantice de la misma manera un comportamiento óptimo bajo una alternativa económica y viable.

Para dichos análisis y evaluación estructural tanto de la edificación existente, como para la alternativa de ampliación de niveles bajo un reforzamiento estructural con muros de concreto armado y la alternativa de demolición para posteriormente diseñar una edificación nueva, se emplearon softwares estructurales ya que hoy en día la aplicación y uso de estas herramientas facilitan la intervención de un profesional de ingeniería civil, reduciendo los tiempos de diseño y optimizando la calidad y el comportamiento de una edificación simulando diferentes alternativas y sometiendo a cargas estimadas para un correcto modelamiento.

Elaborar una comparación del comportamiento estructural y factibilidad económica para las alternativas de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles será la solución para encontrar y elegir una alternativa que se rija bajo las consideraciones óptimas de ingeniería sísmica - estructural, de diseño y desde el punto de vista económico, de manera tal que se pueda brindar como material de apoyo a estudiantes de ingeniería civil, a la población del distrito del Rímac, ya que será de mucha importancia pues podrán optar por una de estas alternativas y podrán conocer la importancia de hacer un cambio para mejora en sus edificaciones que serán analizadas por un profesional de ingeniería civil velando siempre por el confort y la seguridad de las personas que la habiten.

El proceso del presente trabajo de investigación inició en base a las encuestas brindadas a ocho profesionales expertos en la materia, con amplia experiencia en trabajos similares, con estudios en ingeniería estructural, a partir de esta vital información proporcionada por ellos se corroboró con la información obtenida de la situación problemática que deja en descubierto las falencias de las edificaciones en el Perú, obteniendo así el tema de investigación.

Se corroboró esta información en uno de los distritos más antiguos y de mayores construcciones de material noble como es el distrito del Rímac, en donde la mayoría de sus edificaciones han sido autoconstruidas, es decir, no hubo un correcto estudio de mecánica de suelos, un correcto estudio de diseño y supervisión por parte de un profesional encargado, debido a los grandes costos que esto implica, llevando consigo a una incorrecta forma de ejecución de los proyectos edificatorios y poniendo en peligro a las familias ante un eventual sismo del cual estamos esperando desde hace muchos años.

Seguidamente se tomó como muestra una vivienda multifamiliar existente en el distrito del Rímac de 90.00 m² con un sistema estructural del tipo aporticado, para evaluar y proponer las alternativas para la ejecución de cinco niveles bajo el reforzamiento de la estructura existente o demolición total y edificación nueva.

En consecuencia, el objetivo general del trabajo de investigación es realizar el análisis estructural y factibilidad económica para definir la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

Entre los objetivos específicos están determinar los periodos de vibración, los desplazamientos laterales, la fuerza cortante de entrepiso y la factibilidad económica entre las alternativas que están siendo objeto de estudio.

En el Capítulo I se llevó a cabo la descripción de la situación problemática de manera tal que se formuló el problema categorizándose en general y específicos, además, se incluyeron los objetivos, justificación e importancia, delimitación, viabilidad técnica, económica y social y el impacto teórico y práctico del tema de investigación.

En el Capítulo II se desarrollaron los antecedentes internacionales y nacionales, así como bases teóricas contempladas en el presente trabajo de investigación, las definiciones de términos básicos y las hipótesis que se plantean al inicio de esta investigación.

En el Capítulo III se desarrollaron el diseño, enfoque, tipo y nivel de investigación, además se delimitó la población y muestra. A su vez menciona la técnica, instrumentos para la recolección y procesamiento de datos, procedimiento que se empleó en el presente trabajo de investigación, también se incluyeron las variables dependientes e independientes, así como la operacionalización de variables.

En el Capítulo IV se expone y explica todo el desarrollo de la investigación en donde al inicio detalla la descripción general del proyecto, luego se procedieron con la evaluación estructural y modelado correspondiente de la vivienda existente, así como, la alternativa de ampliación de niveles a través de un reforzamiento con muros de concreto armado y el modelamiento y propuesta de la alternativa de demolición y edificación nueva.

En el Capítulo V se reflejan los resultados que se han obtenido de las evaluaciones estructurales modeladas en el software ETABS, a su vez se elaboró un metrado de la especialidad de estructuras de ambas alternativas para obtener una comparación y concluir cual propuesta es la más factible económicamente en la ejecución de un proyecto multifamiliar de cinco niveles.

En el Capítulo VI se expone la discusión de resultados, donde se contrastaron los resultados obtenidos con la hipótesis general y específicas planteadas en el presente trabajo de investigación, así como la contrastación con los antecedentes internacionales y nacionales.

Finalmente, se realizó las conclusiones sobre el tema de investigación, se brindan recomendaciones para futuros proyectos que puedan mejorar la línea de estudio que el presente tema de investigación rige, así como fuentes de información de donde se ha extraído para la información y desarrollo del presente trabajo de investigación y culmina con los anexos como matriz de consistencia, planos de ubicación del proyecto, certificado de parámetros urbanísticos y edificatorios del inmueble, resultados de rotura de testigos diamantinos, resultados del estudio de mecánica de suelos, así como los presupuestos y planos estructurales y arquitectónicos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

El Perú está situado geográficamente en una de las regiones más peligrosas y destructivas del planeta, que es el denominado Anillo de Fuego del Pacífico, esta franja o cinturón posee un perímetro de más de 40 mil kilómetros, además el Perú contiene 2 placas tectónicas: una placa oceánica denominada (Placa de Nazca) y otra continental (Placa Sudamericana), todo esto indica que el Perú es un país altamente vulnerable ante un evento sísmico.

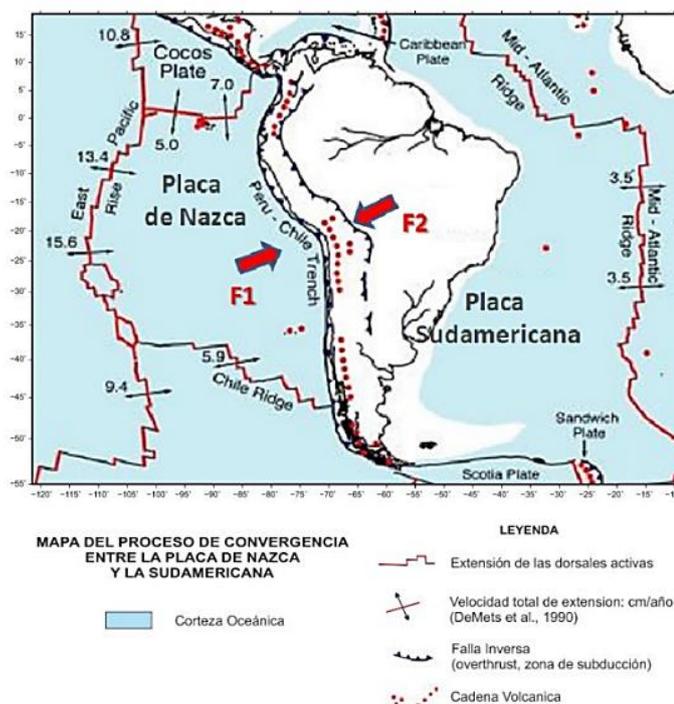


Figura 1. Proceso de convergencia de la Placa de Nazca (Oceánica) y la Sudamericana (Continental).

Fuente: NASA, citado por Ramos, S. (2017). Recuperado de: <https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/3185/ramos2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Para Tavera (2020) “El Cinturón de Fuego del Pacífico es resultado de la tectónica de placas, en esta zona se produce cerca del 90% de todos los sismos que ocurren cada año en el mundo”.

El anillo de fuego del Pacífico del cual se encuentra el Perú, así como países de la región como Chile, Argentina, Bolivia, Ecuador, Colombia, representa una amenaza inminente, ya que se genera aproximadamente el 90% de los eventos sísmicos en el mundo, y del cual lastimosamente estos eventos en función a la magnitud de la liberación de energía expulsada destruye todo a su paso, poniendo en evidencia las falencias en las edificaciones y el criterio estructural de los profesionales responsables.

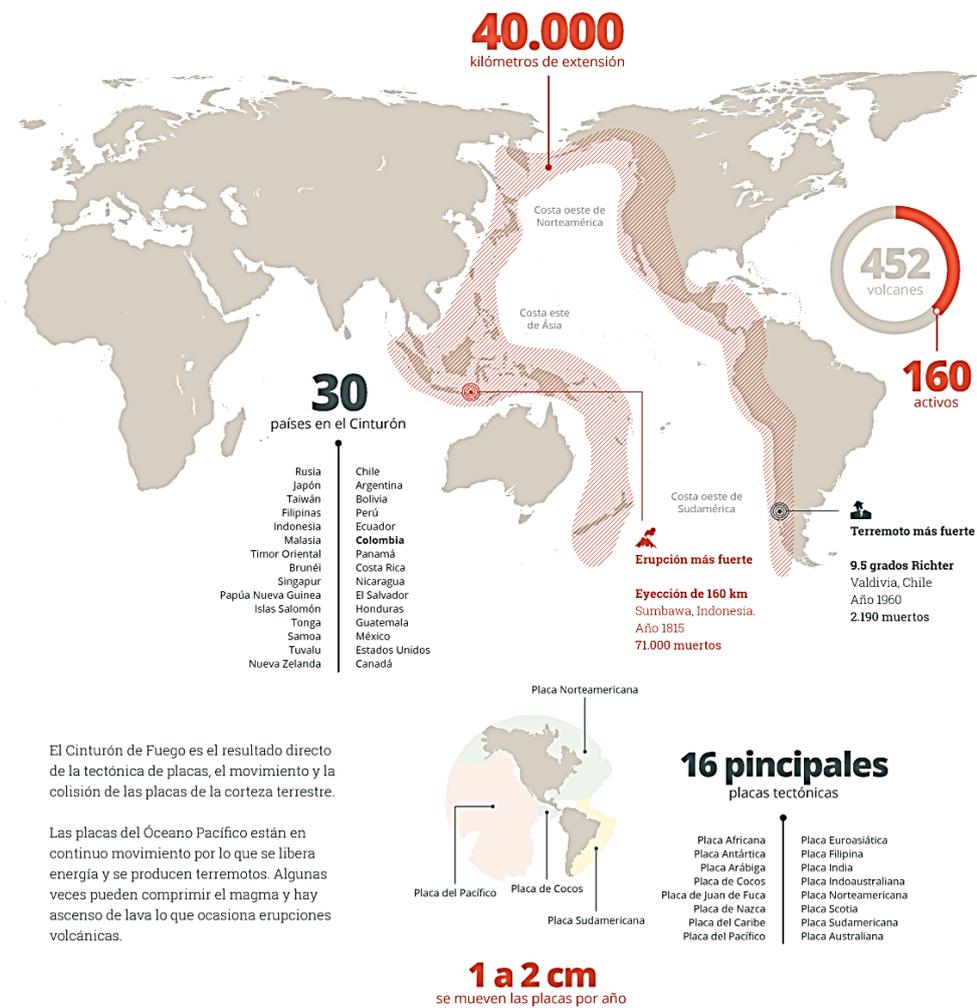


Figura 2. Infografía del Cinturón de Fuego del Pacífico.

Fuente: El Tiempo (2018, septiembre 07). ¿Por qué tiembla tanto en Colombia y en los países vecinos? Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/donde-queda-el-cinturon-de-fuego-y-que-es-265514>

Para Tavera (2017) citado por Agencia Andina (2017) menciona que: “Lima, la capital del Perú, arrastra un silencio sísmico desde 1746, lo que significa que tiene mucha energía acumulada y que en algún momento podría generarse un movimiento telúrico de magnitud importante, para lo cual debemos estar preparados”

La ciudad de Lima contiene una preocupante inactividad sísmica de 275 años, es decir, no se presenta un sismo de gran magnitud desde 1746, y por ende exhorta a la ciudadanía involucrarse más y en proyectarse a reforzar sus edificaciones, ya que este gran silencio sísmico significa que la Tierra posee mucha intensidad dinámica que se encuentra almacenada en nuestra zona y por ende en cualquier instante de tiempo podría ocasionarse un movimiento telúrico de proporciones considerables.

Cerca del 70% de edificaciones construidas en Lima son negligentes e indefensas ante la llegada de un evento telúrico, ya que son edificadas sin ningún tipo de proceso formal y carecen de supervisión por parte de un profesional o autoridad competente y que se estima que en un evento sísmico de regular magnitud estas podrían colapsar generando pérdidas materiales y muchas vidas humanas.



Figura 3. Mapa del Perú y la incidencia de las viviendas informales en Lima.
Fuente: Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) (2018). El alto riesgo de las viviendas informales. Recuperado de: <https://www.construyebien.com/blog/construccion-viviendas-informales/>

Lamentablemente el sistema más utilizado en el Perú es el Sistema de Albañilería Confinada que surge desde el año 1940 y que con los pocos o nulos conocimientos de los que quienes los construyeron pueden ser considerados como viviendas altamente endeblas, es decir indefensas, pues ante un evento sísmico que se avecina, y peor aún estas construcciones llevan en su interior ladrillos tipo pandereta que establecida en el RNE. E.070-Albañilería se encuentran en 9 de cada 10 viviendas en Lima y que no se deben de ser utilizados en los muros perimétricos pues estos ladrillos poseen más del 30% máximo de vacíos permitido.

La buena noticia es que se hoy en día, se vienen realizando estudios y proyectos de reforzamiento en especial en edificaciones del tipo de uso de vivienda, facilitando una cultura de poder mejorar esta edificación y que pueda responder ante un evento telúrico.

Existen diversas alternativas, desde un reforzamiento del tipo encamisado, reforzamiento con fibras de acero, reforzamiento con muros de corte o placas, etc., con la finalidad de poder reforzar la edificación existente, poder ampliar el número de pisos, poder poseer una mejor respuesta estructural ante una sollicitación de carga sísmica, brindando así una mayor seguridad, calidad y bienestar a la población peruana.

1.2. Formulación del problema

Habiendo visualizado y analizado la situación problemática, donde se puede distinguir que la ciudad de Lima presenta un gran silencio sísmico, sumado a que más del 70% de las viviendas están edificadas informalmente, generando que se incremente el grado de vulnerabilidad ante la sollicitación de una carga sísmica.

Hoy en día existe una alternativa de solución que es ejecutar un plan de reforzamiento estructural de manera que la edificación presente un mejor comportamiento y una mejora en la seguridad y calidad de los elementos estructurales garantizando un mayor confort para los habitantes.

Es por ello por lo que se realizó una encuesta a ocho expertos con conocimientos en la materia para poder validar la información adquirida y saber que opinan al respecto sobre lo relacionado en aspectos teóricos y prácticos en el presente tema de investigación, expresando los resultados obtenidos en el diagrama de causa – efecto o también llamado diagrama de Ishikawa.

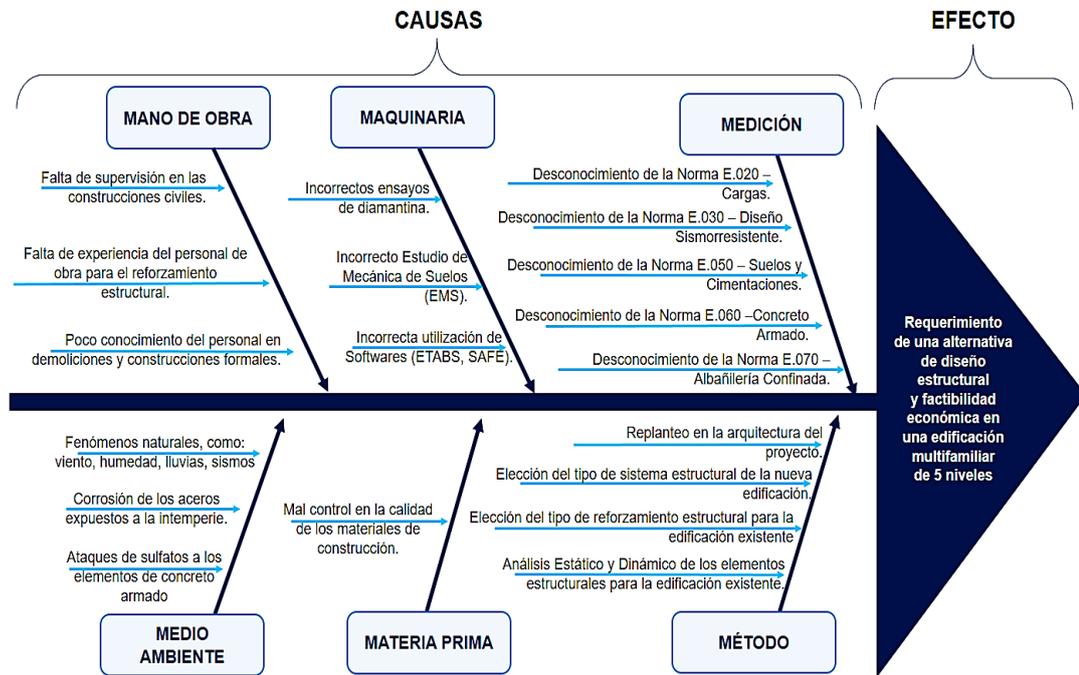


Figura 4. Diagrama de Ishikawa.
Elaboración: El autor (2021).

El presente diagrama de Ishikawa, tal y como se muestra en la Figura 4, muestra las opiniones de los profesionales encuestados, a través de un diagrama comúnmente llamado como diagrama causa-efecto o diagrama de las “6M”, en la cual se exponen aspectos como: mano de obra, maquinaria, medición, medio ambiente, materia prima, método, todos estos aspectos equivalen a las causas, que conducen a una problemática, es decir, el efecto, que en este presente trabajo de investigación muestra el requerimiento de una alternativa de diseño estructural y factibilidad económica en una edificación multifamiliar de 5 niveles.

1.2.1. Problema general

¿En qué medida el **análisis estructural y factibilidad económica** definirá la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?

1.2.2. Problemas específicos

P1: ¿Cómo se determinará **los periodos de vibración** en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?

P2: ¿Cómo se determinará **los desplazamientos laterales** en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?

P3: ¿Cómo se determinará **la fuerza cortante de entrepiso** en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?

P4: ¿Cómo se determinará **la factibilidad económica** en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Realizar el **análisis estructural** y **factibilidad económica** para definir la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

1.3.2. Objetivos específicos

O1: Determinar los **periodos de vibración** en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

O2: Determinar los **desplazamientos laterales** en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

O3: Determinar la **fuerza cortante de entrepiso** en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

O4: Determinar la **factibilidad económica** en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

Para el presente tema de investigación, se recurrió a una consulta a expertos en la materia, para que ellos sean quienes expongan la importancia del presente tema de tesis, con la finalidad de resaltar el gran aporte que este tema puede ofrecer, tal y como se puede ver en la Figura 5.

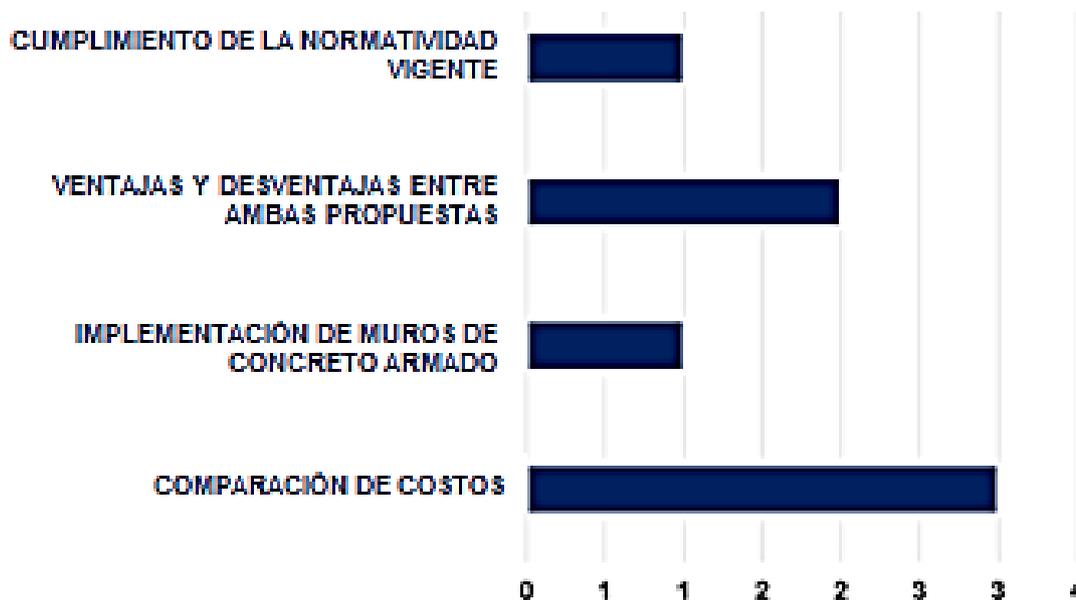


Figura 5. Histograma de la importancia del tema de tesis encuestada a expertos.
Elaboración: El autor.

- El presente trabajo de investigación es un tema importante porque pretende realizar una comparación de costos entre dos alternativas de diseño, además porque implementará un reforzamiento estructural con muros de concreto armado, presentará las ventajas y desventajas estructurales y pondrá a prueba la normatividad vigente de nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Servirá para poder conocer cuál es la mejor alternativa estructural y económica, mejorar la calidad estructural de las viviendas existentes y analizar la viabilidad de las alternativas en la ejecución de un proyecto multifamiliar de cinco niveles en el distrito del Rímac.

- Es de suma importancia, ya que en Lima al igual que las otras ciudades del Perú, existe la poca o nula cultura de construir adecuadamente sus viviendas, muchas de estas están hechas sin supervisión y peor aún sin planos ni consideraciones sísmicas que tanto afectan al país, están hechas con varillas de acero de $\frac{1}{2}$ ", amarradas con alambrcn en forma de estribos y sin cultura de proyección a posteriores pisos, solo fueron construidas para vivir un tiempo de una manera muy precaria y sin aspiraciones a futuras ampliaciones.
- Este trabajo de investigación es importante debido a que en Lima Metropolitana la mayoría de sus edificaciones para el uso de vivienda son informales, sumado a que estas edificaciones ya cumplieron su vida útil para lo cual fueron diseñadas; y que en un eventual movimiento sísmico colapsarían, dejando a su paso pérdidas humanas y materiales.
- Esto genera la necesidad de reforzar las edificaciones, es por eso, que el presente trabajo de investigación busca comparar el comportamiento estructural y la factibilidad económica entre dos alternativas, la primera de ampliación de niveles, es decir, involucra un reforzamiento sumado a un incremento de dos niveles, es decir, de tres pisos a cinco pisos en total; y la segunda alternativa la demolición de la edificación existente para que sea construida una nueva en su totalidad, con la finalidad de hacer una correcta elección estructural y económica.

1.5. Delimitación de la investigación

Para presente tema de investigación se ha tomado como muestra una vivienda multifamiliar existente de 90.00 m² con tres niveles con un sistema estructural del tipo aporticado en el distrito del Rímac, provincia y departamento de Lima, la cual presenta una forma regular, localizada entre lotes, presenta una topografía plana y con vistas a exterior.



Figura 6. Fachada de la vivienda existente de tres niveles.
Elaboración: El autor (2021).

Este trabajo de investigación, tiene como alcance elaborar un diseño de los elementos estructurales, sometiendo al proyecto bajo fuerzas de sismos, a su vez será modelado en el software ETABS v16, SAFE, con el objetivo analizar cuál de las alternativas de ampliación o demolición ofrece un mejor comportamiento estructural y factibilidad económica para un proyecto multifamiliar, en donde se espera que la edificación soporte las cargas provenientes del sismo, es decir, la construcción no colapse y por ende siga cumpliendo con su función útil la cual fue diseñada.

Cabe mencionar que las instalaciones eléctricas y sanitarias no serán abarcadas en la presente investigación ya que, el tema se delimita al ámbito estructural y económico, lo cual no es un factor que altere la finalidad del presente tema.

Es por eso por lo que solo se empleó los planos arquitectónicos de la vivienda multifamiliar existente de tres niveles, así como, los planos estructurales de dicha vivienda, para así poder iniciar con el presente estudio de investigación.

1.6. Limitaciones de la investigación

En cuanto a limitaciones se refiere, es el poco conocimiento en cuanto a un análisis no lineal, ya que la estructura se encuentra existente, además de eso existe la limitación del no tener acceso a profundidad de cómo se encuentra en la calidad del concreto, el estado y las cuantías de acero, la profundidad de la cimentación, la calidad de los materiales con la que la edificación ha sido construida, la calidad del personal de construcción civil que ha sido partícipe en la realización de trabajos de campo de la vivienda multifamiliar, todos esos datos se encuentran ocultos, pero con la capacidad, el criterio, los ensayos a realizar y los conocimientos impartidos por la universidad, hará de este presente trabajo de investigación una solución rápida, eficaz y con mucha responsabilidad, para salvaguardar a las familias que la habiten.

Otra limitación que presenta la tesis es causada por las restricciones por parte del Gobierno en cuanto a las medidas para salvaguardar a la población debido a la pandemia del COVID-19, que imposibilita el acceso a las instalaciones del Laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres (USMP – FIA) y en laboratorios en general de otras universidades, es por eso por lo que se tuvo que realizar ensayos en laboratorios privados, generando de un incremento en los costos de los ensayos correspondientes.

1.7. Viabilidad de la investigación

1.7.1. Viabilidad técnica

La presencia de fuentes de información publicadas en plataformas como libros, trabajos de tesis de ingenieros civiles, temas que guardan relación con el nombre de este trabajo de investigación, así como la gran ventaja de Internet para poder incluso revisar repositorios de tesis de universidades no solo de todo el Perú, sino del todo el mundo.

Por ser un trabajo de investigación descriptiva y experimental, las ventajas de las demandas son asequibles para realizar este presente trabajo de investigación, ya que son relativamente accesibles, ya que las herramientas que más serán usadas son conceptuales, así como los softwares como ETABS, SAFE, AUTOCAD, SKETCHUP, entre otros.

Este proyecto ya sea por la alternativa de ampliación de niveles o la alternativa de demolición y construcción de una edificación nueva, tiene como fin la construcción de cinco niveles a pedido de los propietarios, y esta cantidad de pisos es viable ya que el proyecto presenta una zonificación del tipo Residencial de Densidad Media (RDM) y según en el Certificado de Parámetros Urbanísticos y Edificatorios del presente inmueble al poseer un área de terreno de 90.00 m² le corresponde una edificación de hasta cinco pisos, tal y como se muestra en la Figura 7.



"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DEL RÍMAC
 GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
 SUB GERENCIA DE OBRAS PRIVADAS Y CATASTRO

CERTIFICADO DE PARÁMETROS URBANÍSTICOS Y EDIFICATORIOS N° 062-2021-SGOPC-GDU-MDR

La Gerencia de Desarrollo Urbano, Sub Gerencia de Obras Privadas y Catastro que suscribe, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones; Ley 29090(29.09.2007) y su Reglamento (27/9/2008), Ord. 1015-07-MML de fecha (14.05.07).
Certifica que:

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Expediente	: TUPA-2448-2021
Solicitante	: EDWIN JESUS CUEVA VILLANUEVA
Ubicación del inmueble	: BALCÓN DEL RIMAC MZ L LT 10 -RIMAC

INFORMACIÓN TÉCNICA

Área de Tratamiento Normativo	: I
Zonificación	: RDM – ZONA RESIDENCIAL DE DENSIDAD MEDIA

PARÁMETROS URBANÍSTICOS Y EDIFICATORIOS

De aplicación para todo el lote

Usos Permitidos:	Unifamiliar, Multifamiliar y Conjunto Residencial.
Usos Compatible:	Sólo los señalados en el Índice de Usos para la Ubicación de Actividades Urbanas, aprobado por la Ordenanza N° 1015-MML que aprueba el Reajuste Integral de la Zonificación de los Usos de Suelo publicado en el Diario Oficial El Peruano de fecha 14 de Mayo del 2007.
Retiro:	2.00 ml.
Eje de vía:	$\frac{1}{2} (a) + r$ (a= sección vial del PASAJE 3, r= retiro).

ZONA I	USOS PERMITIDOS	LOTE MÍNIMO (m ²)	FRENTE MÍNIMO (ml)	ÁREA LIBRE MÍNIMA	ALTURA MÁXIMA DE EDIFICACIÓN	DOTACIÓN ESTACIONAMIENTOS	ÁREA MÍNIMA UNIDAD DE VIVIENDA
Residencial De Densidad Media RDM	Vivienda Unifamiliar	80	5	25%	3 PISOS	No aplica	65.00 m ² para departamentos de (3 dormitorios)
	Multifamiliar	90 - 150	6	30%	3 - 5		
	Conjunto Residencial	800	20	50%	6	01 Estacionamientos X Cada 2 Viviendas	

FECHA DE EXPEDICIÓN: 13.04.2021

FECHA DE CADUCIDAD: 13.04.2024

Figura 7. Certificado de Parámetros Urbanísticos y Edificatorios.
 Elaboración: Municipalidad Distrital del Rímac.

1.7.2. Viabilidad económica

El presente trabajo de investigación tendrá el apoyo de ensayos en laboratorios, entre los cuales se realizará ensayos de calicata para conocer el estado del suelo a través de una calicata en el inmueble a ser objeto de estudio, así como, un ensayo para conocer la calidad del concreto a través de una extracción de diamantina, ya que estos ensayos son de mucha vitalidad para obtener los datos de cómo se encuentra la calidad del concreto y bajo qué capacidades portantes está diseñada la presente edificación. Todos los gastos fueron asumidos íntegramente por el autor.

1.7.3. Viabilidad social

Este trabajo de investigación es oportuno, debido a los múltiples escenarios sísmicos ocurridos en nuestro país, así como el gran silencio sísmico que hay en Lima por más de 270 años, ya que el último sismo de gran magnitud no se da desde 1746 y la necesidad de construir adecuadamente es urgente.

La realización del presente tema de investigación se utilizará un proyecto multifamiliar en el distrito del Rímac, el cuál es considerado como uno de los distritos con un mayor índice en construcciones informales, por lo tanto, este tema de tesis pretende encontrar una alternativa la cual presente un mejor comportamiento estructural y factibilidad económica, para así brindarle una mayor seguridad a quienes la habiten.

1.8. Impacto de la investigación

1.8.1. Impacto teórico

- Permitirá conocer cuál es la mejor propuesta de diseño estructural y factibilidad económica entre la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles en el distrito del Rímac.

- Permitirá comparar las alternativas que están siendo objeto de estudio desde el ámbito económico, implementando planos, metrados para la correcta elaboración del cálculo del presupuesto.
- La utilidad que tendrá el presente trabajo de investigación permitirá elaborar una comparación de costos entre las dos alternativas, implementará muros de concreto armado como reforzamiento estructural, presentará las ventajas y desventajas estructurales y pondrá a prueba la normatividad vigente.

1.8.2. Impacto práctico

Para el impacto práctico, es decir, los posibles beneficiarios del presente tema de investigación, se recurrió a una consulta a expertos en la materia, para que ellos sean quienes expongan quienes serían los posibles beneficiarios con el objetivo de resaltar a quienes va dirigida este tema y el enfoque que se le deberá de dar para no perder al público que recibirá y visualizará cada parte del presente tema, tal y como se puede visualizar en la Figura 8.

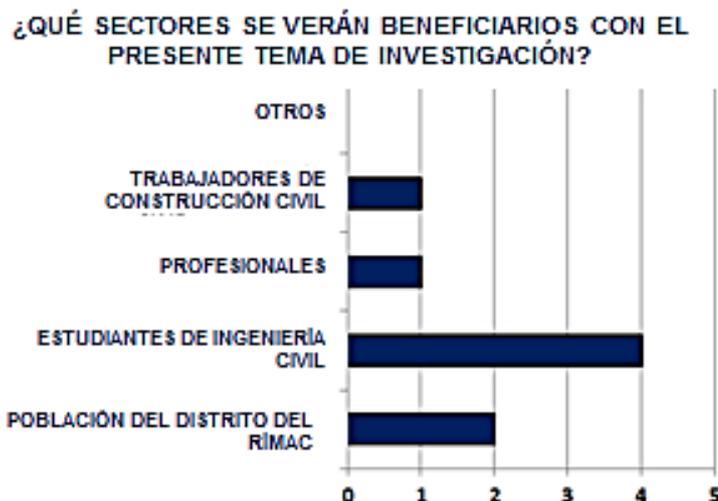


Figura 8. Histograma de los beneficiarios del tema de tesis encuestada a expertos. Elaboración: El autor (2021).

- Beneficiará a los estudiantes e ingenieros civiles del país, a los habitantes del distrito del Rímac, quienes podrán tener a su alcance toda información presentada, así como los procedimientos de ensayos a seguir y ser contemplados entre ambas alternativas de solución, velando por la integridad de sus habitantes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Arteaga, P. (2017), en su tesis titulada **Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al Patrimonio Central edificado en la ciudad de Cuenca – Ecuador**, buscó:

Analizar el grado de vulnerabilidad de una solicitud de fuerzas sísmicas, identificando las insuficiencias en ejecución de proyecto, identificando el diseño geométrico y arquitectónico del proyecto, otro de los objetivos específicos es evaluar la calidad estructural de la edificación.

Teniendo como resultados que el grado de vulnerabilidad sísmica se ve convertido en la parte más importante del estudio arquitectónico ya edificado, de manera que garantice la seguridad en un escenario sísmico, además, este análisis induce a una reflexión sobre el futuro de la propia edificación en un evento telúrico con características similares al sismo ocurrido el 16/04/2016.

Castellanos, D. (2015), en su tesis titulada **Comportamiento de muros estructurales con concreto de alto desempeño para viviendas de baja altura**, buscó:

Evaluar la utilización de concreto de alto desempeño reforzado con fibras para la construcción de muros estructurales en viviendas de baja altura, con la finalidad de determinar la viabilidad del acero de refuerzo en el alma de los muros, reduciendo costos y tiempos de ejecución, evaluando el comportamiento experimental de muros estructurales construidos con concreto de alto desempeño en viviendas de baja altura. Teniendo como resultados que las demandas de cortante, flexión y carga axial en los prototipos de vivienda de baja altura analizados, permiten inferir que este tipo de edificaciones podrían estar controladas por los requisitos de refuerzo mínimo para soportar los efectos de temperatura y retracción por fraguado del concreto. Se espera que los muros construidos con CRF tengan un mejor desempeño en los ensayos cíclicos cuasi-estáticos, ya que las fibras proporcionan resistencia post-agrietamiento a tensión, lo que mejora sustancialmente la resistencia a cortante del material, así como su capacidad de deformación y absorción de energía.

Maldonado, D. & Durán, J. (2013), en su tesis titulada **Metodologías para evaluación y reforzamiento estructural de edificios de hormigón armado mediante muros de corte y fibras de carbono**, buscaron:

Investigar la implementación de muros de corte como reforzamiento estructural, diseñando los muros de corte e implementándolos al edificio de estudio. Teniendo como resultados que los muros de corte incrementan la rigidez de la estructura, lo que produce una disminución de los desplazamientos laterales y la determinación de la ubicación de los muros es muy importante en el comportamiento estructural. Otra conclusión, fue que al incluir los muros estos disminuyeron los periodos de vibración. Además, la influencia de los muros puede alterar el diseño arquitectónico, de forma que deben involucrarse lo menos posible en cambios drásticos del proyecto.

Martinez, W. (2018), en su tesis titulada **Influencia del empleo de ladrillo artesanal de Guayaquil en el comportamiento sísmico de edificaciones de albañilería confinada de mediana altura**, buscó:

Proyectar una edificación con el sistema de albañilería confinada empleando ladrillo artesanal de manera que se pueda comprender su comportamiento sísmico, explorando los diferentes tipos de ladrillos artesanales disponibles en la ciudad de Guayaquil, analizando tres modelamientos distintos de 3, 4 y 5 pisos en diferentes suelos dentro de la ciudad de Guayaquil. Teniendo como resultado que el diseño por cargas de servicio contempladas en la norma E.070 presentó una carga limitada, y que, según el análisis sísmico de las edificaciones modeladas, los modos de vibrar de las estructuras influyeron directamente en las magnitudes de los esfuerzos tanto de corte como de momento flector, poniendo en evidencia que las características del suelo no son la única variable demandante de esfuerzos.

Orlando, I. & Bittencourt, T. (2019), en su tesis titulada **Projeto de estruturas de concreto armado reforçadas com compósitos FRP: dimensionamento à flexão e à força cortante**, buscaron:

Contemplar el estudio de los principales aspectos que orientan las propuestas normativas con criterios para el diseño de estructuras de hormigón armado con Polímeros Reforzados con Fibra (FRP), se presentó el análisis de la verificación de seguridad de elementos reforzados con flexión, luego se estableció un estudio comparativo entre los resultados experimentales obtenidos en la bibliografía. Comparando los valores máximos de la capacidad resistente discutiendo la importancia de las características de los materiales. Teniendo como objetivos definir recomendaciones para el mayor cuidado y correcto dimensionamiento de elementos estructurales de hormigón armado reforzados con sistemas constituidos por materiales compuestos FRP.

Verificar la relevancia de algunos parámetros que están limitados por NBR6118 de manera diferente a otras regulaciones (ACI y FIB), con el fin de incrementar la eficiencia de esta técnica de refuerzo y conducir al establecimiento de criterios de dimensionamiento regulatorio en Brasil.

Teniendo como resultados que el modelo de previsión establecido por el Código Modelo FIB (2010) y ACI-440 (2017) arroja resultados por el lado de la seguridad, pero con relativa dispersión de valores, siendo los resultados analíticos más conservadores en losas que en vigas.

En los modelos de losas reforzadas con laminados mediante la técnica EBR, se observó que la predicción del momento de rotura (M_r) es muy cautelosa según estas dos filosofías, siendo el modelo ACI440 (2017) incluso más conservador que el FIB Código modelo (2010).

En general, para estructuras reforzadas con FRP mediante la técnica EBR (laminados), al compararlo con ACI440 (2017), parece que la metodología de cálculo establecida por el FIB Modelo Codel 2010 conduce a una menor dispersión y resultados analíticos más cercanos a los valores experimentales.

Sánchez, F. (2016), en su tesis titulada **Procedimiento general de diseño de estructuras de concreto reforzado utilizadas en el sistema de construcción industrializado en serie**, buscó:

Desarrollar un procedimiento general de diseño de estructuras tipo cajón de concreto reforzado, utilizadas en el sistema de construcción industrializado en serie, que sirva de guía para los estudiantes y profesionales a fines al proyecto, desarrollando un análisis y diseño estructural de los elementos requeridos por el sistema, así como realizó una comparación de la resistencia del sistema durante su proceso de fraguado. Teniendo como resultado que el resultado el análisis de los elementos estructurales tipo cajón se realiza de manera independiente, siendo los muros los únicos analizados con la presencia de fuerzas laterales.

Además, de que el diseño de estos elementos, son caracterizados por su simplicidad en el armado y su buena rigidez, siendo beneficioso en lo económico y adaptable para el mercado de la construcción industrializada.

Soares, L. (2019), en su tesis titulada **Análise e Dimensionamento de paredes de concreto armado para fins de casas populares**, buscó:

Establecer pautas para el análisis y diseño estructural de un edificio vivienda unifamiliar en muros de hormigón armado, en base a modelos de cálculo y Modelado numérico realizado mediante el método de elementos finitos, diseñar una casa popular para modelar la estructura y realizar el análisis estructural desde de los métodos de análisis de Muros Aislados (PI), Grupo de Muros Aislados (GIP) y Método de elementos finitos (MEF), comparar los resultados obtenidos a través de los modelos de cálculo de PI y GIP con el modelo en elementos finitos diseñados en el software SAP2000. Teniendo como resultados que fue posible modelar y analizar la estructura del edificio de planta baja a través de tres métodos de análisis diferentes (PI, GIP y MEF) y, por tanto, realizar una comparativo entre ellos. Teniendo en cuenta que la comparación se basó en la Método de elementos finitos (FEM), los resultados obtenidos tuvieron una disparidad considerable. Como es un edificio de una sola planta, se adoptó el refuerzo mínimo para muros de hormigón. Se concluye, entonces, que, aunque el análisis estructural realizado no obtuvo resultados satisfactorios en la comparación de los métodos utilizados, presentando altas diferencias porcentuales, esto no influyó directamente en el dimensionamiento de las paredes.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Belizario, C. (2017), en su tesis titulada **Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación**, buscó:

Elaborar un reforzamiento para un aumento de niveles en una vivienda de dos pisos construidos en la Ciudad de Huancayo, mediante la descripción de la proporción entre las derivas y periodos del sistema estructural, determinando el reforzamiento idóneo en el casco estructural de manera tal, que la vivienda pueda soportar las cargas nuevas provenientes del incremento de pisos. Considerando en los resultados obtenidos que la propuesta de reforzamiento permite disminuir los desplazamientos, disminuyéndolos hasta el 22.00% del valor inicialmente considerado.

Además, el periodo alcanzado se acortó de 0.68 a 0.49 seg, teniendo más tiempo para evacuar la edificación; en columnas = necesario incrementar la sección, con reforzamiento de concreto armado (encamisado + muros de corte). Encamisado de columnas = 113% más que uno nuevo. Placas = 99% más a unas nuevas. Muros de contención = 83% más del costo total.

Benigno, M. & Gamarra, G. (2018), en su tesis titulada **Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018**, buscaron:

Realizar un reforzamiento de una vivienda con la finalidad de adquirir los criterios de estructuración de manera tal que pueda responder ante un sismo usando mallas electrosoldadas, realizando una evaluación de la edificación, además de relacionando la alternativa de reforzamiento bajo el tipo de albañilería confinada y la de concreto armado.

Teniendo como resultados que se logró especificar las fuerzas cortantes en ambos ejes, además pudieron constatar que el motivo por el que se tiene que reforzar se debe que ese elemento no cumple con el diseño estructural el cual fue contemplado en un inicio, por último, se tuvo que el sistema de albañilería confinada presenta una mejor viabilidad económica. Además de ser de sencilla ejecución en campo, es por eso por lo que su utilización intensiva en viviendas conlleva muchas veces a un error de construcción informal sin supervisión de los profesionales competentes.

Estrada, M. & Yoplac, J. (2019), en su tesis titulada **Evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado con fibras de carbono en el edificio multifamiliar Huaraz, Breña - Lima 2019**, buscaron:

Elaborar un reforzamiento con la finalidad de validar la viabilidad de este método en una vivienda multifamiliar, detallando el empleo de fibra de carbono como una de las mejores opciones de costo-beneficio en comparación con el método de encamisado en los elementos verticales y horizontales de la edificación.

Teniendo como resultados que, al elaborar el reforzamiento con fibras de carbono, los elementos reforzados incrementan su esfuerzo en flexo-compresión, alcanzando valores que van de 10 al 20% al momento que se compara una sección con y sin reforzamiento, además se confirmó mencionado por países más desarrollados, en la que mencionan que el precio para contemplar un reforzamiento en viviendas para ser estimado como viable y rentable este valor no deberá de superar al 30%, alcanzando en su trabajo de investigación un valor obtenido de 29.88%, lo cual respalda y confirma lo anteriormente mencionado.

Huanca, J. & Terrones, Y. (2019), en su tesis titulada **Evaluación sísmica del reforzamiento estructural con muros de concreto armado con fines de ampliación de la Casa de la Mujer Florencia de Mora con la Norma E030-2018 en el departamento de La Libertad**, buscaron:

Realizar un reforzamiento empleando muros de corte para una edificación con finalidad de incrementar niveles a la superestructura, usando como respaldo la Norma E.030, evaluando su comportamiento para verificar si dicha muestra merece ser reforzada de manera tal, que al incrementar niveles pueda responder adecuadamente ante un sismo de magnitudes considerable.

Teniendo como resultados que los desplazamientos obtenidos durante el modelamiento de la edificación existente arrojaron valores por encima de los valores contempladas en la Norma E.030, por lo que se resume en que necesita de un reforzamiento.

Adicionalmente se tuvo un incremento en el peso de la vivienda, por lo que también implementaron reforzamiento de cimentación.

Paredes, N. & Ccahuana, R. (2018), en su tesis titulada **Reforzamiento estructural para mejorar el comportamiento sismorresistente de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, Lima – 2018**, buscaron:

Elaborar un reforzamiento estructural de 3 niveles con la finalidad de poder corroborar si la vivienda cuyo material predominante son ladrillos requiere o no de un reforzamiento.

Teniendo como resultados que el reforzamiento con muros de corte es la opción más viable, debido a que la estructura se adapta mejor a las características de la edificación. Adicionalmente se tiene que los muros de corte proporcionan una mayor rigidez a la superestructura, al mismo tiempo que disminuyen los desplazamientos alcanzando una mejor respuesta.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Elemento estructural

a. Zapatas

Para Gómez (2018), las zapatas son “elementos estructurales que permiten transmitir el peso de la construcción que soportan las columnas, muros de carga o pilares, más el peso propio de ellos, el peso es soportado y distribuido hasta abajo del suelo”.

Una zapata es un elemento estructural que tiene como función recibir las cargas provenientes de la edificación, es decir, el peso de las personas y muebles (carga viva), es transmitida hacia la losa, ésta a su vez transmite esta carga y le añade su mismo peso propio a las vigas, estas vigas reciben el peso sumado más su mismo peso propio es transmitida hacia la columna, que a su vez también transmite su mismo peso sumado al peso recibido y convierte toda esta masa en una carga puntual que se ve depositada en la zapata, cuyas secciones y formas serán definidas por el ingeniero responsable, garantizando qué tipo de zapata o cimentación usar de manera tal que no ocurran deformaciones o asentamientos al ser aplicadas en el suelo, para eso es importante analizar y elaborar una calicata para poder conocer las características del suelo.

a.1. Zapatas aisladas

Para Yepes (2020), una zapata aislada es “una cimentación puntual que recibe un solo sistema de carga, como son los pilares, es considerada la cimentación más económica y se emplea en terreno firme y competente, transmitiendo una tensión de media a alta y provocando asentamientos moderados”.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, una zapata aislada es en muchos casos una de las alternativas más económicas y con menor complejidad en el proceso constructivo, este tipo de zapata es normalmente empleado cuando el sistema estructural definido en la edificación es del tipo aporticado, es decir, cuando en sus elementos estructurales, contemplan columnas y vigas estructurales, dejando de lado los muros, siendo estos muros no portantes.

Este tipo de zapatas también es ideal para suelos muy buenos, es decir rocosos o con presencia de grava o arena compacta, ya que la cimentación en estos tipos de estratos funciona mejor y no necesita de algún mejoramiento del suelo, garantizando así la viabilidad del proyecto.

Hoy en día existen diferentes formas geométricas de zapatas, cada una de ellas cumple una función estructural, de estética y que dependiendo la capacidad portante del suelo son diseñadas.

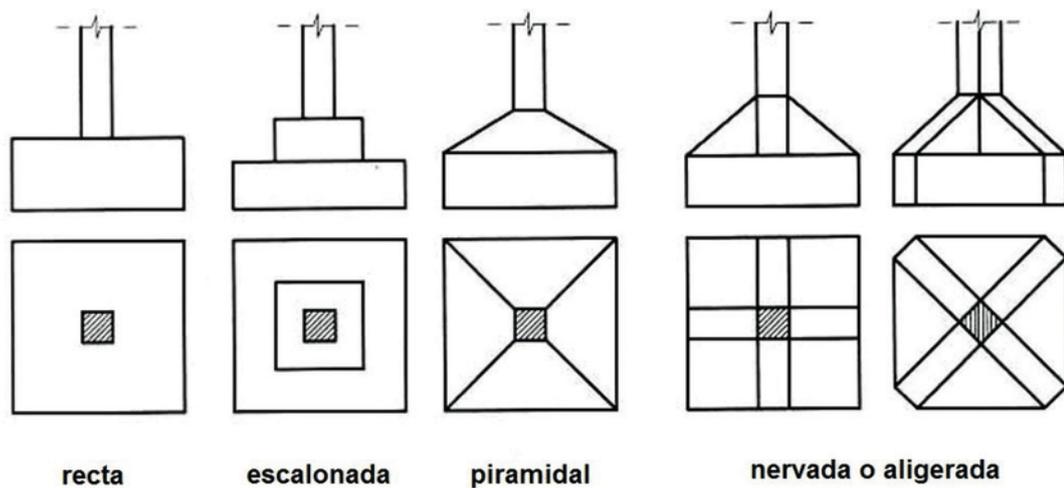


Figura 9. Tipología de zapatas atendiendo a su forma.

Fuente: Yepes, V., (2020). Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. Recuperado de: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/03/29/la-zapata-aislada/>

a.2. Zapatas combinadas

Para ConstruyoRed (2017), las zapatas combinadas son “empleadas como base de dos o más columnas cercanas, su objetivo es evitar excéntricas cargas en la última zapata, en estas zapatas las columnas no se ubican al centro sino de forma excéntrica a diferencia de las columnas perimetrales”.

Las zapatas combinadas, son elementos en la cimentación que se caracterizan por estar compuestas de dos o más columnas, es decir, este tipo de zapata engloba como mínimo a dos columnas, que, para ser consideradas, éstas deben de estar muy cercanas, compartiendo así la misma cimentación de concreto armado.

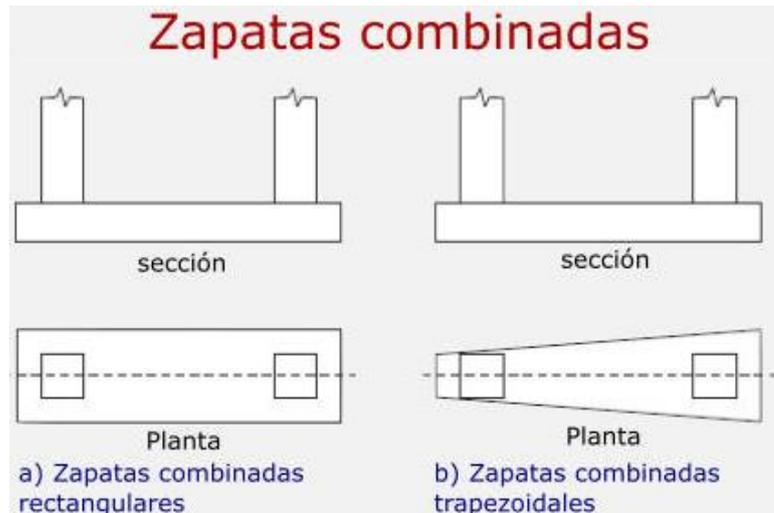


Figura 10. Zapatas combinadas.
Fuente: GeologiaWeb. Recuperado de: <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/zapatas-combinadas/>

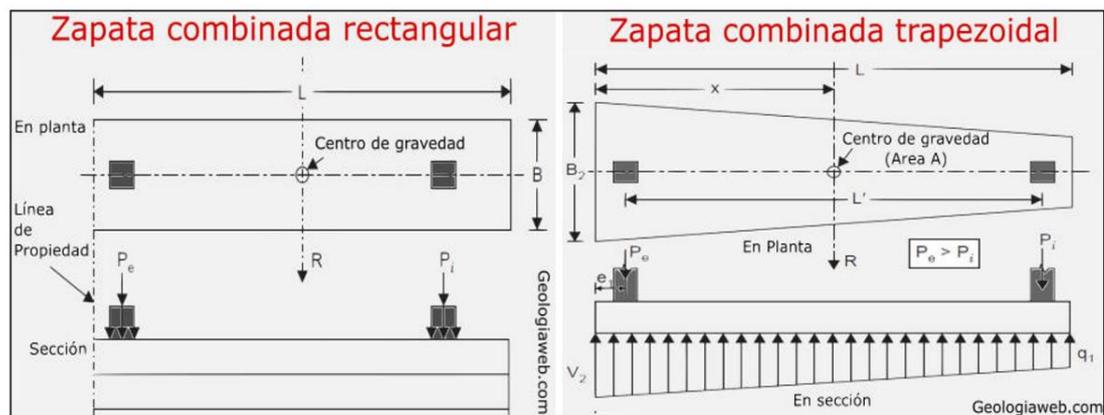


Figura 11. Tipos de zapatas combinadas.
Fuente: GeologiaWeb. Recuperado de: <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/zapatas-combinadas/>

b. Columnas

(Norma E.070, 2006) define “elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación, la columna puede funcionar simultáneamente como arrioste o como confinamiento”.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, una columna es un elemento estructural, que tiene como principal función recibir todo el peso de la edificación y que, a través de este elemento, canaliza en una carga puntual que va directamente a la edificación.

Las columnas debido a su forma pueden ser consideradas para el diseño de forma rectangular, cuadrada o circular, y en cuanto a su distribución de estribaje estructural, éstas pueden ser estribaje normal, es decir, estribos separados por una distancia las una de las otras y estribaje zunchadas, es decir, estribos distribuidos de forma espiralada, encerrando a las varillas longitudinales.

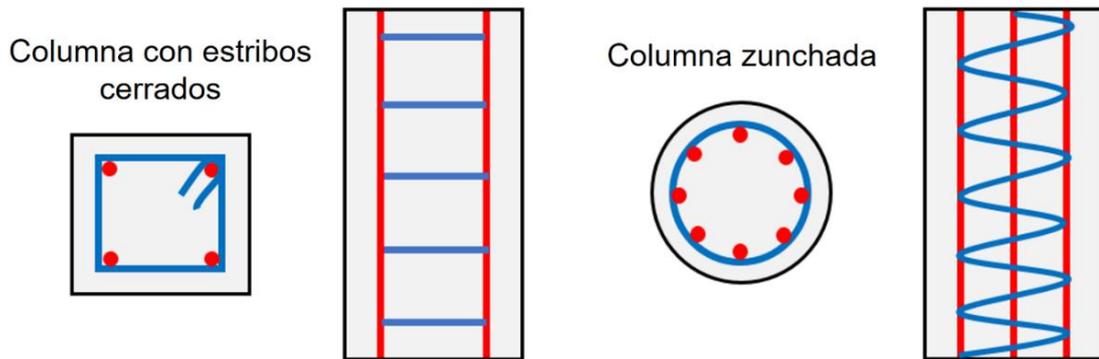


Figura 12. Tipos de columnas según su estribaje.
Elaboración: El autor (2021).

c. Muros

c.1. Muro no portante

(Norma E.070, 2006) define “muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano, son por ejemplos, los parapetos y los cercos”.

Según lo antes mencionado, estos muros no portantes, comúnmente son empleados como muros para divisiones, en caso de separación de ambientes, son muros que no portan ningún elemento estructural, normalmente estos muros están conformados por ladrillos del tipo pandereta, cuyos orificios están en forma horizontal y superan el 30% de vacíos estipulada por el RNE.

Para el modelamiento estructural de estos muros no portantes, estos no son contemplados en el diseño, es decir, no se dibujan en la estructura, debido a que en el software ETABS solo se colocan o modelan los elementos que aportan rigidez a la edificación, es por eso por lo que no son tomados en cuenta, sin embargo, el peso de estos elementos (carga muerta) sí son considerados como una carga distribuida, pues el peso de estos muros debe de estar introducidos en el software.

c.2. Muro portante

(Norma E.070, 2006) define “muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación, estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical”.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado un muro portante emite y transfiere cargas de un nivel a otro inferior, estos muros constituyen una parte importante para la estructura como es el caso de una edificación de albañilería, que puede ser tanto para un sistema aporcado (en cuyo proceso constructivo 1° van las columnas y vigas, losa, y posteriormente los muros estructurales), o un sistema de albañilería confinada (en cuyo caso el proceso constructivo van de la mano los elementos verticales conjunto con los muros portantes).

Para ambos casos un muro portante se caracteriza por el empleo de un ladrillo tipo 18-H (ladrillo tipo King-Kong), cuyos orificios verticales permiten un mejor comportamiento y cumple con el volumen máximo de vacíos, pues el volumen de vacíos de este tipo de ladrillos es menor al 30% estipulado por el RNE.

Tabla 1

Unidades de ladrillos con objetivos estructurales

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	+ - 8	+ - 6	+ - 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	+ - 7	+ - 6	+ - 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	+ - 5	+ - 4	+ - 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	+ - 4	+ - 3	+ - 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	+ - 3	+ - 2	+ - 1	2	17.6 (180)
Bloque P	+ - 4	+ - 3	+ - 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	+ - 7	+ - 6	+ - 4	8	2.0 (20)

Fuente: Norma E.070, (2006).

d. Vigas

Para Requejo (2014), define a la viga como “elemento estructural, fundamental en la construcción, será el tipo, calidad y fin de la construcción lo que determinará medidas, materiales de la viga y sobre todo su capacidad de sostener y contener pesos y tensiones”.

De acuerdo con lo antes mencionado, una viga, es un elemento estructural que va de manera horizontal que normalmente van apoyadas sobre las columnas, muros o quedan en coladizo, estas vigas tienen como objetivo soportar cargas, tienen la fundamental labor de soportar la carga proveniente de la losa, ya sea, losa aligerada, losa maciza, losa nervada, así como soportar el peso proveniente de la carga viva (personas y muebles), así como la carga de los acabados y tabiquería en caso hubiese.

e. Losa aligerada

Según Abanto (2017) menciona que una losa aligerada “es una albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería, la cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel”.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, la función de las losas aligeradas es de transferir: peso propio, sobrecarga de los habitantes (según el tipo que se le dé a la edificación), hacia los muros o vigas, otro punto importante es que las losas transfieren a los muros la fuerza horizontal sísmica producto de un evento telúrico (disipa esta fuerza debido a su resistencia).

Para el proceso constructivo estas losas son vaciadas in situ uniformemente con las vigas, cabe mencionar que durante el encofrado se deberá de tener en cuenta la flecha de la losa, es decir si solo se deja el encofrado tal cual, al desencofrarlo la losa recibirá cargas y por ende habrá una flexión (pandeo), es por eso por lo que en el encofrado se alza un poco la flecha para que cuando se desencofre esta vuelva a su estado normal y no sufra problemas a futuro.

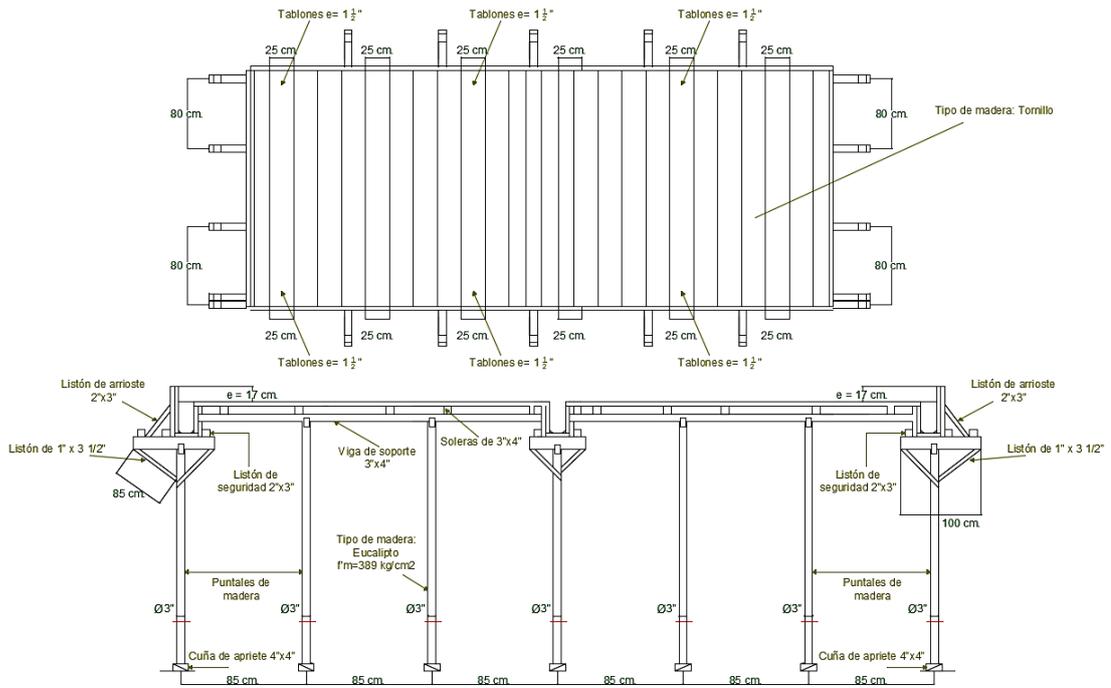
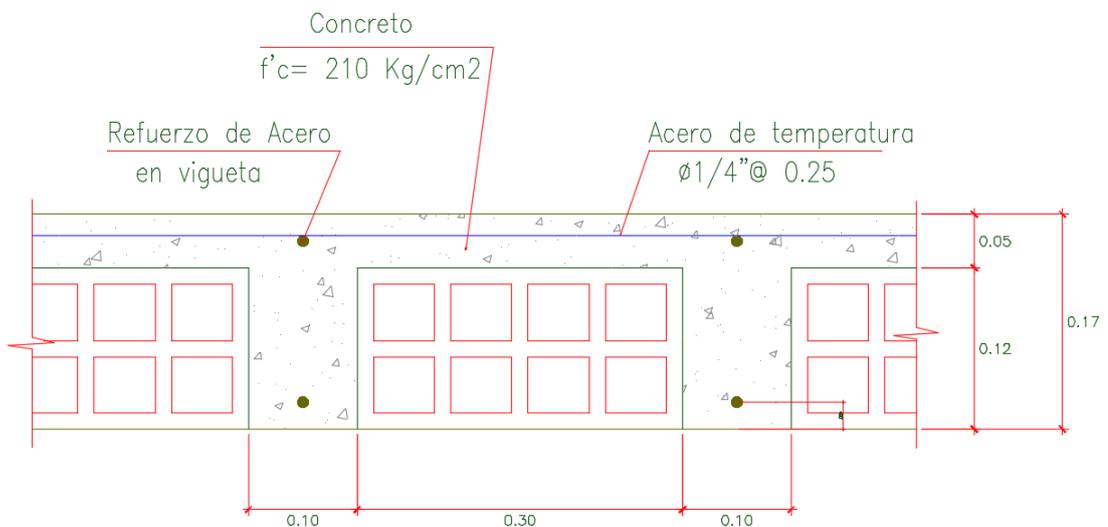


Figura 13. Detalle de encofrado en losa aligerada.
Elaboración: El autor (2021).

Finalmente cumple la función de unir columnas, vigas, muros, de forma tal que la edificación pueda trabajar en conjunto como forma de diafragma rígido, como si fuese una sola unidad sólida, de forma que cuando la fuerza horizontal sísmica, ésta afecte a toda la edificación y no se concentre en la parte más rígida de la edificación, pudiendo ocasionar el colapso de ese o los elementos estructurales.



SECCION TIPICO DE LOSA ALIGERADO (H=0.17)

Figura 14. Detalle de una losa aligerada.
Elaboración: El autor (2021).

De acuerdo con la Figura 14, se puede visualizar que una losa aligerada cuenta con un espesor de losa pequeña de 0.05 m., valor considerado, pues dentro de este espesor se encuentra sumergido el acero de temperatura.

La forma en que se distribuyen las cargas en una edificación, inicia con el conjunto de todas las cargas provenientes de los mismos materiales denominado como “carga muerta” y la carga proveniente de los habitantes o personas que usen este espacio denominado como “carga viva”, estos pesos ejercen directamente sobre las losas, estas a su vez son distribuidas hacia las vigas, luego se distribuyen a las columnas y por ultimo reciben las cargas la cimentación que directamente ejerce todo el peso hacia el suelo de fundación.

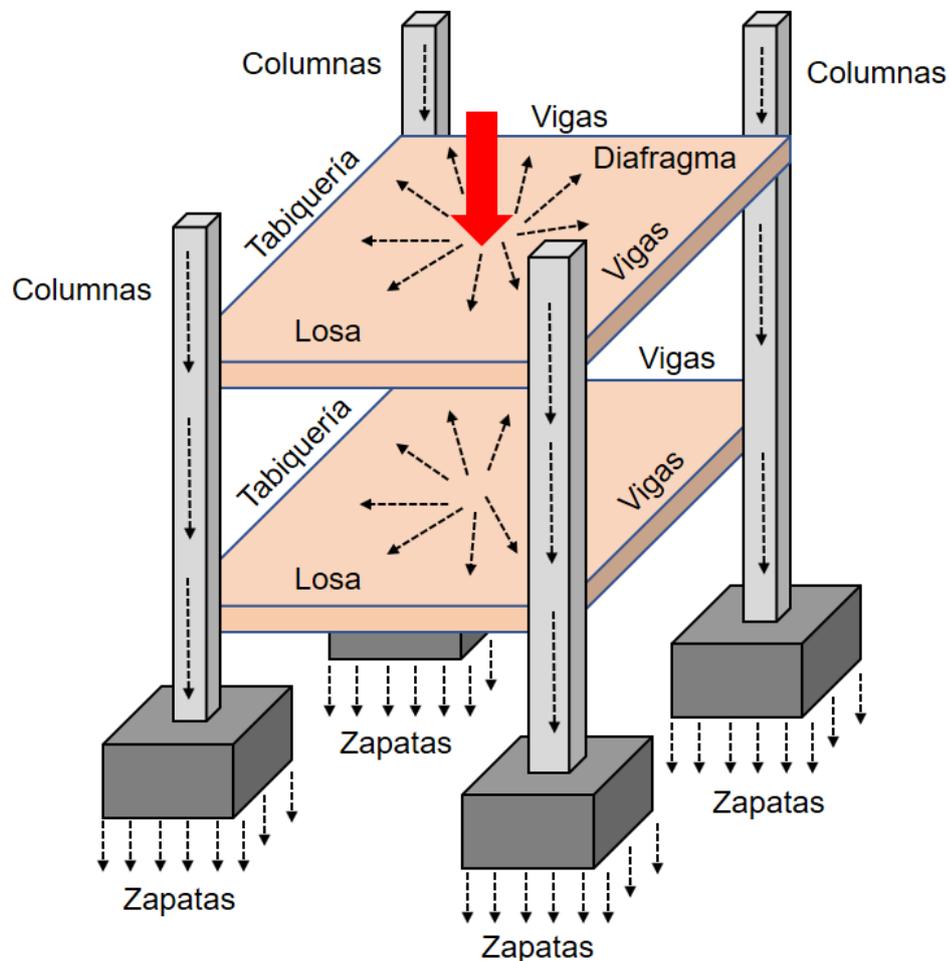


Figura 15. Transmisión de cargas gravitatorias.
Elaboración: El autor (2021).

f. Losa maciza

Según la Real Academia Española (RAE, 2021), define a las losas macizas como “losas continuas que tienen la ventaja de su gran simplicidad, distinguidas en dos tipos: losas apoyadas sobre muros portantes, vigas de hormigón, y losas continuas o no unidas en forma solidaria a elementos de concreto”.

Según lo anteriormente mencionado, una losa maciza es un elemento estructural, cuya importancia es que recibe toda la carga viva, es decir, peso de las personas que las habiten y sus muebles (cocina, comedor, baño, etc.), y la carga muerta (peso propio de la losa maciza sumado al peso de los acabados y peso de tabiquería), una losa maciza es comúnmente empleada en ambientes cuyas dimensiones son medianas ($L \leq 4.00$ metros), comúnmente construido en edificaciones que usan el sistema estructural de albañilería confinada, una ventaja que posee esta losa es que permite recibir mayores cargas y mayores longitudes entre los apoyos, una desventaja es en el ámbito de costos ya que el precio es muy elevado, así como aumenta el peso ya que es concreto puro ($2\ 400\ \text{kg/m}^3$) y por ende aumenta el peso de la edificación.

El acero de refuerzo para una losa maciza, generalmente son del tipo mallas, ya que presenta siempre varillas de acero tanto en el eje X como en el eje Y, esta forma de cruces se denomina tipo malla, este tipo de losa es usualmente empleado para grandes luces, es decir, para amplias áreas libres, ya que debajo de estas no presentaran interrupciones como columnas, dañando en algunos casos la estética en la arquitectura o la funcionalidad de los espacios.

2.2.2. Pre-dimensionamiento de los elementos estructurales

a. Losa aligerada

Para el pre-dimensionamiento de una losa aligerada, es importante ubicar el paño más crítico en la edificación, de manera tal que toda la planta tenga el mismo espesor.

Este pre-dimensionamiento está definido por el espesor de losa que divide a la luz menor del paño (L_n) entre 25, a su vez este espesor de losa es la altura total del techo, cuyo peso está definido en unidades de kilogramo sobre metro cuadrado (kg/m^2).

Cabe mencionar que, para efectos de un correcto encofrado uniforme de losa, es preferible mantener en su totalidad un espesor de losa equitativo de manera que no haya desniveles y el diafragma rígido de ese nivel no se encuentre desfavorecido.

Cada espesor de losa presenta un equivalente de peso de la losa que va desde los $280 \text{ kg}/\text{m}^2$ hasta los $420 \text{ kg}/\text{m}^2$ según espesores entre 17 a 30 cm respectivamente.

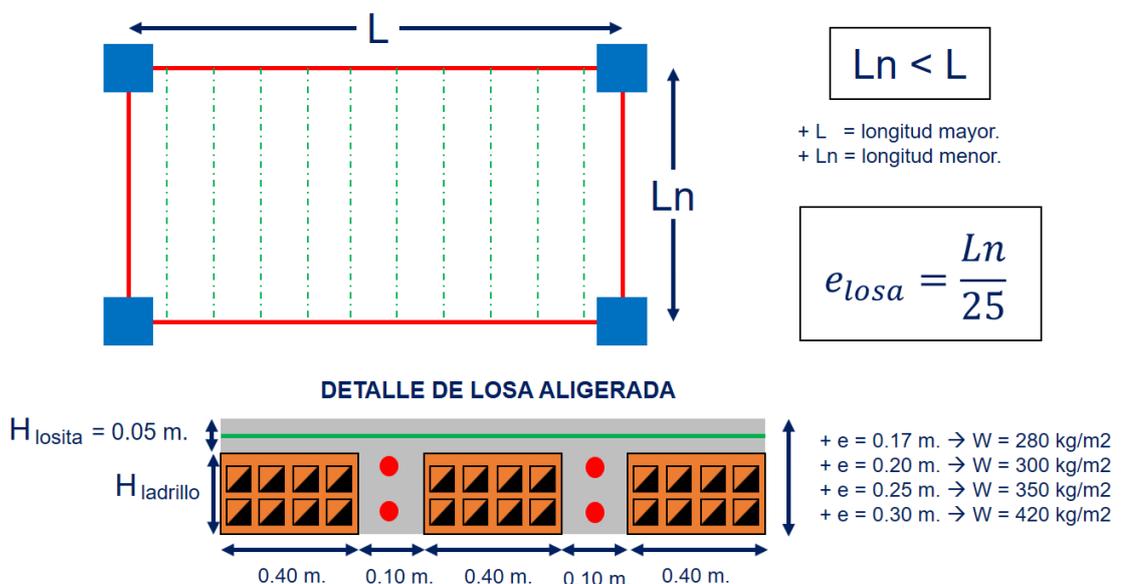


Figura 16. Pre-dimensionamiento de una losa aligerada.

Fuente: Abanto, T. (2017).

Elaboración: El autor (2021).

De acuerdo con la Figura 16, se puede observar que para el pre-dimensionamiento de una losa aligerada se debe tener en cuenta la luz menor que será dividida entre 25, el espesor que salga de esa elección responde a un peso del material ("W"), que va desde 280 a 420 kg/m², también cabe resaltar que el resultado de la división deberá de redondearse a las dimensiones comúnmente empleadas en las construcciones en el Perú, ya que solo se fabrican ladrillos para techo aligerado de 12, 15, 20 y 25 cm de espesor y la losa aligerada no deberá de ser mayor a 17, 20, 25 y 30 cm respectivamente.

Otra manera de elaborar un pre-dimensionamiento para una losa aligerada es el criterio de la longitud de la luz libre, cuyas luces sean menores a 4.00 m corresponde un espesor de losa de 17 cm, para luces entre 4.00 a 5.00 m corresponde un espesor de 20 cm, para luces entre 5.00 a 6.50 m corresponde un espesor de 25 cm y para luces entre 6.50 a 7.50 m corresponde un espesor de 30 cm.

Tabla 2

Pre-dimensionamiento losa aligerada unidireccional

Luz Libre "L_n" (m)	Espesor de Losa Aligerada "e" (m)	Altura de ladrillo "H" (m)
$L_n \leq 4.00$	0.17	0.12
$4.00 < L_n \leq 5.00$	0.20	0.15
$5.00 < L_n \leq 6.50$	0.25	0.20
$6.50 < L_n \leq 7.50$	0.30	0.25

Fuente: Abanto, T. (2017).

Elaboración: El autor (2021).

b. Losa maciza

Para el pre-dimensionamiento de una losa maciza, es importante ubicar el paño más crítico en la edificación, de manera tal que toda la planta tenga el mismo espesor.

Este pre-dimensionamiento está definido por el primer criterio aplicativo que divide a la luz mayor del paño (L) entre 40, también otro criterio es el de losa aligerada en cuyo espesor resta el pre-dimensionamiento como si fuese una losa aligerada menos 5 cm. Y también hay un tercer criterio por perímetro de losa que divide el perímetro del paño entre 180, de estos tres criterios se puede elaborar un promedio garantizando como espesor final, a la altura más crítica, ver Figura 17.

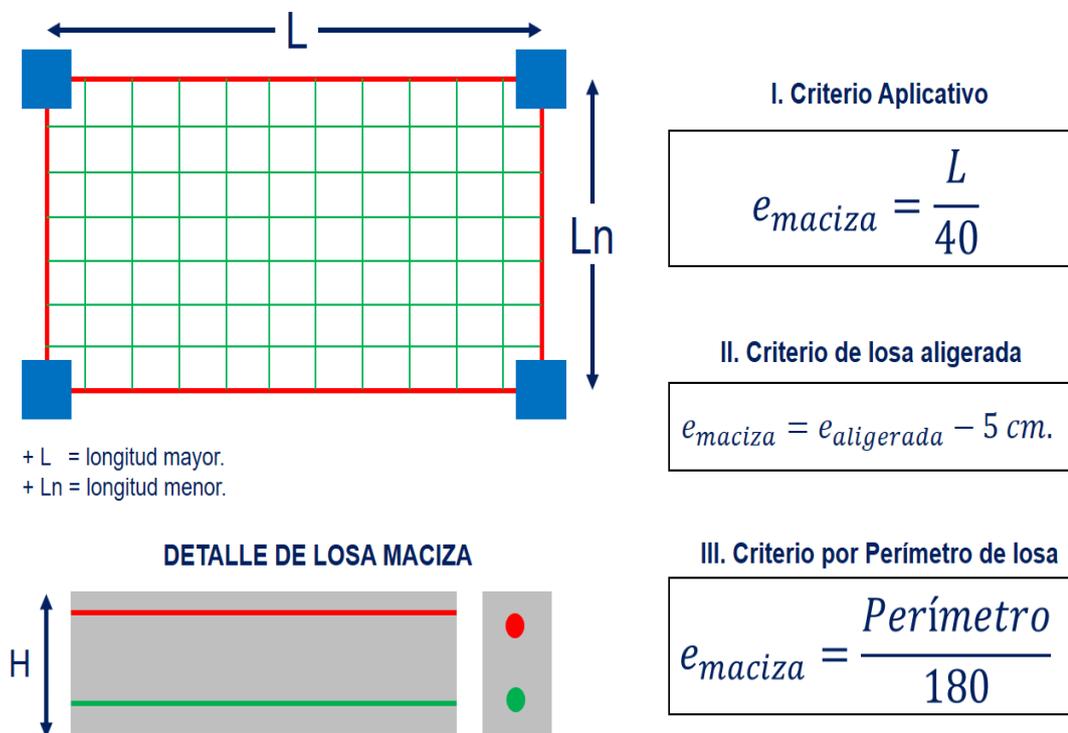


Figura 17. Pre-dimensionamiento de losa maciza.
Fuente: Abanto, T. (2017).
Elaboración: El autor (2021).

c. Viga de concreto armado

Para el pre-dimensionamiento de una viga de concreto armado es importante ubicar la longitud o luz tributaria, es decir, la longitud netamente de la viga, sin tomar en cuenta a las columnas, una vez conocida la longitud interna (tributaria), es necesario poder ubicar nuestra edificación de acuerdo al uso que se le va a brindar, puesto que en la norma E.030 – Diseño sismorresistente, en el factor de uso se puede distinguir tres categorías “A”, “B” y “C”, una vez ubicada el tipo de edificación esta servirá para poder dividir la luz tributaria entre 10, 11 y 12 respectivamente ver Figura 18.

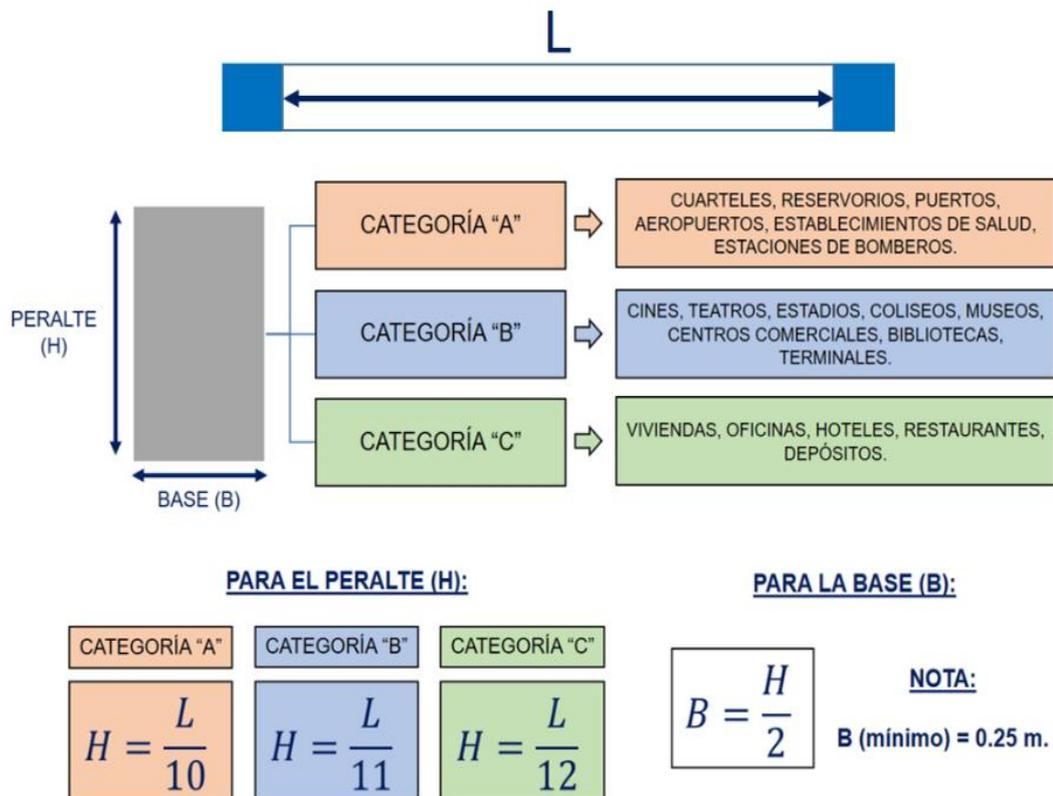


Figura 18. Pre-dimensionamiento de viga de concreto armado.

Fuente: Norma E.060 - Concreto Armado (2009).

Elaboración: El autor (2021).

d. Columna de concreto armado

Para el pre-dimensionamiento de una columna de concreto armado es importante delimitar las áreas tributarias que abarca cada tipo de columna con respecto a su ubicación, para eso es importante delimitar con ejes líneas a la mitad de cada viga, ya una vez delimitadas, se identifica las columnas, una columna esquinada solo recibe una porción de área tributaria, una columna excéntrica recibe dos porciones de área tributaria y en cambio una columna centrada recibe cuatro porciones del área tributaria, luego es vital conocer el uso que se le dará a la edificación de manera tal de poder elegir correctamente el Peso (P), luego es seguir con las fórmulas establecidas, ver Figura 19.

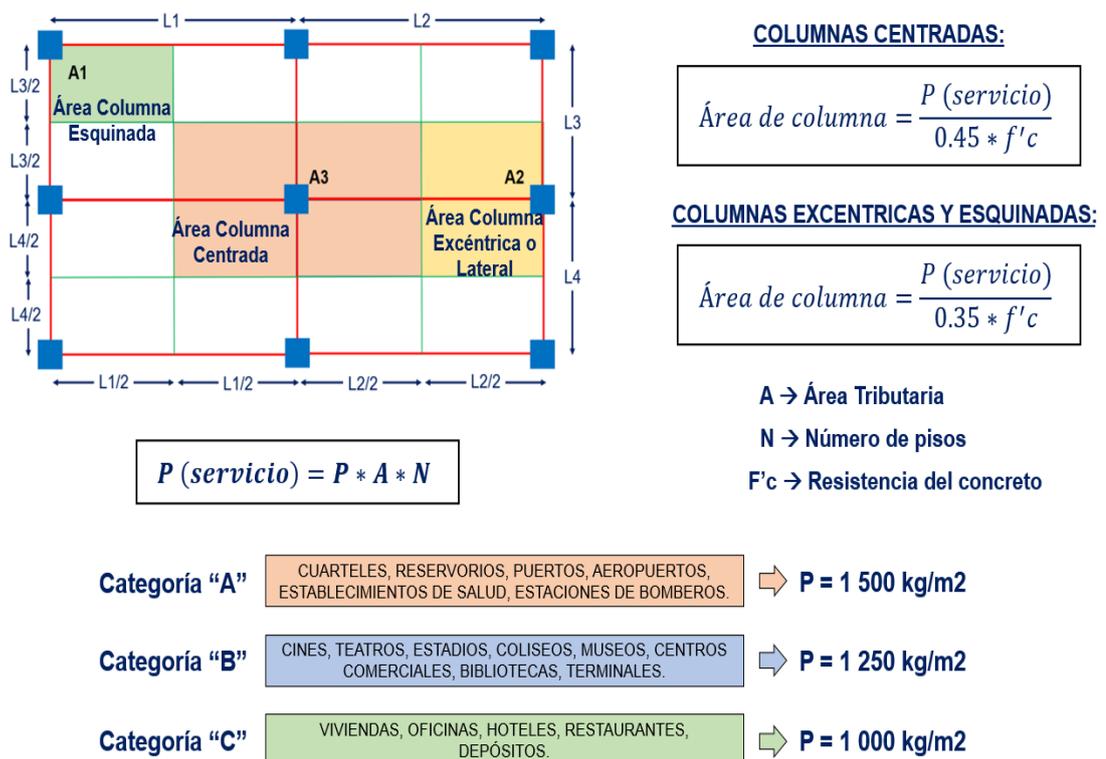


Figura 19. Pre-dimensionamiento de columna de concreto armado.

Fuente: Norma E.060 - Concreto Armado (2009).

Elaboración: El autor (2021).

e. Muro de albañilería

Para el pre-dimensionamiento de un muro de albañilería es importante delimitar a longitud del muro que incluye al muro y columna en su totalidad, para calcular el espesor del muro de albañilería resulta la división entre la longitud total entre 20 y 25 que deriva de la zona 2, 3, 4 y 1 respectivamente, esta ubicación es el espacio geográfico localizado en el mapa del Perú, el cual corresponde a 4 zonas, si el resultado de esta división da como espesor de ladrillo un muro de 13 cm, corresponde a una colocación en el proceso constructivo denominado como “muro de sogá”, en cambio si da un espesor de 23 cm, corresponde a una colocación en el proceso constructivo denominado como “muro de cabeza”, tal y como se muestra en la Figura 20.

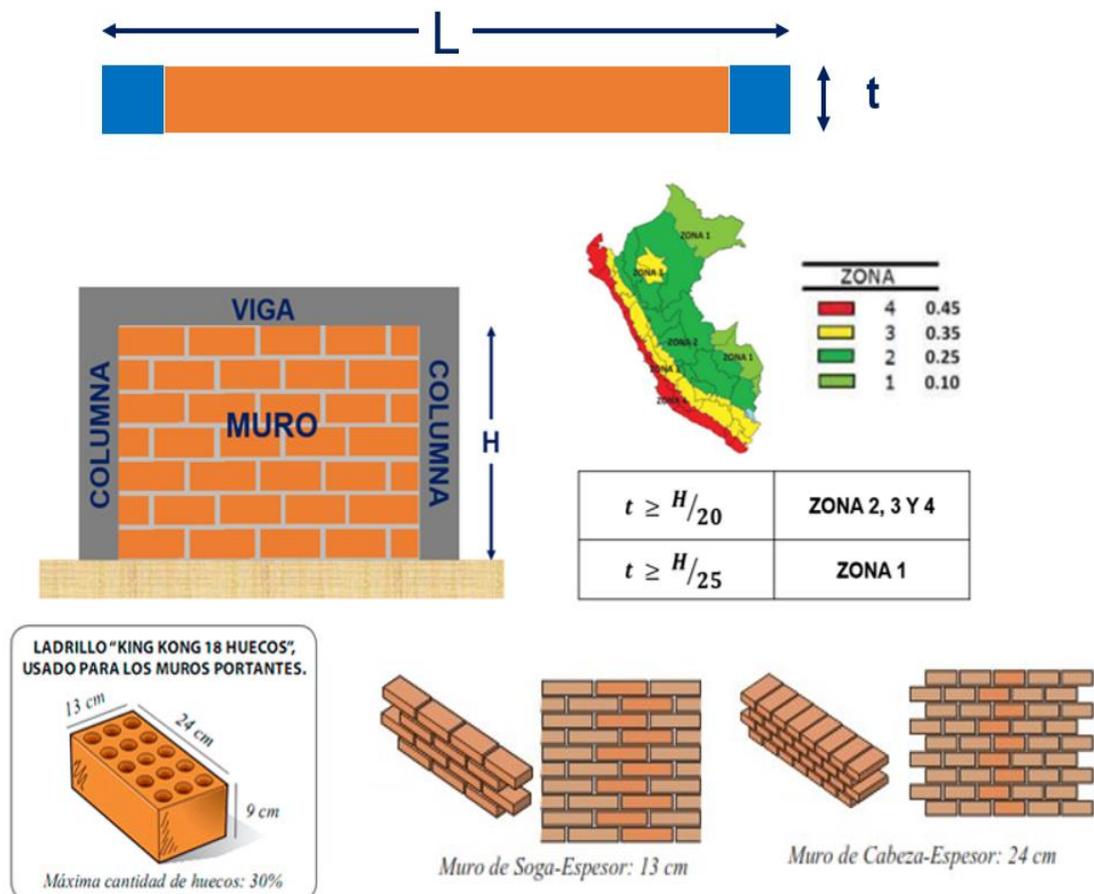


Figura 20. Pre-dimensionamiento de muros de albañilería.

Fuente: Norma E.070 – Albañilería (2006).

Elaboración: El autor (2021).

f. Muro de concreto armado

Para el pre-dimensionamiento de un muro de concreto armado, también conocido como muros de corte o placas, es importante delimitar el espesor y longitud del muro, ya que la longitud mínima es de 1.20 m y el espesor mínimo es de 0.20 m., deben de cumplirse esas dos condiciones para ser considerado como placa, estos muros de concreto armado reemplazan a un muro de albañilería debido a la gran rigidez que estos muros puedan aportar debido a que su peso equivale a $W_c = 2\ 400\text{ kg/m}^3$, mientras que el peso de uno de albañilería equivale $W_m = 1\ 800\text{ kg/m}^3$, es por eso que el uso de estos muros van por el lado de aportar rigidez a una determinada estructura y que apoyen a los elementos estructurales a no sufrir grandes deformaciones y que disipen la fuerza sísmica en esos sectores evitando así fisuras o hasta colapsos, ver Figura 21.

$$L_x = \frac{V_{\text{basal "X"}}}{\phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * (0.80)}$$

$$L_y = \frac{V_{\text{basal "Y"}}}{\phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * (0.80)}$$

$$L_{\text{mínima}} = 1.20\text{ m.}$$

$$b_{\text{mínima}} = 0.20\text{ m.}$$

$$\phi = 0.85$$

$$V_{\text{basal "X"}} = \text{Cortante Basal en "X"}$$

$$V_{\text{basal "Y"}} = \text{Cortante Basal en "Y"}$$

$$L_x = \text{Longitud Mínima de todas las placas en "X"}$$

$$L_y = \text{Longitud Mínima de todas las placas en "Y"}$$

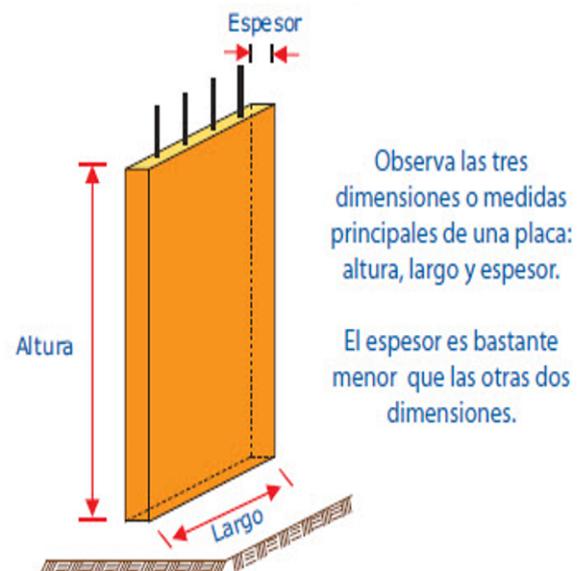


Figura 21. Pre-dimensionamiento de muros de concreto armado.

Fuente: Norma E.060 - Concreto Armado (2009).

Elaboración: El autor (2021).

g. Zapata

Para el pre-dimensionamiento de una zapata de concreto armado, es necesario conocer la capacidad portante del suelo proveniente del estudio de mecánica de suelos (EMS), contempladas en un ensayo de calicata; además, es necesario determinar el peso destinado a esa zapata, es decir, la carga proveniente de losas, vigas, columnas, aplicadas a través de las zapatas, para que estas sean apoyadas al suelo, ver Figura 22.

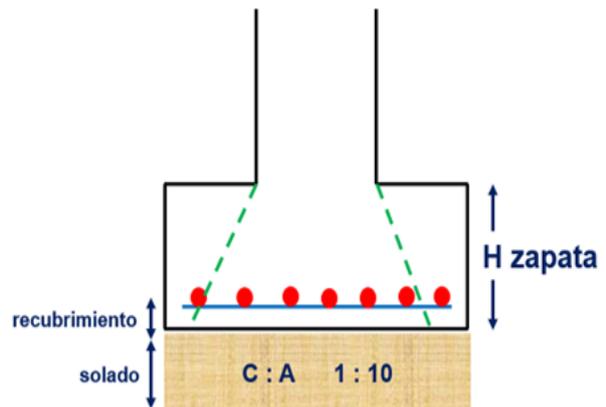
$$A_{zapata} \geq \frac{P_{servicio}}{k * q_a}$$

K = 1.00	ROCA DURA
K = 0.90	MUY RÍGIDO
K = 0.80	INTERMEDIO
K = 0.70	BLANDO O FLEXIBLE

A_{zapata} = Área de la zapata

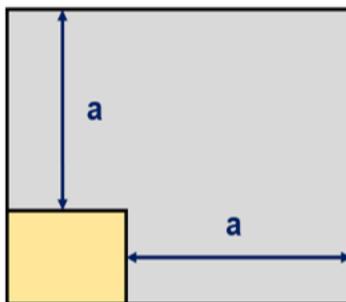
$P_{servicio}$ = Área de la zapata

q_a = Capacidad admisible del terreno

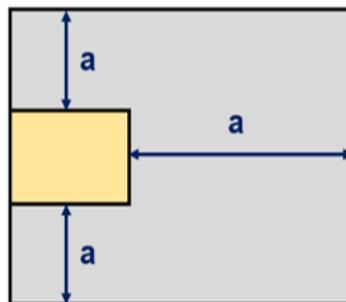


SUELO MUY RÍGIDO	$H_{zapata} = 0.40 \text{ m.}$
SUELO INTERMEDIO	$H_{zapata} = 0.50 \text{ m.}$

ZAPATA ESQUINADA:



ZAPATA EXCÉNTRICA O LATERAL:



ZAPATA CENTRADA:

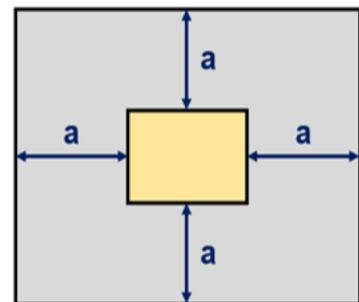


Figura 22. Pre-dimensionamiento de zapatas.

Fuente: Norma E.060 - Concreto Armado (2009).

Elaboración: El autor (2021).

2.2.3. Diseño estructural

Para el diseño estructural del presente trabajo de investigación se ha tomado en cuenta la siguiente fórmula, la cual será considerada para los modelamientos del proyecto.

$$1450 \frac{kg}{cm^2} \leq W_c \leq 2500 \frac{kg}{cm^2}$$

$$E_c = (W_c^{1.5}) * 0.136 * \sqrt{f'_c}$$

$$W_c = NORMAL$$

$$E_c = 15\ 000 * \sqrt{f'_c}$$

$$G = \frac{E_c}{2.3}$$

“ E_c ” ⇒ MÓDULO DE ELASTICIDAD
 “ W_c ” ⇒ PESO UNITARIO DEL CONCRETO
 “ f'_c ” ⇒ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
 “ G ” ⇒ MÓDULO DE CORTE

Figura 23. Módulo de elasticidad y módulo de corte.

Fuente: Sencico, (2009).

Elaboración: El autor (2021).

Para el diseño de los elementos estructurales se tomaron factores del diseño por resistencia, en donde “ M_n = momento nominal”, “ M_u = momento último”, “ V_n = cortante nominal”, “ V_u = cortante última”, “ P_n = carga axial nominal” y “ P_u = carga axial última”.

Tabla 3

Diseños de resistencia

Descripción	Diseño por resistencia
Flexión	$\phi M_n \geq M_u$
Cortante	$\phi V_n \geq V_u$
Axial	$\phi P_n \geq P_u$

Fuente: Norma E.060 – Concreto armado.

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 4

Factores de reducción a la resistencia

Solicitaciones	Factor de Reducción
Flexión sin carga axial	0.90
Carga axial de tracción con o sin flexión	0.90
Elementos con refuerzo en espiral	0.75
Cortante y torsión	0.85
Flexo compresión puede aumentar linealmente	0.90
Aplastamiento en el concreto	0.70
Zonas de anclaje postensado	0.85

Fuente: Norma E.060 – Concreto armado.

Elaboración: El autor (2021).

El acero en el diseño y construcción es muy importante, puesto que, dota de una mejor característica y comportamiento, lo cual proporciona resistencia y seguridad a la edificación.

Es por eso por lo que, para cada elemento estructural se deberá de colocar la cuantía de acero que este elemento necesite, ajustando al diseño lo real estimado, para ello se deberá de tener en cuenta los siguientes diámetros de las varillas de acero, ver Tabla 5.

Tabla 5

Secciones de varillas de acero

Ø de Varilla	A _s (cm ²)
1/4"	0.32
3/8"	0.71
1/2"	1.29
5/8"	2.00
3/4"	2.84
1"	5.10

Elaboración: El autor (2021).

a. Diseño estructural de losa aligerada

Para el diseño de una losa aligerada, se toma una porción de la losa, es decir, se extrae la carga recibida por una vigueta, esta tiene una forma de “T”, de manera tal que se pueda delimitar y ser analizada, para este diseño se realizará a través del diseño por flexión y diseño por corte.

Esta forma de “T” corresponde a una vigueta, la cual compone a un elemento estructural de concreto armado por la presencia de acero de refuerzo, estas viguetas están distribuidas cada 40 cm, ya que la dimensión del ladrillo usado para techo aligerado es de 30 cm.

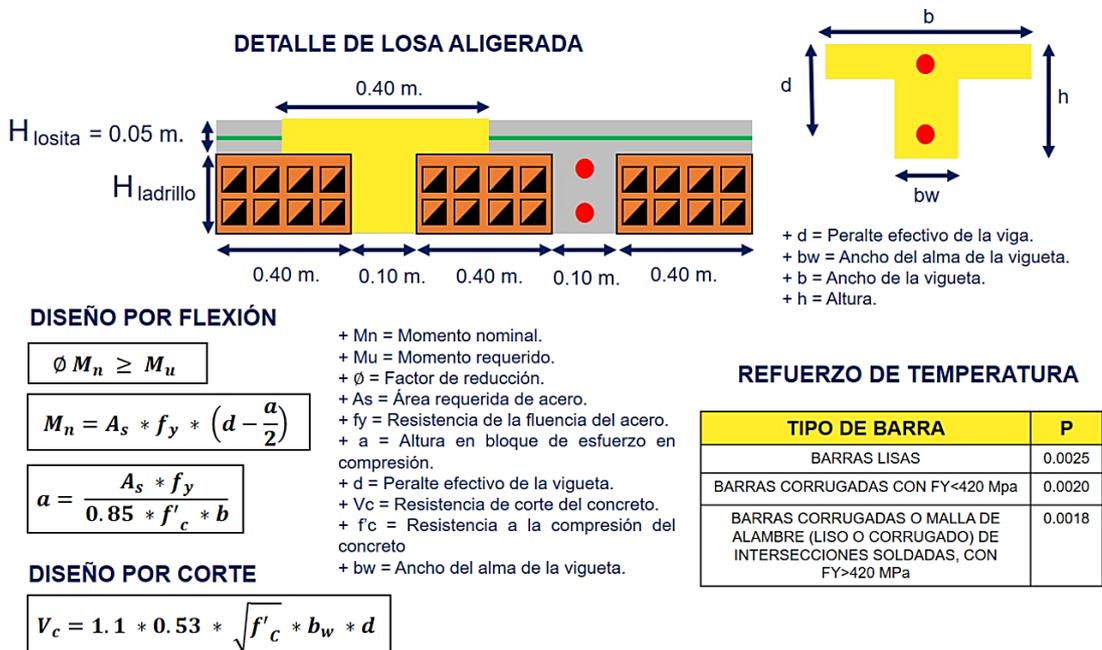
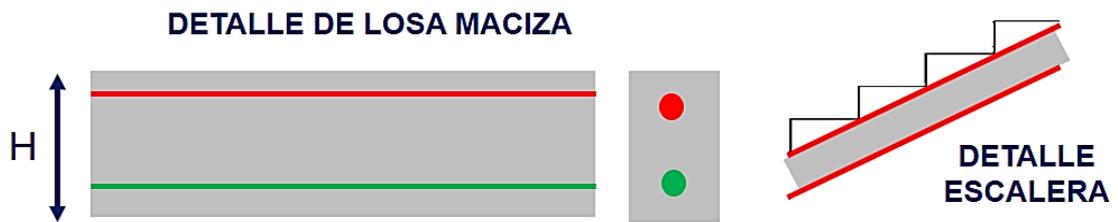


Figura 24. Diseño estructural de losa aligerada.
 Fuente: Norma E.060 – Concreto armado.
 Elaboración: El autor (2021).

b. Diseño estructural de losa maciza y escalera

Para el diseño de una losa maciza, se toma una porción de la losa, realizando el diseño por flexión y cortante, para el caso de las escaleras, se traza una línea imaginaria que va desde la intersección entre el paso y contrapaso con el fondo de escalera, puesto que este espesor es considerado garganta de la escalera, teniendo como mínimo 12 cm de garganta, ya que la norma no lo permite que sea menor que este valor.



DISEÑO POR FLEXIÓN

$$A_s (\text{mínimo}) = 0.0018 * b * h$$

DISEÑO POR CORTE

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

- + $A_s(\text{mínimo})$ = Área mínima requerida de acero.
- + f'_c = Resistencia a la compresión del concreto
- + b = Ancho de diseño (1.00 m.)
- + h = Espesor de la losa.
- + f_y = Resistencia de la fluencia del acero.
- + d = Peralte efectivo de la vigueta.
- + V_c = Resistencia de corte del concreto.

Figura 25. Diseño estructural de losa maciza y escalera.

Fuente: Norma E.060 – Concreto armado.

Elaboración: El autor (2021).

c. Diseño estructural de viga de concreto armado

Para el diseño de una viga, es importante ya una vez pre-dimensionado mantener los valores redondeados a múltiplos de cinco para poder tener una armonía entre la sección de la viga y facilite medidas estipuladas para un mejor manejo durante el encofrado y trazos de secciones en el proceso constructivo, este análisis se realiza por un diseño por flexión, el cual contemplará un cálculo de varillas de acero longitudinales en la parte superior e inferior (acero positivo y acero negativo), además de un diseño por cortante, lo cual contemplará el cálculo de los estribos estructurales, así como la separación y cuantía de acero correspondiente.

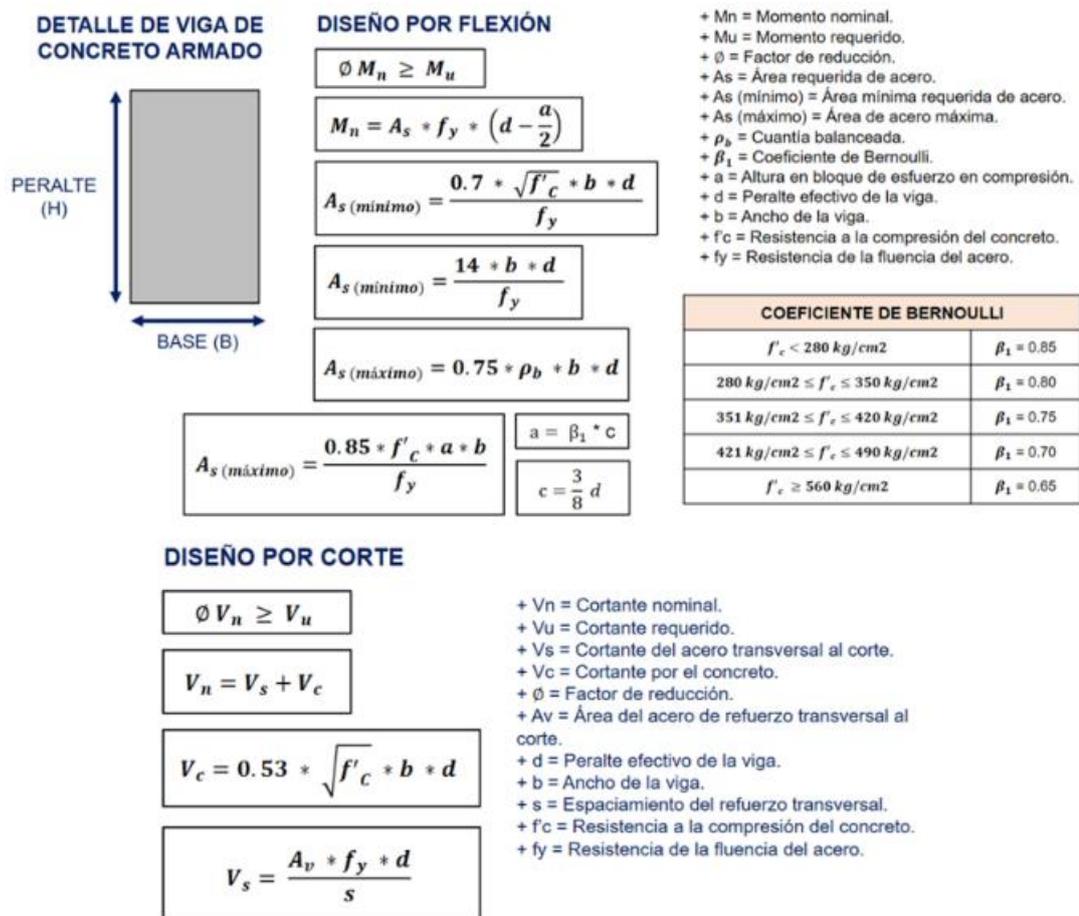


Figura 26. Diseño estructural de viga de concreto armado.

Fuente: Norma E.060 – Concreto armado.

Elaboración: El autor (2021).

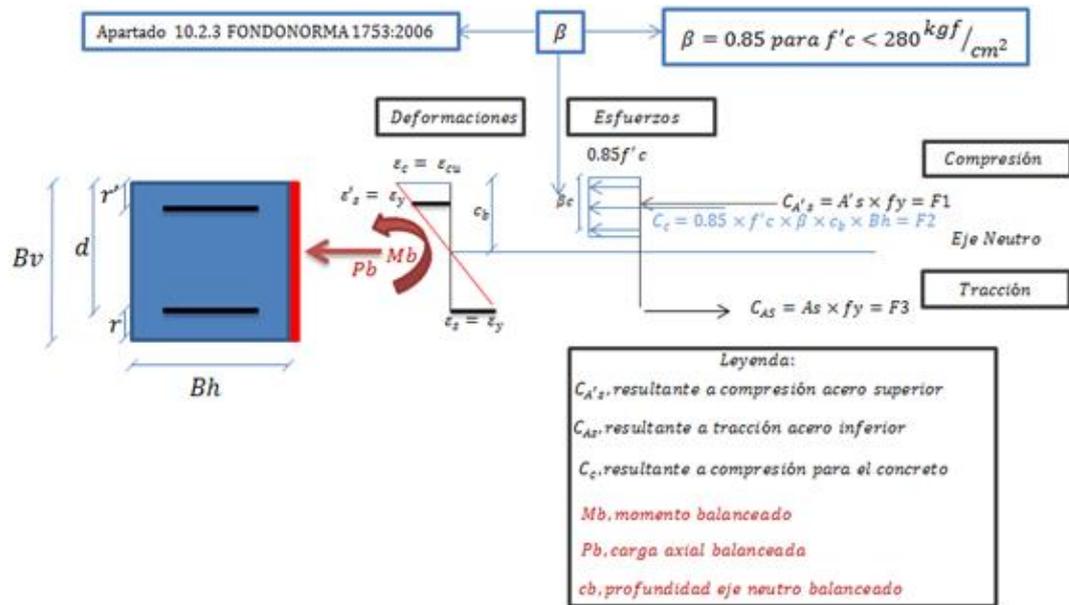


Figura 27. Relación esfuerzo-deformación para la condición de falla balanceada.
 Fuente: Santana, 2018. Estudio del comportamiento de vigas de concreto armado de sección rectangular, tomando como referencia los estados de agrietamiento, cedencia y agotamiento de la sección. Recuperado de: <https://steemit.com/stem-espanol/@eliaschess333/estudio-del-comportamiento-de-vigas-de-concreto-armado-de-seccion-rectangular-tomando-como-referencia-los-estados-de>

d. Diseño estructural de columna de concreto armado

Para el diseño de una columna, se tendrá que hacer una interpretación de los diagramas existentes para poder conocer los desplazamientos y el diseño por corte respectivo.

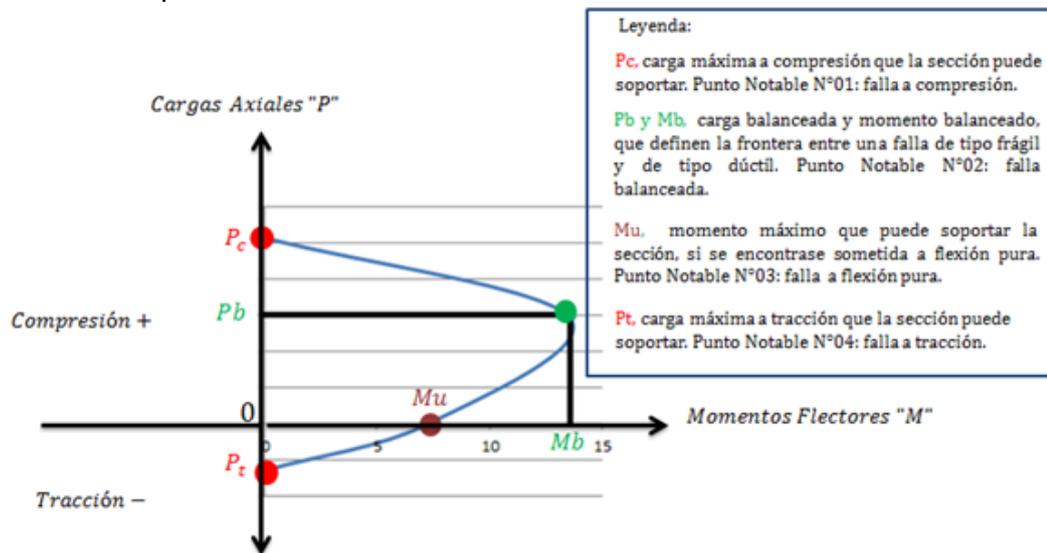


Figura 28. Puntos notables del diagrama de interacción.
 Fuente: Santana, 2018. Estudio del comportamiento de vigas de concreto armado de sección rectangular, tomando como referencia los estados de agrietamiento, cedencia y agotamiento de la sección. Recuperado de: <https://steemit.com/stem-espanol/@eliaschess333/estudio-del-comportamiento-de-vigas-de-concreto-armado-de-seccion-rectangular-tomando-como-referencia-los-estados-de>

ELEMENTO SIN DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL

$$\frac{K_{lu}}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right); \left[34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \leq 40$$

+ M1 = Momento menor de uno de los extremos de la columna en su diseño. Es positivo si la columna está flexionando con una curva simple y es negativo cuando existe dos curvas.

+ M2 = Momento mayor en el diseño de uno de los extremos de la columna, el cual debe ser positivo.

+ K = Factor de longitud efectiva. Para la columna sin desplazamiento lateral se recomienda asumir K=1.

+ lu = Longitud sin arrioste en la columna.

+ r = Radio de rotación de la sección transversal de la columna.

ELEMENTO CON DESPLAZAMIENTO LATERAL

$$\frac{K_{lu}}{r} \leq 22; K \geq 1$$

+ K = Factor de longitud efectiva. Para la columna sin desplazamiento lateral se recomienda asumir K=1.

+ lu = Longitud sin arrioste en la columna.

+ r = Radio de rotación de la sección transversal de la columna.

DISEÑO POR CORTE

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_s + V_c$$

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

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g} \right) * b_w * d$$

+ Vn = Cortante nominal.

+ Vu = Cortante requerido.

+ Vs = Cortante del acero transversal al corte.

+ Vc = Cortante por el concreto.

+ Nu = Carga axial en kilogramos.

+ φ = Factor de reducción.

+ Av = Área del acero de refuerzo transversal al corte.

+ Ag = Área bruta de la sección en mm².

+ d = Distancia desde el extremo de la columna en compresión hasta el centroide.

+ bw = Ancho del alma de la columna.

+ s = Espaciamiento del refuerzo transversal.

+ f'c = Resistencia a la compresión del concreto.

+ fy = Resistencia de la fluencia del acero.

Figura 29. Efectos de esbeltez en columnas y diseño por cortante.

Fuente: Norma E.060 – Concreto armado.

Elaboración: El autor (2021).

e. Diseño estructural de zapata aislada

Para el diseño de una zapata aislada, es más complejo, puesto que primero se deberá de realizar un cálculo del peso de la edificación con un metrado de cargas, y que el valor más representativo es la carga puntual estimada para esa sección de zapata, así como conocer la capacidad portante del suelo. Este diseño se realizará a través de una verificación por punzonamiento y una verificación por corte.

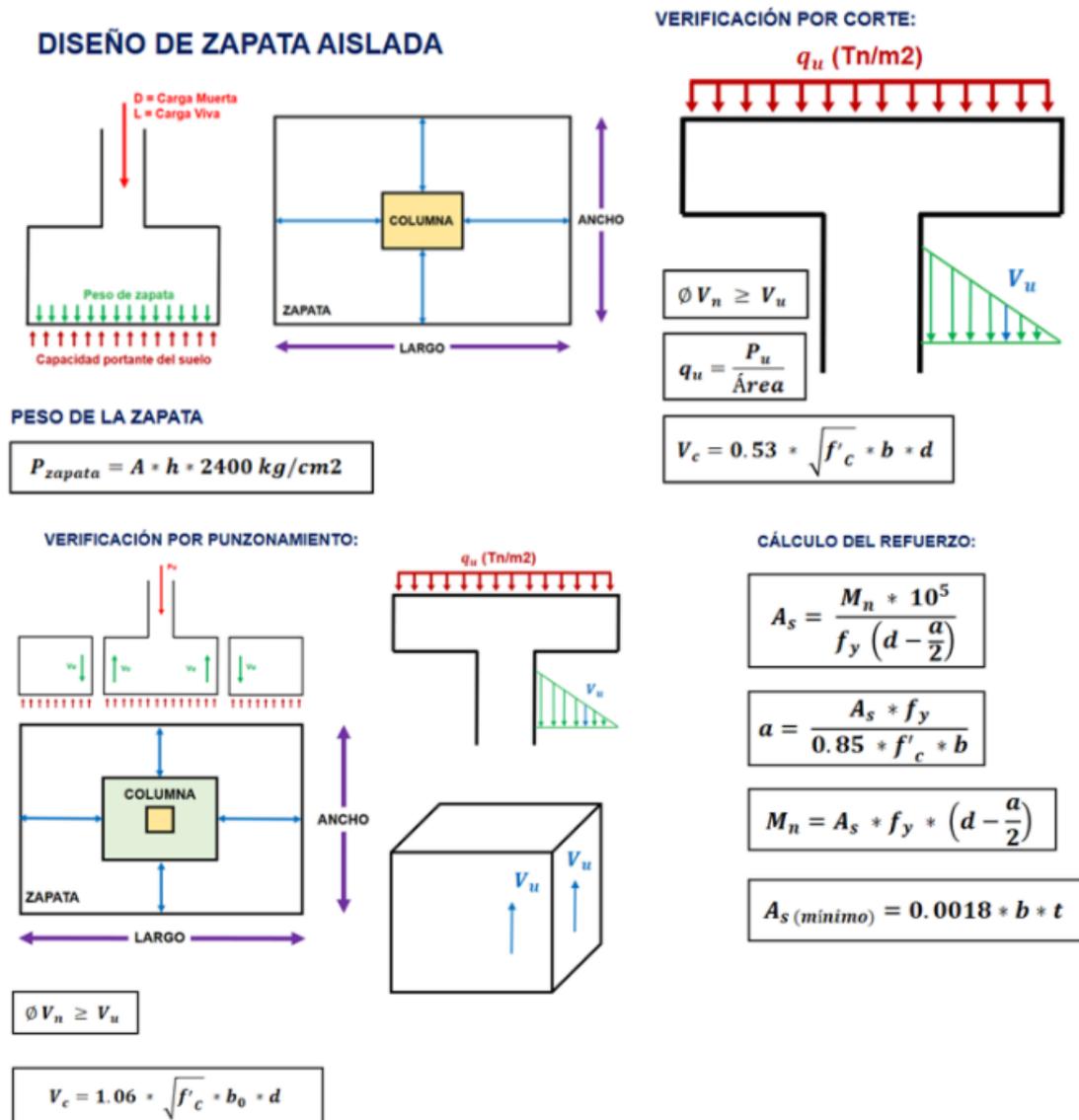


Figura 30. Diseño estructural de una zapata aislada.
Fuente: (Morales, 2006).
Elaboración: El autor (2021).

2.2.4. Causas en los tipos de daños estructurales

En la Tabla 6, se puede sintetizar a los elementos estructurales que componen a una edificación, cada uno de ellos presentan los daños o fallas más resaltantes, y a su vez, cada uno de estos daños en la estructura presentan sus causas respectivas, esta presenta tabla es de vital importancia, ya que se tomarán en cuenta para el reforzamiento contemplado para la edificación existente.

Tabla 6

Daños estructurales y causas más comunes

Elemento Estructural	Tipo de Daño	Causas del Daño
Columnas	Grietas inclinadas	Cortante
	Grietas verticales	Fleco compresión / Adherencia
	Desprendimiento del recubrimiento	Cortante o Torsión
	Aplastamiento del concreto	
	Pandeo del acero de refuerzo	
Vigas	Grietas inclinadas	Cortante o Torsión
	Rotura de estribos	
	Grietas verticales	Flexión
	Rotura del refuerzo	
	Aplastamiento del concreto	
Unión (viga-columna)	Grietas inclinadas	Cortante
	Falla por adherencia del refuerzo de vigas	
Sistema de piso	Grietas alrededor de columnas en losas o placas planas	Penetración
	Grietas longitudinales	Flexión
Muros de concreto armado	Grietas inclinadas	Flexo compresión o deslizamiento
	Grietas horizontales	
	Aplastamiento del concreto	
	Pandeo del acero de refuerzo	
Muros de mampostería	Grietas inclinadas	Flexión
	Grietas verticales en las esquinas y en el centro	Volteo
	Grietas horizontales	Deslizamiento

Fuente: (Iglesias, J.; Robles, F.; De la Cera, J.; Oscar, M.; Gonzáles, C., 1985).

Elaboración: El autor (2021).

2.2.5. Reforzamiento estructural

Para Oviedo (2018), menciona que “todas las edificaciones con deficiencias pueden ser reforzadas estructuralmente, la decisión de si se refuerza o no, depende de la inversión económica y del riesgo durante los trabajos de adecuación”.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, un reforzamiento estructural puede ser empleado en todas las edificaciones, ya sea por un problema de que presente deficiencias en su estructura, o por un tema de incremento de niveles, es necesario analizar y examinar a la estructura existente y poder determinar si ésta mejorará en cuanto a su comportamiento si se realiza un reforzamiento, además es importante tomar una decisión por el lado económico y garantizar a viabilidad y seguridad para las personas que habiten estas edificaciones.

Una edificación puede tener problemas ante la solicitación de una carga por gravedad, es decir, por su mismo peso propio de los elementos estructurales que la componen, o ante una solicitación de cargas laterales, es decir, fuerzas provenientes de los movimientos telúricos, es por eso que, es sumamente importante adoptar por estrategias de reforzamiento que garanticen la funcionabilidad y comportamiento de la estructura al ser reforzada y la seguridad de que cumplirá con las expectativas para las cuales fueron diseñadas y contempladas.

2.2.6. Tipos de reforzamiento estructural

a. Reforzamiento con fibra de carbono

Para Manrique y Paucar (2019), mencionan que las fibras de carbono como refuerzo estructural “han emergido como una opción para rehabilitar y reparar, se conoce como resina y fibras se usan para crear compuestos laminados toda resina se usa para unir el substracto de concreto, se usa para proteger el material recubriéndolo”.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, las fibras de carbono fortalecen las estructuras de concreto armado existentes en la edificación, de manera tal que estas presenten un mejor comportamiento y desempeño ante una sollicitación de carga sísmica, la manera en la que se usan estas fibras es envolviendo la superficie del elemento estructural.

Existen fibras de carbón, fibras de vidrio, que derivan de minerales fósiles, cada uno de ellos deberá de ser empleados correctamente siempre analizando el medio ambiente, la viabilidad económica, entre otros aspectos.

Tabla 7

Ventajas y desventajas del reforzamiento con fibra de carbono.

Ventajas	Desventajas
Aumento de capacidad de carga de la estructura	Alto costo del material
Mejora la capacidad a flexión de vigas y losas de concreto	Requiere de mano de obra especializada
Mejora la resistencia al corte de muros y vigas	Mayor control en la calidad de la ejecución
Bajo impacto estético	Baja resistencia a la compresión
Corrige errores constructivos y de diseño	Baja resistencia al impacto

Fuente: (Guillermo, A.; Silva, S., 2019).

Elaboración: El autor (2021).

b. Reforzamiento con encamisado

Para Manrique y Paucar (2019), mencionan que el reforzamiento con encamisado “consisten en colocar, espesor superior a 7 cm, un concreto convencional de adecuada resistencia y además armaduras de cuantía similar a las existentes, para así aumentar su trabajabilidad y por tanto facilitar la puesta en obra”.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, un reforzamiento con encamisado o también llamado refuerzo con recocado de concreto, es una alternativa de reforzamiento estructural que consiste en incrementar las secciones de los elementos estructurales, colocándole varillas de acero corrugado similares a las ya existentes, así como encofrándolas y vaciando un concreto con una mejor resistencia, ya sea $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ o $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, según lo calculado por los profesionales responsables, garantizando así que el elemento estructural tenga una mejor respuesta.

Tabla 8

Ventajas y desventajas del reforzamiento con encamisado de concreto

Ventajas	Desventajas
No requiere de una mano de obra especializada	Incrementa la carga muerta de los elementos
Mejora la capacidad del elemento estructural	Cambios en el diseño arquitectónico
Presenta un menor costo	Incrementa las dimensiones de columnas y vigas
Mejora la seguridad de las estructuras	Incrementa los tiempos de ejecución
Forja el elemento con la finalidad de que la carga repartida sea homogénea	No pueden recibir cargas aproximadamente por un mes, es decir, es necesario el empleo de puntales para sostener la carga que ese elemento reciba

Fuente: (Guillermo, A.; Silva, S., 2019).

Elaboración: El autor (2021).

c. Reforzamiento con muros de concreto armado

Los muros de concreto armado, muros de corte o placas, son considerados elementos estructurales cuya finalidad es de soportar cargas tanto horizontales, como cargas verticales, estos muros aportan gran rigidez a la estructura debido al gran bloque que representan cuyo peso al ser de concreto armado es de 2400 kg/m^3 , siendo este peso superior a los muros de albañilería portante cuyo peso tan solo es de 1800 kg/m^3 .

Los muros de corte son capaces de recibir los esfuerzos cortantes provenientes de la fuerza horizontal sísmica, es por eso por lo que este tipo de reforzamiento estructural es muy usado hoy en día en las edificaciones de uso de vivienda.

❖ **Requisitos de los muros de concreto armado**

Según Durán y Maldonado (2013), debido a que la función de los muros de corte es rigidizar a la estructura, estos deben:

- + Limitar los desplazamientos laterales, de manera que se disminuyan los daños en elementos no estructurales.
- + Aumentar la rigidez tridimensional de la estructura, disminuyendo los periodos de vibración.
- + Limitar las derivas de piso.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, los muros de concreto armado, también llamados muros de corte o placas, cumplen como función principal rigidizar la estructura, de manera tal que cumpla con mejores características estructurales y mejor comportamiento sísmico, una de los beneficios del uso de estos elementos es que limita los desplazamientos laterales, lo cual es bastante beneficioso pues esto hará que la estructura no tienda a deformarse tanto, aliviando los problemas que el elemento estructural pueda presentar, además que estos muros aportan rigidez a la edificación, reduciendo los periodos de vibración, facilitando el tiempo de evacuación salvaguardando la integridad de quienes la habitan.

❖ **Clasificación de muros de concreto armado**

Los muros de concreto armado se clasifican en cinco, estas son:

- ✓ Por su forma de vista en planta, es decir, en forma de “L”, “T” o muros con alas.
- ✓ Por su ubicación en la estructura, es decir, al interior, exterior de una determinada estructura, o concentrada en ductos de ascensores o escaleras.

- ✓ Por su relación de aspecto, es decir, la relación que existe entre la altura del muro y la longitud.
- ✓ Por la presencia de vanos, es decir, debido a la existencia de ventanas, puertas, mamparas, etc.
- ✓ Por el método constructivo, es decir, muros de concreto armado fabricados en la misma obra, fabricados en otro lugar y ensamblados en la obra o cuando existe un tema de reforzamiento.

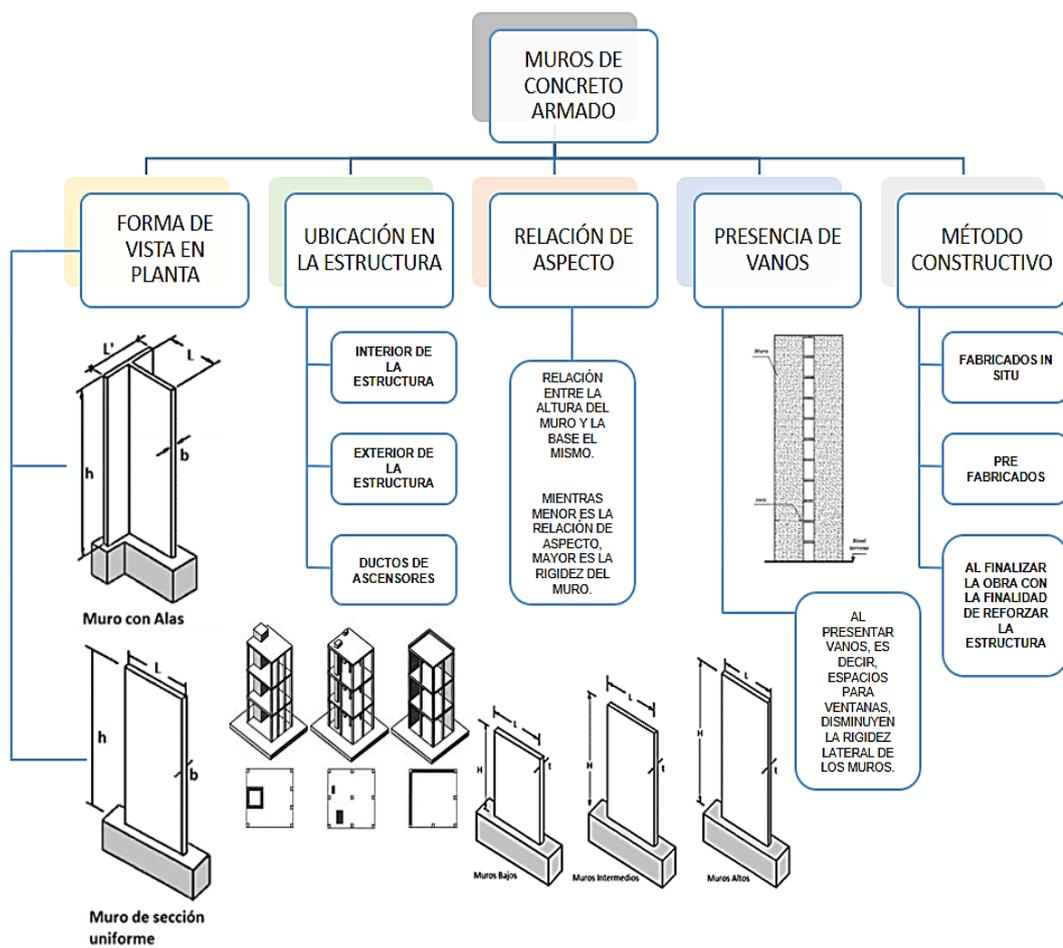


Figura 31. Mapa conceptual de la clasificación de muros de concreto armado.
 Fuente: (Durán, F.; Maldonado, D., 2013).
 Elaboración: El autor (2021).

2.2.7. Análisis estático lineal

a. Peligro sísmico

El factor de zona (Z), es determinado por la norma E.030 como un factor localizando la edificación a ser objeto de estudio y diseño, ésta se distingue en la Figura 30, por colores, cada color corresponde a cada una de las cuatro zonas divididas a lo largo del territorio peruano, y que responde a un factor “Z” diferente.

El mapa presentado en la Norma E.030 se encuentra correctamente distribuido por las zonas con más alta actividad sísmica, debido a que en la zona número 4 equivale a la zona más crítica, una zona media como la zona 3, una zona 2 moderada y una zona 1 en donde la probabilidad de existir un gran sismo es difícil, ya que los grandes eventos sísmicos son ocasionados en zonas cerca al mar debido a que las placas tectónicas se encuentran presentes en esas zonas y al existir un choque entre estas grandes masas las ondas sísmicas pierden fuerza al encontrarse con las cordilleras, cerros, etc., y cuando llega a las zonas de la selva es casi mínima.

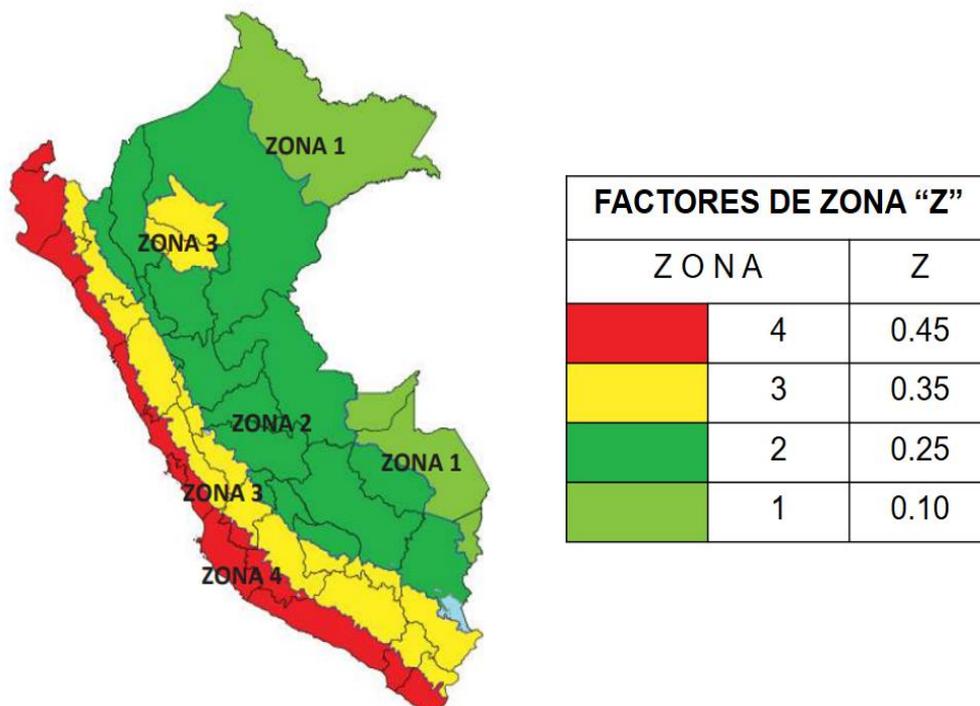


Figura 32. Factor de zona – “Z”.

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

b. Perfiles de suelo

Los perfiles de suelo se subdividen de acuerdo con su velocidad de ondas de corte y también en los tipos de suelos que hay en el territorio peruano, es decir, roca dura, roca o suelos muy rígidos, suelos intermedios, suelos blandos, condiciones excepcionales, tal y como se pueden distinguir en la Tabla 9.

Tabla 9

Clasificación de los perfiles de suelo.

Clasificación de los perfiles de Suelo				
Perfil	Descripción	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	Roca dura	>500 m/s	-	-
S_1	Roca o suelos muy rígidos	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S_2	Suelos intermedios	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	Suelos blandos	<180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S_3	Condiciones excepcionales	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

<p>VELOCIDAD PROMEDIO DE LAS ONDAS DE CORTE (\bar{V}_s)</p>	<p>PROMEDIO PONDERADO DEL ENSAYO ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (\bar{N}_{60})</p>	<p>PROMEDIO PONDERADO DE LA RESISTENCIA AL CORTE EN CONDICIÓN NO DRENADA (\bar{S}_u)</p>
$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}} \right)}$	$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$	$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{S_{ui}} \right)}$

Figura 33. Fórmulas de perfiles de suelo.

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor.

c. Parámetros de sitio S , T_P y T_L

Para poder conocer los parámetros de sitio, primero se deberá de clasificar el factor de zona, es decir la ubicación del proyecto, así como conocer el tipo de suelo existente, proveniente de un estudio de mecánica de suelos, una vez obtenidos ambas respuestas, se escogerá el factor de suelo interceptado en la Tabla 10.

Tabla 10

Factor de suelo – “S”

Factor de Suelo “S”					
Zona / Suelo		Suelo			
		S_0	S_1	S_2	S_3
Zona	Z_4	0.80	1.00	1.05	1.10
	Z_3	0.80	1.00	1.15	1.20
	Z_2	0.80	1.00	1.20	1.40
	Z_1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

Los periodos corresponden al tipo del perfil de suelo, los cuales equivalen a un “ T_p = periodo corto” y un “ T_l = periodo largo”.

Tabla 11

Periodos “ T_p ” y “ T_l ”.

Periodos “ T_P ” y “ T_L ”				
	Perfil de Suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (S)	0.30	0.40	0.60	1.00
T_L (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

d. Factor de amplificación sísmica (C)

Para el cálculo del factor sísmico, esta se rige bajo tres criterios establecidos por la Norma E.030 el cual de acuerdo con los datos recopilados se puede usar la formula correspondiente y conocer la amplificación sísmica.

- ✓ La primera condición menciona que si el periodo “T” es menor al periodo corto “Tp” le corresponde un coeficiente de factor sísmico “C = 2.50”.
- ✓ La segunda condición menciona que si el periodo “T” está entre el periodo corto “Tp” y periodo largo “Tl” le corresponde un coeficiente de factor sísmico “C = 2.50 (Tp/T)”.
- ✓ La tercera condición menciona que si el periodo “T” es mayor al periodo largo “Tl” le corresponde un coeficiente de factor sísmico “C = 2.50 (Tp*Tl/T2)”

PRIMERA CONDICIÓN:

$$T < T_P \rightarrow C = 2.50$$

SEGUNDA CONDICIÓN:

$$T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

TERCERA CONDICIÓN:

$$T > T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2} \right)$$

Figura 34. Fórmulas de factor de amplificación sísmica – “C”.

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

e. Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)

Tabla 12

Categoría de las edificaciones y factor de uso – “U”.

Categoría de las edificaciones y factor de uso “U”		
Categoría	Descripción	Factor U
	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Establecimientos de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como institutos educativos, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1.50
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.30
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.00
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2
Nota 1	Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. EN las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1.5.	
Nota 2	En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuada para acciones laterales, a criterio del proyectista.	

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

f. Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0)

Tabla 13

Sistemas estructurales.

Sistemas Estructurales	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R (*)
Acero	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	7
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	6
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	8
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	6
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (por esfuerzos admisibles)	7
(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura.	

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

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

$$R = R_o * I_a * I_p$$

La Norma E.030 es bastante clara en cuanto al coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, ya que menciona que el coeficiente básico “Ro” dependiendo del tipo de sistema estructural se le deberá de multiplicar por la irregularidad en altura “Ia” y la irregularidad en planta “Ip”, según corresponda en las verificaciones.

Tabla 14
Irregularidades estructurales en altura.

Irregularidades Estructurales en Altura	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad de rigidez-piso blando Irregularidades de resistencia-piso débil	0.75
Irregularidad extrema de rigidez Irregularidad extrema de resistencia	0.50
Irregularidad de masa o peso	0.90
Irregularidad geométrica vertical	0.90
Discontinuidad en los sistemas resistentes	0.80
Discontinuidad extrema de los elementos resistentes	0.60

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).
Elaboración: El autor (2021).

Tabla 15
Irregularidades estructurales en planta.

Irregularidades estructurales en planta	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.60
Esquinas entrantes	0.90
Discontinuidad del diafragma	0.85
Sistemas no paralelos	0.90

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ Irregularidad por torsión

Existe irregularidad por torsión cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo del extremo opuesto del mismo entrepiso.

➤ Irregularidad por Torsión ($I_p = 0.75$) Δ_1

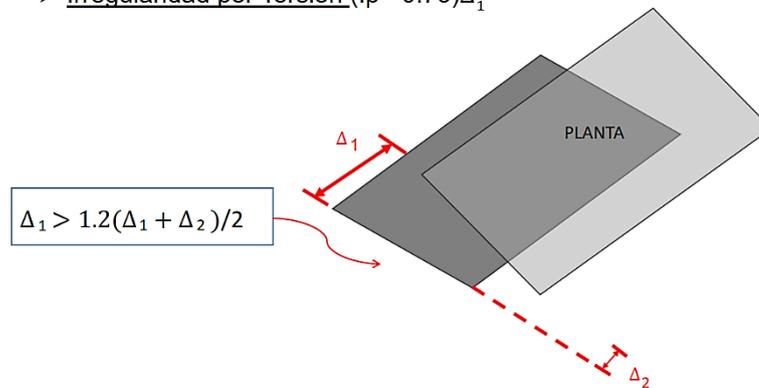


Figura 35. Irregularidad por torsión

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ Esquinas entrantes

Una edificación presenta esquinas entrantes cuando una de sus dimensiones internas ya sea en el eje X o Y, es mayor al 15% que el de su lado paralelo externo.

➤ Retrocesos excesivos en los esquemas o esquinas reentrantes: ($I_p = 0.90$)

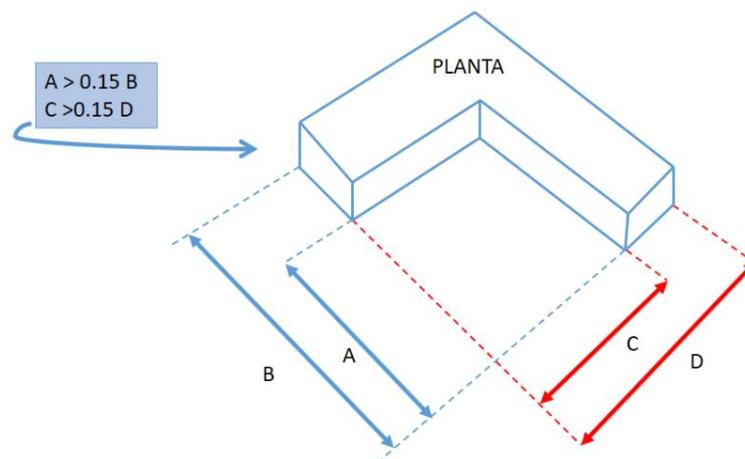


Figura 36. Esquinas entrantes

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ **Discontinuidad de diafragma**

Una edificación presenta discontinuidad de diafragma cuando en una de sus dimensiones es mayor al 50% a la dimensión del otro lado o cuando la suma de áreas es mayor al 50% del área del terreno.

➤ Discontinuidad de Diafragma: ($I_p = 0.85$)

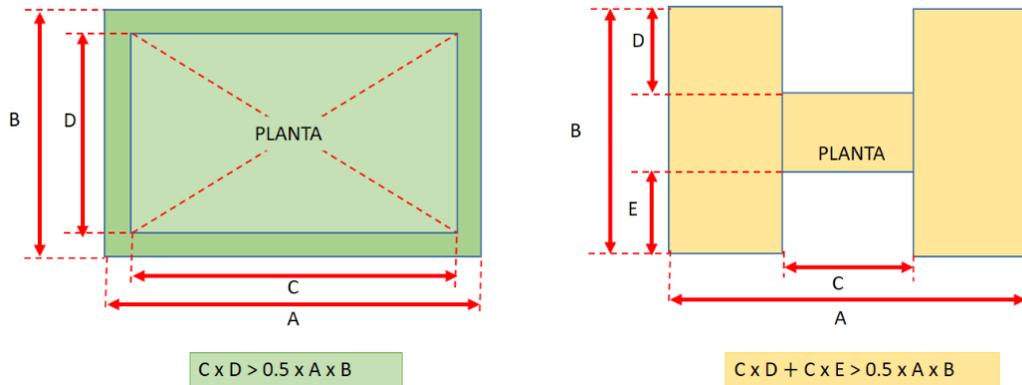


Figura 37. Discontinuidad de diafragma

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ **Desviación fuera del plano**

Ocurre generalmente cuando no existe una continuidad de los elementos estructurales, es decir, cuando nace una columna en un nivel superior y en el nivel inferior esta ya no continua o viceversa cuando existe una columna en el primer nivel y luego en los niveles superiores la continuidad es interrumpida.

➤ Desviación Fuera del Plano:

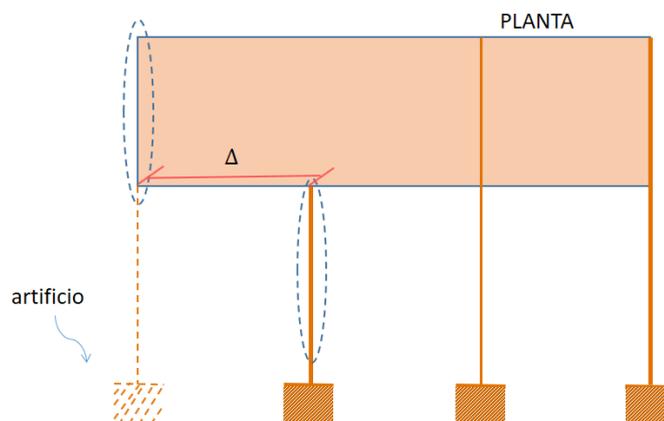


Figura 38. Desviación fuera del plano

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ **Irregularidad de piso blando**

Esta irregularidad ocurre generalmente en edificaciones en donde en el primer nivel no presenta la rigidez necesaria, generalmente esto ocurre en viviendas en las que los muros portantes son retirados en el primer piso para una mejor circulación para estacionamientos debilitando la estructura considerablemente, esto quiere decir que la edificación al presentar muros de confinamiento, o muros portantes en los niveles superiores, estos deben de apoyarse en la cimentación, es decir, deben de continuar al primer piso y esta a su vez directamente a la cimentación, al no existir estos muros ocasiona un debilitamiento de la edificación completo.

Esto también ocurre cuando la rigidez del primer piso es menor al 70% de la rigidez del piso superior

- Irregularidad de Rigidez (piso blanco): ($I_a = 0.75$)

Cuando no presenta muros en el 1° piso (estacionamiento)

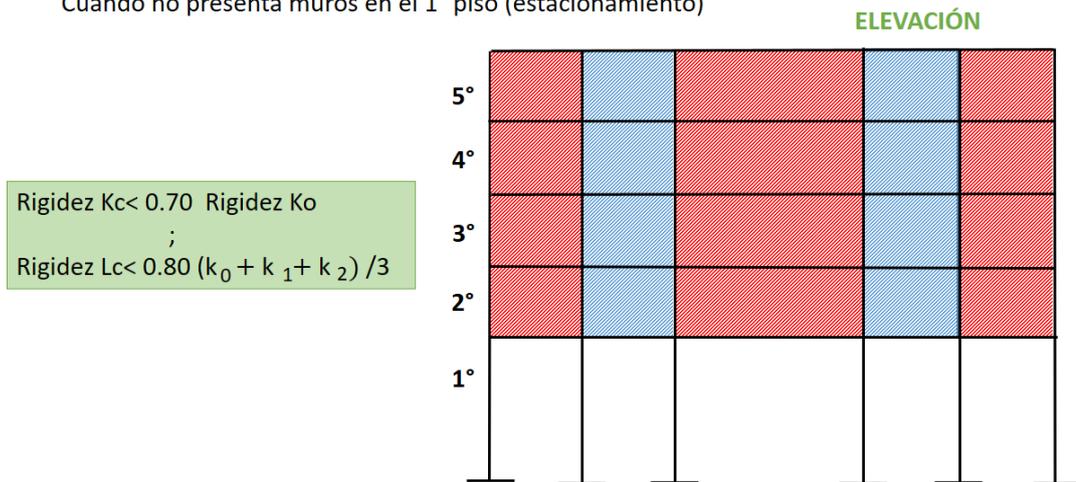


Figura 39. Irregularidad de piso blando

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ Irregularidad de masa

Esta irregularidad ocurre en niveles consecutivos cuando existe un incremento del 50% de la masa de ese nivel con respecto a la masa del nivel inferior.

- Irregularidad de Peso(masa) : ($I_a = 0.90$)



Figura 40. Irregularidad de masa

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ Irregularidad vertical geométrica

Esta irregularidad ocurre cuando la dimensión de la base de la edificación es mayor al 30% a la distancia en el último nivel.

- Irregularidad vertical Geométrica : ($I_a = 0.90$)

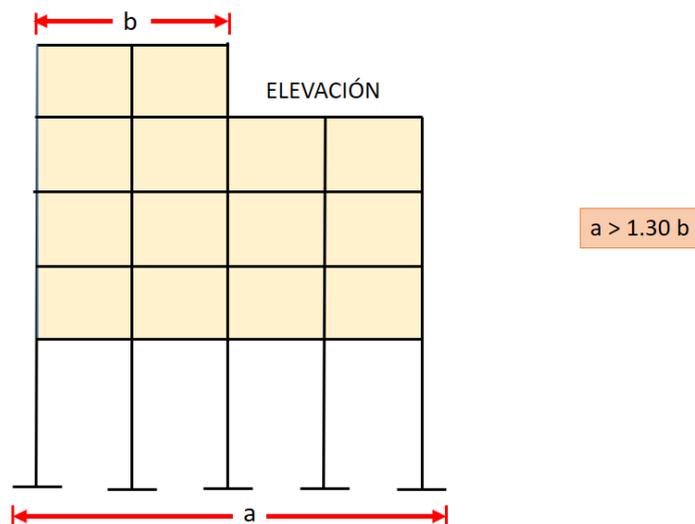


Figura 41. Irregularidad vertical geométrica

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

h. Estimación de peso (P)

Para la estimación del peso total de la edificación, la Norma E.030, menciona que este porcentaje del peso total corresponde a un 100% de la carga muerta para todas las edificaciones y un 50 y 25% de la carga viva para categorías de edificación “A” - “B” y “C”, respectivamente, así como una carga viva del 80% del peso total que es posible almacenar en edificaciones del tipo depósito y una carga viva del 100% de la carga que puede contener en estructuras de tanques.

Tabla 16

Estimación del peso.

Estimación del Peso (P)	
Categoría de edificación	% de carga viva
Categoría “A” y “B”	50%
Categoría “C”	25%
Azoteas y techos	25%
Depósitos	80% del peso total que es posible almacenar
Estructuras de tanques	100% de la carga que puede contener

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

i. Desplazamientos laterales relativos admisibles

En cuanto a los desplazamientos laterales relativos admisibles, la Norma E.030, estipula un límite de derivas que van dependiendo del tipo de material predominante, es decir, concreto armado, acero, albañilería, madera edificios de ductilidad limitada y cuyos valores no deberán de exceder a 7, 10, 5, 10 y 5 milésimas respectivamente, es decir, en una determinada edificación los valores anteriormente mencionados no podrán ser superiores a ellos, a que es el desplazamiento máximo permitido.

Tabla 17

Límites para la distorsión del entrepiso.

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con Muros de Ductilidad Limitada	0.005

NOTA: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta tabla.

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

j. Fuerza cortante en la base

Esta fuerza cortante, actúa como la fuerza que necesitará el sismo para mover una determinada estructura, pero como es imposible que una fuerza sea igual al peso total de la edificación, es por eso por lo que la Norma E.030, designó una serie de factores que reducirán esta fuerza y que actuará directamente a la edificación y que será distribuida en niveles y a su vez en los diferentes pórticos, sistemas o elementos estructurales presentes.

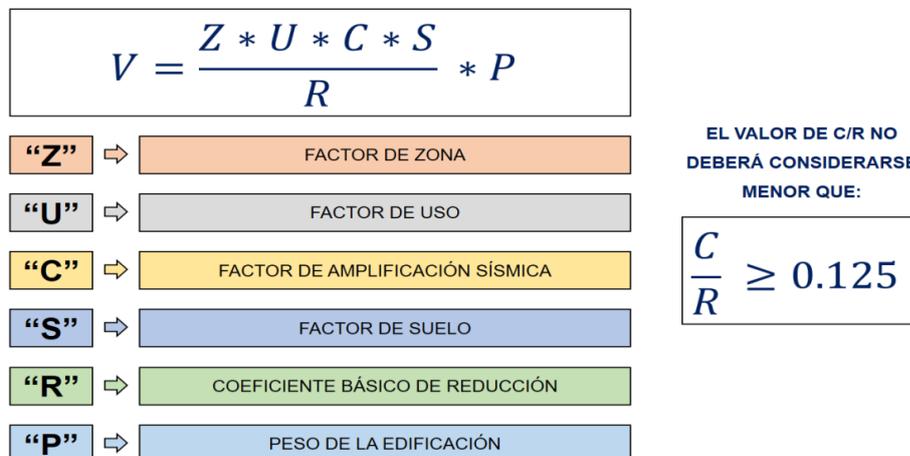


Figura 42. Fuerza cortante en la base.

Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).

Elaboración: El autor (2021).

k. Distribución de la fuerza sísmica en altura

En la Norma E.030, menciona que esta fuerza que actúa directamente en la edificación será distribuida en los niveles que cuenta una determinada edificación, debido a que en cada nivel presenta una masa de entrepiso muy diferente en cada nivel, es por eso por lo que esta fuerza cortante será dividida de acuerdo con cada nivel.

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

“n” ⇒ NÚMERO DE PISOS DE LA EDIFICACIÓN

“k” ⇒ COMPONENTE RELACIONADO CON EL PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA

$T \leq 0.5 \text{ seg.}$	$k = 1.00$
$T > 0.5 \text{ seg.}$	$k = (0.75 + 0.50T) \leq 2.00$

Figura 43. Distribución de la fuerza sísmica en altura.
Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).
Elaboración: El autor (2021).

I. Periodo fundamental de vibración

El periodo fundamental de vibración, según la Norma E.030, se determina dividiendo la altura total de la edificación, es decir, la altura de la superestructura no se cuenta desde la cimentación; entre un coeficiente del periodo, el cual varía de 35, 45 y 60 según el tipo de sistema estructural el cual contempla la edificación.



$C_T = 35$	PÓRTICOS DE CONCRETO ARMADO SIN MUROS DE CORTE.	PÓRTICOS DÚCTILES DE ACERO SIN UNIONES RESISTENTES A MOMENTOS, SIN ARRIOSTRAMIENTO.
$C_T = 45$	PÓRTICOS DE CONCRETO ARMADO CON MUROS EN LAS CAJAS DE ASCENSORES Y ESCALERAS.	PÓRTICOS DE ACERO ARRIOSTRADOS.
$C_T = 60$	PARA EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA Y PARA TODOS LOS EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO DUALES, DE MUROS ESTRUCTURALES Y MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA.	

Figura 44. Periodo fundamental de vibración.
 Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).
 Elaboración: El autor (2021).

m. Excentricidad accidental

La Norma E.030, para fines prácticos considera una excentricidad accidental correspondiente a un 5% de la longitud de la edificación a la dirección del eje a analizar.

$$M_{ti} = \pm F_i * e_i$$

$e_i = 0.05 L$ veces la dimension del edificio en la dirección perpendicular a la dirección del análisis.

Figura 45. Excentricidad accidental.
 Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).
 Elaboración: El autor (2021).

2.2.8. Análisis dinámico

Según Chopra (2014), menciona que “el principal problema de la dinámica estructural que afecta a la comunidad de ingenieros estructurales es el comportamiento de la estructura de la base de la estructura sometido al movimiento de la base de la estructura inducidos por el sismo” (pág. 23).

ECUACIÓN DEL EQUILIBRIO DINÁMICO:

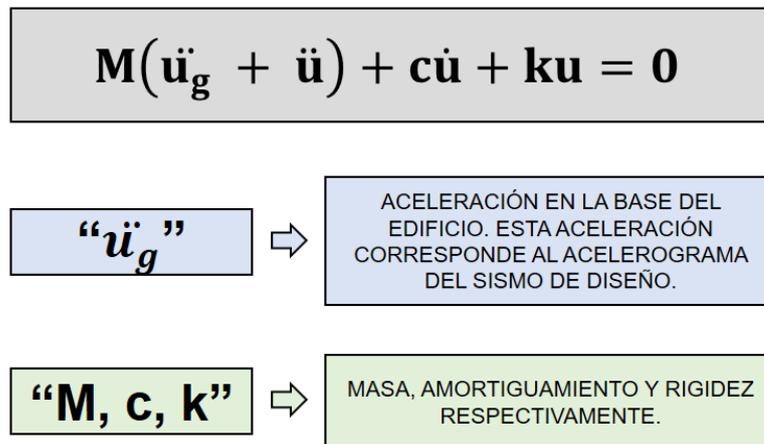


Figura 46. Ecuación del equilibrio dinámico.
 Fuente: (Chopra, 2014).
 Elaboración: El autor (2021).

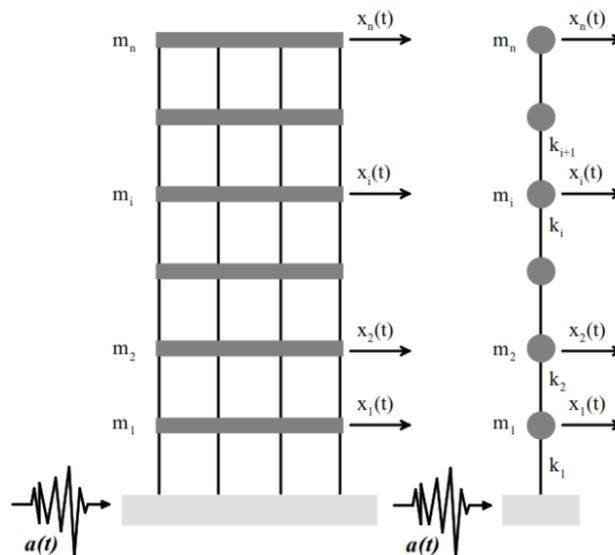


Figura 47. Interacción sísmica suelo – estructura.
 Fuente: (Sáenz, A.)

2.2.9. Modos de vibración

(Norma E.030, 2018), menciona que “los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas”.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, para poder conocer los modos de vibración de la estructura deberán de tomarse como consideración al menos los tres primeros modos predominantes, es decir, si una edificación cuenta con 4 niveles (4 niveles por 3 modos de vibración por nivel dan un total de 12 modos de vibración).

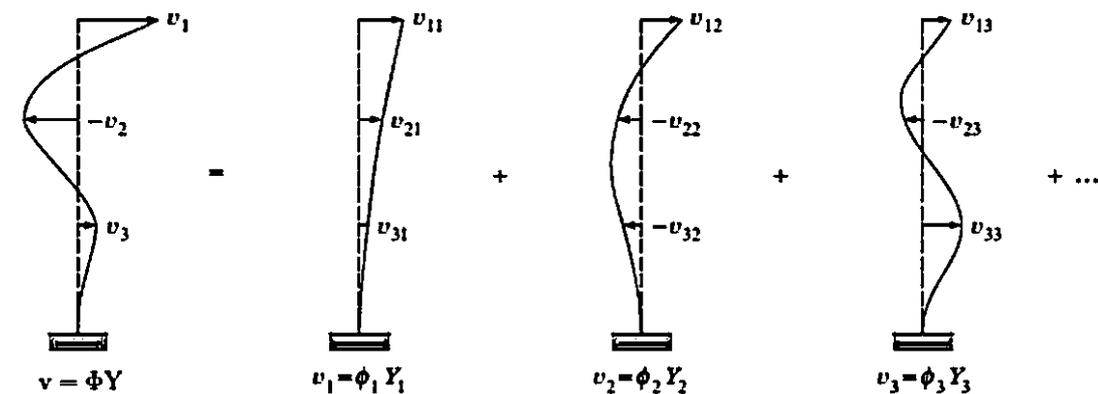


Figura 48. Modos de vibración.
Fuente: (Sáenz, A.)

2.2.10. Aceleración espectral

La aceleración espectral está definida por una serie de factores entre ellos el factor de zona “Z”, factor de uso “U”, factor de amplificación sísmica “C”, factor de suelo “S”, coeficiente de reducción sísmica “R” y la gravedad, esta aceleración es necesaria para poder determinar la gráfica de espectro de respuesta.

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

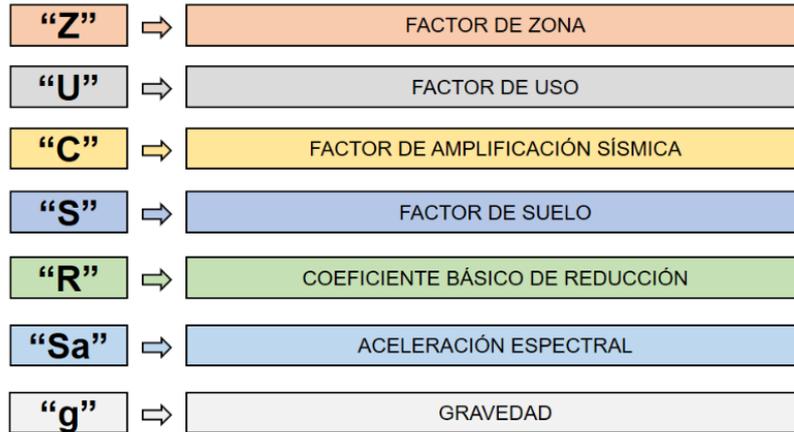


Figura 49. Fórmula de la aceleración espectral.
 Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018).
 Elaboración: El autor (2021).

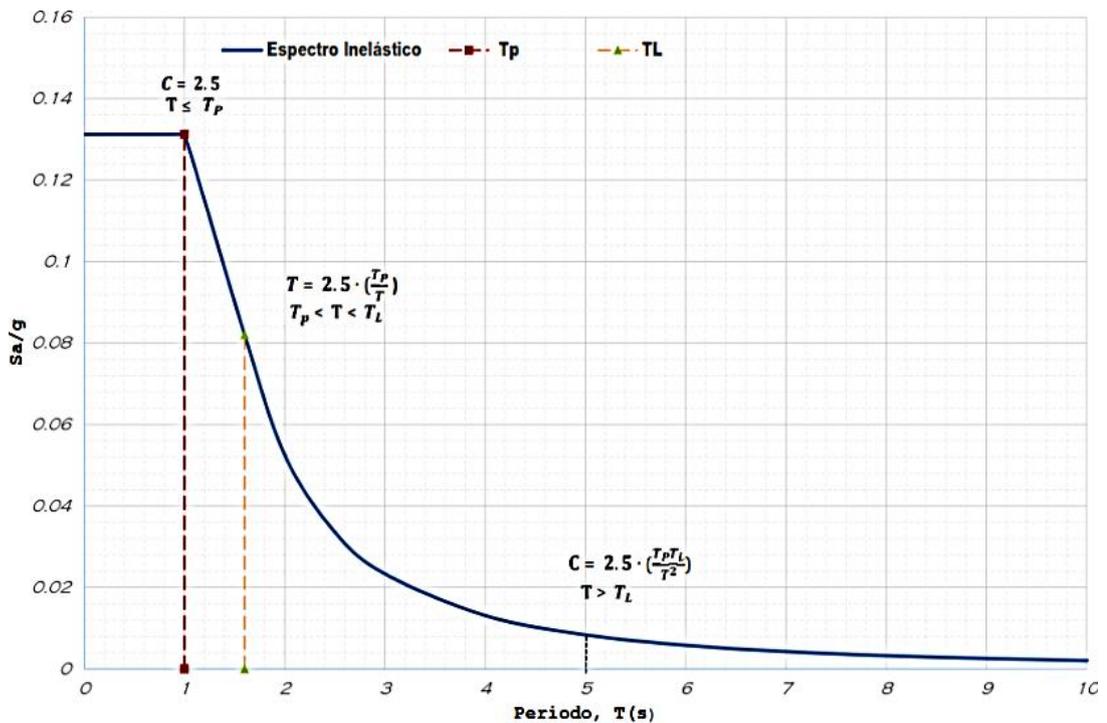


Figura 50. Curva de la aceleración espectral.
 Fuente: (Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, 2016).
 Elaboración: El autor (2021).

2.3. Definición de términos básicos

a. Albañilería confinada

“Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel” (Norma E.070 – Albañilería, 2006).

b. Confinamiento

“Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante” (Norma E.070 – Albañilería, 2006).

c. Carga muerta

“Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo” (Norma E.020 – Cagas, 2006).

d. Carga viva

“Es el peso de todos los ocupantes, materiales equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación” (Norma E.020 – Cagas, 2006).

e. Muro estructural

“Elemento estructural, generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos” (Norma E.60 – Concreto Armado, 2009).

f. Muro de corte o placa

“Muro estructural diseñado para resistir combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas laterales” (Norma E.60 – Concreto Armado, 2009).

g. Compresión

“Presión a que está cometido un cuerpo por la acción de fuerzas opuestas que tienden a disminuir su volumen” (RAE, 2020).

h. Módulo de Elasticidad

“Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material” (Norma E.60 – Concreto Armado, 2009).

i. Resistencia de diseño

“Resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia ϕ que corresponda”. (Norma E.60 – Concreto Armado, 2009).

j. Resistencia nominal

“Resistencia de un elemento o una sección transversal calculada con las disposiciones e hipótesis del método de diseño por resistencia de esta Norma, antes de aplicar el factor de reducción de resistencia”. (Norma E.60 – Concreto Armado, 2009).

k. Resistencia requerida

“Resistencia que un elemento o una sección transversal debe tener para resistir las cargas amplificadas o los momentos y fuerzas internas correspondientes combinadas según lo estipulado en esta Norma”. (Norma E.60 – Concreto Armado, 2009).

l. Sismo

“Comportamiento de la corteza terrestre, originado por energía transmitida de los niveles superiores de la corteza terrestre en una fortuita transmisión de la distorsión del volumen restringido” (Zelaya, 2007).

m. Tracción

“Esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas que tienden a alargarlo” (RAE, 2020).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La alternativa de ampliación presenta un mejor **comportamiento estructural** y **factibilidad económica** de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

2.4.2. Hipótesis específicas

H1: La alternativa de edificación nueva disminuye en más de 20% los periodos de vibración frente a la alternativa de ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

H2. La alternativa de ampliación disminuye los desplazamientos laterales en el 1°, 2°, 3°, 4° y 5° nivel respectivamente frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

H3. La alternativa de ampliación disminuye la fuerza cortante de entepiso frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

H4. La alternativa de ampliación optimiza en más del 30% la factibilidad económica frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño

3.1.1. Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación muestra un enfoque cuantitativo, pues dispone de una recaudación y análisis de datos para poder contestar las interrogaciones, poder certificar las hipótesis predeterminadas numéricamente buscando generalizar resultados y poder una réplica de tal modo que pueda servir para futuros trabajos ya sea en el ámbito estructural como constructivo.

3.1.2. Tipo de investigación

Corresponde a una investigación del tipo **Aplicada**, ya que se empleó los conocimientos teóricos impartidos en las diferentes asignaturas de estructuras de la carrera profesional de ingeniería civil para llevar a cabo el diseño de las diferentes elementos estructurales de ambas, tanto de la alternativa de ampliación de niveles, como la alternativa de demolición y construcción de edificación nueva, así poder determinar una comparación estructural y factibilidad económica entre ambas alternativas de estudio.

3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es **Descriptivo-Correlacional**, pues permitirá describir las variables que están siendo objeto de estudio; y correlacional porque permitirá diferenciar durante el modelamiento y criterios de evaluación estática y dinámica para las alternativas de ampliación o demolición y luego analizar la correlación entre ellas.

3.1.4. Diseño de investigación

En la presente tesis se dispuso el tipo de diseño de investigación, como el tipo **No Experimental (Transversal Descriptivo)**; es decir No Experimental, así como Transversal ya que la recolección de todos los datos aparece y serán estudiadas en un solo instante de tiempo y no se va a controlar ni manipular las variables, es decir, observar y analizar los diseños, el comportamiento estructural y la factibilidad económica de las alternativas de ampliación y demolición.

3.2. Muestra

3.2.1. Población de la investigación

En el presente tema de investigación el universo poblacional está compuesto por las edificaciones multifamiliares existentes en el distrito del Rímac, Provincia y Departamento de Lima.

3.2.2. Muestra de la investigación

En el presente tema de tesis la muestra y unidad de objeto es una vivienda multifamiliar existente de tres niveles de 90.00 m² con un sistema estructural del tipo aporticado, ubicada dentro del distrito del Rímac, provincia y departamento de Lima.

Descripción de la muestra

Este trabajo de investigación inicia con la obtención de los planos arquitectónicos y estructurales del Proyecto “Vivienda Multifamiliar 05 niveles”, realizado por el arquitecto Javier Orbegozo y el ingeniero Julio César Quiroz Cueva con registro C.I.P. N° 47860.

El proyecto detalla una edificación del tipo de uso de vivienda de tres pisos, el cual pretende estar proyectado a cinco niveles, teniendo el terreno con topografía plana, con forma regular dentro del lote normativo de la zona, con un área de terreno de 90.00 m².

El terreno matriz, cuenta con las siguientes dimensiones:

- Frente: 6.00 ml.
- Largo: 15.00 ml.



Figura 51. Visita a la vivienda existente de tres niveles.
Elaboración: El autor (2021).

3.3. Instrumentos

3.3.1. Técnica

Para el presente trabajo de investigación se empleó la técnica de Trabajo de Campo y Gabinete, puesto que se tuvo que evidenciar la edificación existente de tres niveles, corroborando con las dimensiones que figuran en los planos, adicionalmente se corroboró la distribución de acero en las columnas, así como constatar la calidad del concreto existente a través de un ensayo de extracción de diamantina y un estudio de mecánica de suelos a través de una calicata; los planos arquitectónicos y estructurales contemplados fueron empleados como muestra para el presente trabajo de investigación.

3.3.2. Instrumentos para la recolección

a. Material bibliográfico

Se realizaron investigaciones a través de fuentes de consulta, como: tesis nacionales, tesis internacionales, periódicos, revistas científicas, repositorios académicos, investigando temas con características similares al tema de investigación.

b. Cuestionario para las encuestas

Se realizaron unas encuestas a ocho ingenieros civiles estructurales expertos en la materia para poder obtener un mayor alcance e información validada de acuerdo con la gran experiencia profesional de cada uno de ellos, de manera tal que servirá para determinar y validar la importancia, establecer algunos objetivos, establecer la problemática, así como los posibles beneficiarios del presente tema de investigación.

c. Normas técnicas peruanas

El presente tema de investigación contempla un análisis estructural. El cual se revisó y utilizó las siguientes normas:

- RNE E.020 – Cargas.
- RNE E.030 – Diseño Sismorresistente.
- RNE E.050 – Suelos y Cimentaciones.
- RNE E.060 – Concreto Armado.
- RNE E.070 – Albañilería.
- RNE IS.010 – Instalaciones Sanitarias para Edificaciones

d. Observación

Se analizó los procedimientos, características de diseño, modelamiento estructural y resultados de las alternativas de ampliación o demolición, garantizando una mejor respuesta y comportamiento ante un evento telúrico.

e. Diagrama de Ishikawa

Se empleó el diagrama de causa-efecto o también llamado diagrama de Ishikawa, con la finalidad de sintetizar y analizar cada una de las respuestas recopiladas de las encuestas a los expertos para así poder identificar la problemática con la relación causa-efecto.

f. Estudio de mecánica de suelos (calicata)

Se realizó una calicata, cuyo objetivo es conocer las características del tipo de suelo, a través del ensayo de granulometría y clasificación SUCS, así como el ensayo de corte directo para determinar la capacidad portante del suelo para futuros cálculos estructurales y de cimentación.



Figura 52. Toma de muestra - calicata
Elaboración: El autor (2021).

g. Extracción de diamantina

Se realizó un ensayo de calidad del concreto, por medio de una extracción de diamantina a dos puntos de columnas céntricas, con la finalidad de conocer la resistencia del concreto ($F'c$) real in situ de la edificación existente.



Figura 53. Ensayo de Diamantina N° 01
Elaboración: El autor (2021).

3.3.3. Instrumentos de procesamiento

Para poder procesar todos y cada uno de los datos, así como poder organizar la información contemplada en el presente trabajo de investigación se empleó el programa Microsoft Excel, herramienta muy usada hoy en día por los ingenieros civiles, ya que cuenta con una amplia facilidad para poder introducir valores, realizar tablas, elaborar una base de datos, realizar gráficos estadísticos, curva, diagramas, etc., que fueron empleados a lo largo de la presente investigación.

Otra herramienta que se empleó fueron los softwares AUTOCAD (herramienta para elaboración y visualización de planos), SKETCHUP (herramienta para un correcto modelado 3D para elaborar un levantamiento existente y acabados finales), ETABS (herramienta para la elaboración de modelados estructurales de la edificación), SAFE (herramienta para la elaboración de cimentaciones de la edificación), MICROSOFT EXCEL (herramienta para realizar plantillas de metrados para una fácil elaboración de un presupuesto).

3.4. Procedimiento

3.4.1. Plan de trabajo y aspectos éticos

En el presente trabajo de investigación se estableció un plan de trabajo, cuya finalidad es agrupar, sintetizar y ejecutar el presente tema de investigación, para poder llegar a una discusión de los resultados.

Es por eso por lo que hemos agrupado tanto las bases teóricas como herramientas de ayuda como ETABS, SAFE y programas como Microsoft Excel, Sketchup y AUTOCAD.

A su vez, se ha procedido con los lineamientos estipulados de las normas APA, para poder realizar una correcta cita textual, implementación de figuras y tablas, así como referenciar las fuentes bibliográficas.

3.4.2. Recolección y procesamiento de información

Se obtuvo los planos arquitectónicos y estructurales del proyecto (planos de distribución, planos de corte, planos de elevaciones, planos de cimentaciones, planos de techo, etc.) y se constató las dimensiones en campo (in situ), a su vez se recopiló la información extraída de las encuestas realizadas a ocho expertos en la materia, con la finalidad de conocer la problemática, posibles objetivos, importancia y posibles beneficiarios del presente tema de investigación.

Además, se empleó el diagrama de Ishikawa (diagrama de causa-efecto), que, en conjunto a los gráficos de histogramas de los criterios establecidos en las encuestas a expertos, se podrán establecer las causas de la problemática, que pretende solucionar este presente trabajo.

3.4.3. Desarrollo de la investigación

En el presente trabajo de investigación, se realizaron tres modelamientos estructurales, el primero, un modelamiento estructural de la vivienda existente de tres niveles para poder determinar si la vivienda necesita de un reforzamiento, para esto se corroboró con el ensayo de calidad del concreto (extracción de diamantina) para colocar la resistencia a la compresión del concreto real de la vivienda; el segundo, un modelamiento estructural de la vivienda con proyección a cinco niveles, es decir, la vivienda existente ampliando dos niveles más; y el tercero, un modelamiento estructural de una nueva edificación de cinco niveles bajo el sistema estructural de albañilería confinada.

En cada uno de los modelamientos, se contempló los criterios de pre-dimensionamiento estructural, se elaboró sus respectivos análisis estáticos, dinámicos, contemplados en la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, así como el presupuesto para el segundo y tercer modelamiento.

3.5. Variables

En el presente trabajo de investigación se ha dividido en variable dependiente y variable independiente, lo cual son las características que podemos medir y cuantificar.

3.5.1. Variable dependiente

Se ha definido como variable dependiente al Comportamiento Estructural y Factibilidad Económica.

Tabla 18

Variable dependiente

Variables	Dimensión
Comportamiento estructural y factibilidad económica (Variable Dependiente)	Periodos de vibración
	Desplazamientos laterales
	Cortantes de entrepiso
	Evaluación presupuestaria

Elaboración: El autor (2021).

3.5.2. Variable independiente

Se ha definido como variable independiente a la Alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar.

Tabla 19

Variable independiente

Variables	Dimensión
Alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar (Variable Independiente)	Criterios para el diseño de un reforzamiento estructural
	Criterios para el diseño de una edificación nueva

Elaboración: El autor (2021).

3.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 20

Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores
Alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar (Variable Independiente)	Criterios para el diseño de un reforzamiento estructural	Calidad de los elementos estructurales (inspección ocular)
		Pruebas de calidad del concreto (diamantina)
		Estudio de Mecánica de Suelos (calicata)
	Criterios para el diseño de una edificación nueva	Simplicidad y simetría
		Tipo de sistema estructural
		Control por carga vertical (capacidad portante)
		Asentamiento tolerable
		Cargas verticales (CM+CV) y cargas laterales (CS)
	Comportamiento estructural y factibilidad económica (Variable Dependiente)	Periodos de vibración
Modos de vibración		
Desplazamientos laterales		Desplazamiento mínimo permisible
		Deformaciones y asentamientos
Cortantes de entrepiso		Análisis estático
		Análisis dinámico
		Cálculo del peso del edificio
		Distribución de la fuerza sísmica
Evaluación presupuestaria		Metrados
		Costos y presupuestos

Elaboración: El autor (2021).

CAPÍTULO IV

DESARROLLO Y APLICACIÓN

4.1. Descripción de la edificación

4.1.1. Ubicación del proyecto

El Proyecto denominado “Vivienda Multifamiliar de 5 niveles”, cuyos propietarios está conformado por Victoria Clementina Cruzatti Moscoso y la sociedad conyugal Emma Concepción Villanueva Córdova y Edwin Jesús Cueva Cruzatti, el inmueble actualmente de tres niveles cuenta con planos, se tiene como proyección ampliarlo a dos niveles más, es decir, tener cinco niveles; esta vivienda se encuentra ubicada en el Pasaje Las Violetas Mz L Lt. 10 en el Asentamiento Humano Balcón del Rímac, Flor de Amancaes, Rímac, Lima, Lima.



Figura 54. Ubicación del proyecto.

Fuente: Google Maps.

El proyecto “Vivienda Multifamiliar de 5 niveles”, se encuentra localizado en una zona urbana, consolidado homogéneo, en donde el uso predominante es de viviendas, de acuerdo con el plano de zonificación del distrito del Rímac, el proyecto pertenece a un “RDM” (Residencial de Densidad Media), con parámetros urbanísticos para construir hasta cinco pisos.

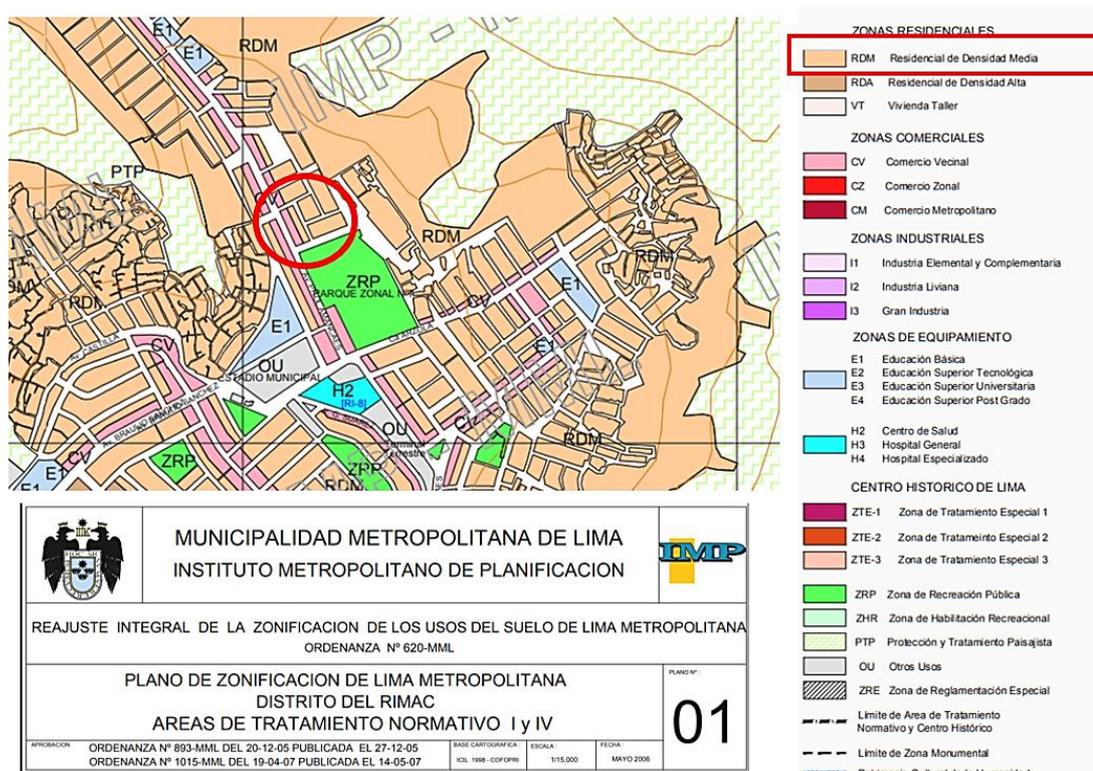


Figura 55. Zonificación del proyecto “Vivienda Multifamiliar 5 niveles”.
Fuente: Plano de Zonificación de Lima Metropolitana – Rímac.

4.1.2. Distribución de ambientes de la vivienda existente

La vivienda existente cuenta con tres niveles construidos, tiene en sus linderos una dimensión de frente de 6.00 m y un largo de 15.00 m encerrando un área de terreno de 90.00 m², tiene acceso a exterior con frente al Pasaje Las Violetas, al lado derecho limita con el Lote N° 09 de propiedad de terceros, al lado izquierdo limita con el Lote N° 11 de propiedad de terceros y al fondo limita con el Lote N° 17 de propiedad de terceros.

En la fachada de la presente edificación cuenta con dos ingresos, uno al lado derecho con un portón de rejas metálicas de dos hojas que es de exclusivo uso para el acceso del primer nivel y otro ingreso al lado izquierdo con una puerta metálica de una hoja destinado para el acceso a los niveles superiores.



Figura 56. Vista en elevación – Vivienda existente.

Fuente: Modelado SKETCHUP.

Elaboración: El autor (2021).

Con la ayuda del programa Sketchup se modeló la vivienda existente de tres niveles, con la finalidad de poder tener una mejor conceptualización de los ambientes y de las incidencias que se encontraron in situ, dando un mayor detalle de lo que se encontró en la visita al inmueble.

❖ **PRIMER PISO:**

En el primer piso, la vivienda existente, cuenta con un acceso principal a través de un portón de rejas metálicas, la cual al ingresar se tiene un pequeño hall solo para el departamento del primer piso, luego tiene una puerta principal para el ingreso al departamento, frente tiene la sala-comedor, al lado izquierdo tiene la cocina amoblada, luego tiene un pasadizo la cual al lado izquierdo se encuentra el baño y luego en el ducto tiene una pequeña lavandería y dos amplios dormitorios al fondo



Figura 57. Vista en planta – Primer piso.
Fuente: Modelado SKETCHUP.
Elaboración: El autor (2021).



Figura 58. Vista isométrica – Primer piso.
Fuente: Modelado SKETCHUP.
Elaboración: El autor (2021).

❖ SEGUNDO PISO:

Al ingresar al departamento del segundo piso, se tiene al frente una sala-comedor, la sala cuenta con mamparas de tres hojas, un pequeño balcón de 6.00m de largo y 1.00m de ancho, luego al lado izquierdo se encuentra la cocina en forma de "L" con una barra integrada, luego un pasadizo que al lado izquierdo se encuentra el baño, el ducto de ventilación e iluminación, al fondo cuenta con dos dormitorios, luego al lado derecho cuenta con una pequeña lavandería y un dormitorio pequeño.



Figura 59. Vista en planta - Segundo piso.

Fuente: Modelado SKETCHUP.

Elaboración: El autor (2021).

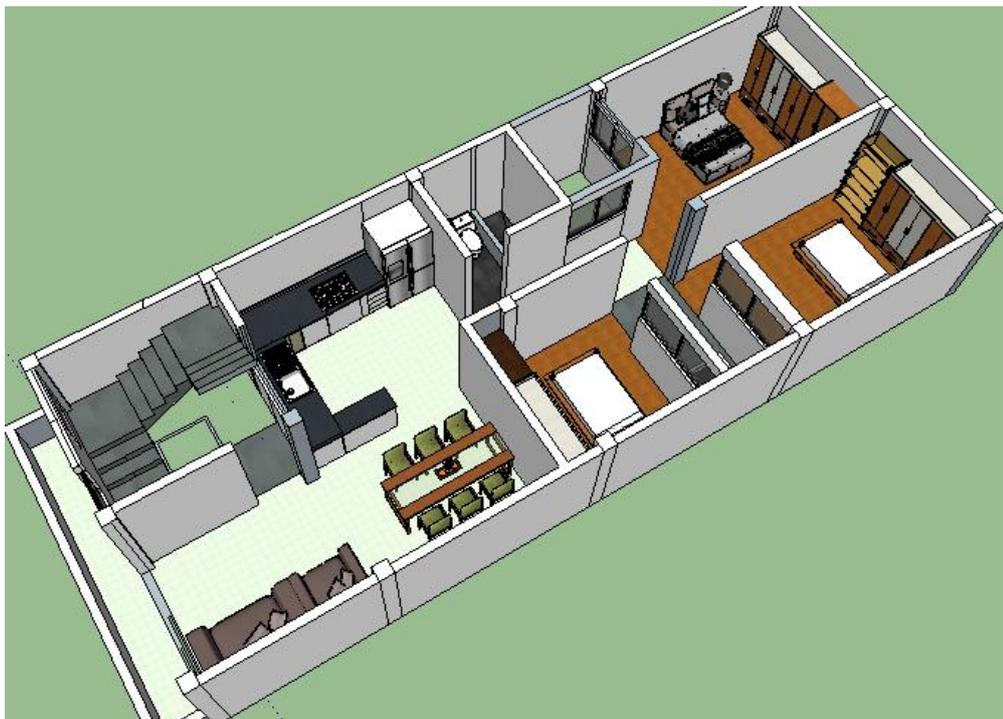


Figura 60. Vista isométrica - Segundo piso.

Fuente: Modelado SKETCHUP.

Elaboración: El autor (2021).

❖ TERCER PISO:

Al ingresar al departamento del tercer piso, se tiene al frente una sala-comedor, la sala cuenta con mamparas de tres hojas, un pequeño balcón de 6.00m de largo y 1.00m de ancho, luego al lado izquierdo el ambiente que le corresponde según planos es el de cocina, sin embargo, in situ solo se encontró conexiones (puntos) para una futura cocina, solo que por el momento no se encuentra amoblada y en su reemplazo se encuentra un escritorio, luego un pasadizo que al lado izquierdo se encuentra el baño, el ducto de ventilación e iluminación, al fondo cuenta con dos dormitorios, que por el momento no se encuentran amoblados y en su reemplazo es un ambiente de escritorio y al otro lado de depósito, luego al lado derecho cuenta con una pequeña lavandería.



Figura 61. Vista en planta - Tercer piso.

Fuente: Modelado SKETCHUP.

Elaboración: El autor (2021).

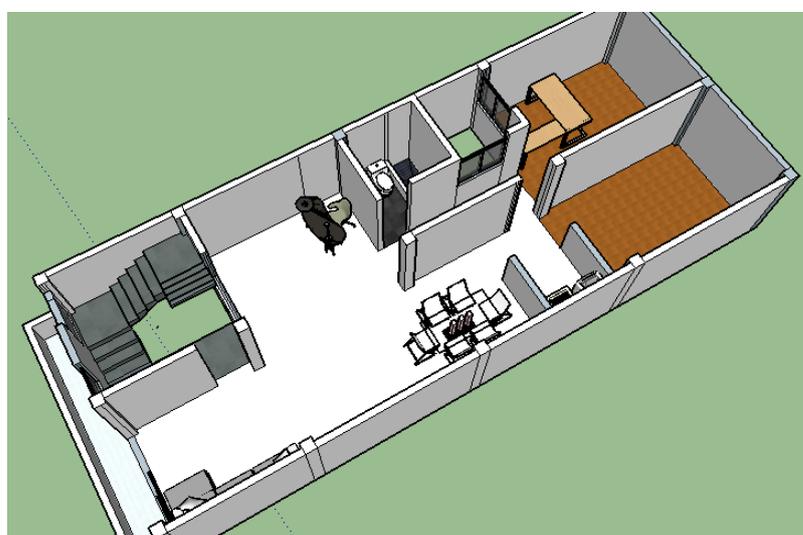


Figura 62. Vista isométrica - Tercer piso.

Fuente: Modelado SKETCHUP.

Elaboración: El autor (2021).



Figura 63. Vista en corte frontal – Vivienda existente.
Fuente: Modelado SKETCHUP.
Elaboración: El autor (2021).



Figura 64. Vista en corte lateral – Vivienda existente.
Fuente: Modelado SKETCHUP.
Elaboración: El autor (2021).

4.1.3. Ensayo de extracción de diamantina

Se realizó un ensayo de extracción de probetas de concreto diamantinos, para poder conocer la calidad del concreto existente in situ en los elementos estructurales del presente proyecto, es decir, conocer la resistencia a la compresión del concreto.

Para la ejecución de este ensayo, es decir, la extracción, se contó con los servicios de la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C., con RUC (20600375262), la cual se contrató con todos los equipos necesarios para poder llevar a cabo el ensayo, y para que posteriormente sea llevado a laboratorio para su posterior rotura de las probetas.

La finalidad es conocer la resistencia a la compresión del concreto in situ del proyecto, de manera tal, que estos datos sean empleados para el modelamiento real de la vivienda existente, y poder conocer si es factible elaborar la ampliación de niveles de manera que ya no sean solo tres niveles sino cinco niveles (proyectado).



Figura 65. Logo de la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C.
Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Tabla 21

Procedimiento del ensayo de extracción de probetas de concreto con diamantina

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
<p>1. INVENTARIO DE HERRAMIENTAS A SER EMPLEADAS.</p> 	<p>Se realizó un inventario de las herramientas que serán de utilidad para el ensayo de extracción de testigos de diamantina, entre ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> + EPP completos (guantes, casco, botas con punta de acero, lentes, mascarilla, chaleco). + Detector-escáner de acero. + Equipo de extracción de diamantina. + Taladro, martillo, brocas. + Equipo de bombeo de agua a presión.
<p>2. DETECTAR LA UBICACIÓN DE LAS VARILLAS DE ACERO.</p>  	<p>Se realizó con la ayuda de un detector-escáner de la marca Bosch un rastreo para poder ubicar la presencia de varillas de acero, tanto los aceros verticales (longitudinales), como los aceros horizontales (estribos), ya que es importante conocer su ubicación, de manera tal que al momento de realizar la extracción de las probetas de concreto no logre extraer una porción de las varillas de acero evitando comprometer al elemento estructural y evitar debilitar la edificación.</p> <p>Al lograr ubicar los puntos de aceros, se procede a colocarlas in situ pintándolas con la ayuda de un plumón.</p>

3. COLOCACIÓN DE UN PUNTO DE APOYO PARA EL EQUIPO DE EXTRACCIÓN DE DIAMANTINA.



Se realizó la colocación de un punto como apoyo para estabilizar el equipo de extracción de diamantina, de manera que quede fijo y no existan interrupciones por un mal manejo de esta.

4. EXTRACCIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.



DIAMANTINA "1"

- Proyecto: Vivienda Multifamiliar de 5 niveles
- Distrito: Rimac
- Ubicación: Pz. Los Violetes Mz. L. y 40 Av. H. Baseón del Rimac, Flor de Amancaes
- TESIS: Comportamiento Estructural y Fiabilidad Económica para las Alternativas de Ampliación o Demolición en un Proyecto Multifamiliar de 5 niveles ubicado en el Distrito del Rimac, Provincia y Depto de L.

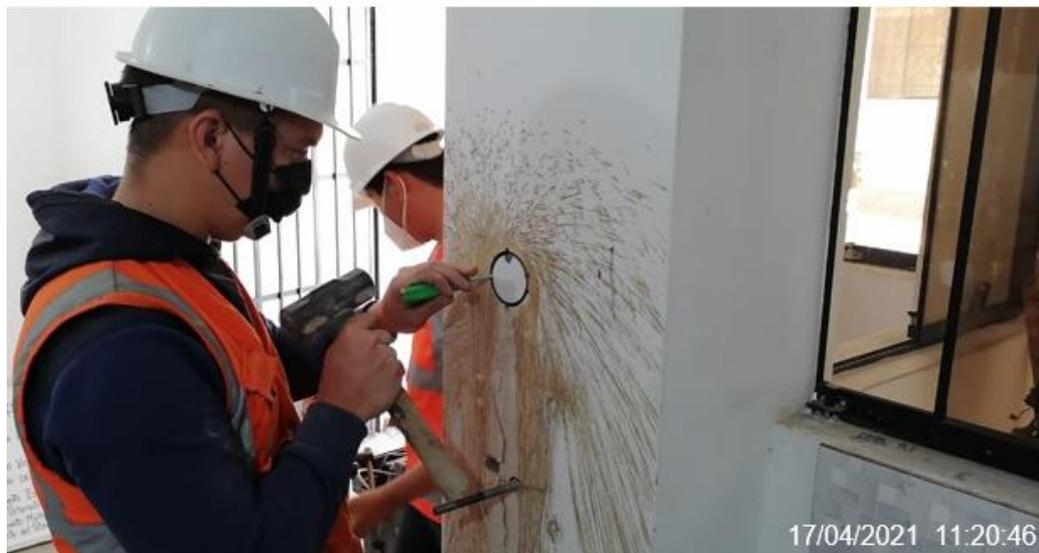
DIAMANTINA "2"

- Proyecto: Vivienda Multifamiliar de 5 niveles
- Distrito: Rimac
- Ubicación: Pz. Los Violetes Mz. L. y 40 Av. H. Baseón del Rimac, Flor de Amancaes
- TESIS: Comportamiento Estructural y Fiabilidad Económica para las Alternativas de Ampliación o Demolición en un Proyecto Multifamiliar de 5 niveles ubicado en el Distrito del Rimac, Provincia y Depto de Lima

Se realizó el ensayo de diamantina extrayendo las probetas de concreto, este procedimiento consiste en:

- + Fijar un punto para poder realizar la extracción sin tocar las varillas de acero.
- + Colocar el equipo de extracción de diamantina.
- + Con la ayuda de un equipo de bombeo, es decir, un tanque de agua facilitará la extracción, ya que con la presión de este será más sencillo introducir y extraer la probeta.

5. RETIRO DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.



Luego se procedió a retirar con la ayuda de un desarmador punta plana, para poder extraer las probetas sin la necesidad de picar o alterar la probeta.

6. MEDICIÓN DE LAS PROBETAS.



Luego de extraer las probetas de concreto, se procedieron a elaborar la medición de esta, con la finalidad de poder tener un registro de los datos, así como evidenciar para los ensayos de laboratorio.

Elaboración: El autor (2021).

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE : EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA
 OBRA : "VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 05 NIVELES"
 UBICACIÓN : PSJ. LAS VIOLETAS MZ L LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC. Fecha de ensayo: 23/04/2021

Nº de Testigos	Identificación	Fecha de Rotura	Altura (cm)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Relacion altura / diametro	Factor de Corrección de Resistencia	Carga Maxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
1	D1	23/04/21	12.60	6.7	35.25	1.88	0.988	5354.2	150.1
2	D2	23/04/21	12.80	6.7	35.25	1.91	0.990	5038.9	141.6

OBSERVACIONES:

* Muestra extraída mediante perforadora diamantina.

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JEFE DE LABORATORIO	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Control de Asfalto Elice Madero Huambón INGENIERO CIVIL P. N. 23566	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD

Figura 66. Resultados del ensayo resistencia a la compresión de testigos diamantinos. Elaboración: Empresa MTL GEOTECNIA S.A.C.

De acuerdo con la Figura 66, se puede mencionar que, los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de testigos diamantinos arrojaron una resistencia que está por debajo de la resistencia mínima considerada, es decir, una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para elementos estructurales de concreto armado, siendo los resultados:

➤ **Diamantina Nº 01**

Cuya extracción de la probeta de concreto fue en la columna central en el Segundo piso de la edificación → $f'c = 150.10 \text{ kg/cm}^2$

➤ **Diamantina Nº 02**

Cuya extracción de la probeta de concreto fue en la columna central en el Primer piso de la edificación → $f'c = 141.60 \text{ kg/cm}^2$.

4.1.4. Estudio de mecánica de suelos (EMS) – calicata

Para el presente trabajo de investigación, se llevó a cabo la realización de una calicata de 0.70 m de ancho x 1.20 m de largo x 1.30 m de profundidad, de manera que se pueda caber dentro de la calicata y realizar los ensayos correspondientes.

Para la ejecución del presente ensayo se contó con los servicios de la empresa LABGEO CRVV S.A.C., con RUC (20555564237), la cual se contrató con todos los equipos necesarios para poder llevar a cabo el ensayo de densidad de campo a través del método balón por reposición de agua, perfil estratigráfico y la extracción de muestra para ser llevadas a laboratorio y posteriormente elaborar los ensayos de granulometría – clasificación ZUCS, contenido de humedad y el ensayo de corte directo para poder conocer la capacidad portante del suelo y ser tomados en cuenta para el diseño de cimentaciones del presente proyecto.



Figura 67. Logo de la empresa LABGEO CRVV S.A.C.
Fuente: LABGEO CRVV S.A.C.

En la Tabla 22, se podrá visualizar todos los procedimientos llevados a cabo para el estudio de mecánica de suelos, densidad de campo y perfil estratigráfico del suelo.

Tabla 22

Procedimiento para el estudio de mecánica de suelos – densidad de campo – perfil estratigráfico

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
<p>1. UBICAR EL ESPACIO PARA LA REALIZACIÓN DE LA CALICATA.</p>  <p>01/05/2021 07:30:31</p>	<p>La calicata por ser un estudio de mecánica de suelos, esta fue ubicada en el primer nivel de la edificación existente.</p> <p>Ya que la vivienda se encuentra habitada, se eligió un espacio de la sala ya que en esa zona el piso es de concreto pulido y resulta más fácil, evitando dañar el porcelanato existente en los demás ambientes del piso.</p>
<p>2. DELIMITACIÓN DE LA CALICATA</p>  <p>01/05/2021 07:33:48</p>  <p>01/05/2021 07:35:30</p>  <p>01/05/2021 10:45:54</p>  <p>01/05/2021 10:42:28</p>	

Una vez ubicado el espacio en donde se realizará la calicata, se procedió a delimitar el área que va a ser ocupada para poder iniciar con la demolición de la losa existente y la excavación de la calicata.

Dimensiones de la calicata:

+ Largo = 1.20 m.

+ Ancho = 0.70 m.

+ Profundidad = 1.30 m.

3. TOMA DE DATOS PARA EL PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO



Luego de la excavación de la calicata, se procedió a descender para poder tomar fotos, videos, y anotar lo que se puede observar en los diferentes estratos del suelo, proporcionando esa información a la empresa para que lo tengan en cuenta.

4. ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO – MÉTODO BALÓN POR REEMPLAZO DE AGUA



Este método consiste en determinar la densidad de campo del suelo, colocando una base hueca de acero para poder delimitar y extraer un poco de muestra, y en su reemplazo colocar una bolsa negra y agregar agua, de manera que el volumen sea ocupado en su totalidad por agua.

5. DENSIDAD DE CAMPO – IN SITU



En este parte del procedimiento, se procedió con la medición del peso de la muestra, así como el peso del agua para el ensayo de densidad de campo.

6. TOMA DE MUESTRA DEL SUELO



Finalmente, se procedió con la toma de las muestras del suelo, llevadas a laboratorio para los ensayos correspondientes de granulometría, clasificación ZUCS y ensayo de corte directo. Además, se procedió con el tapado de la calicata para luego resanar el piso con concreto pulido.

Elaboración: El autor (2021).

INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INFORME N° : LABGEO-21-121.01

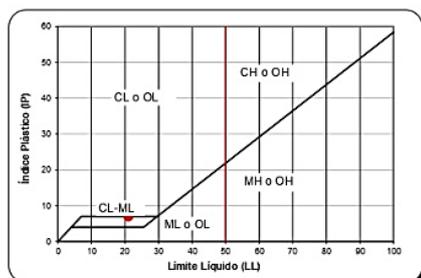
Fecha de Emisión :

Fecha de Recepción : 3/05/2021

CLIENTE : Edwin Jesús Cueva Villanueva
DIRECCIÓN :
SOLICITANTE : ---
PROYECTO : Proyecto multifamiliar 05 niveles, Rímac

UBICACIÓN : Rímac

IDENTIFICACIÓN	C-1		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)	1.30
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)	FORMA :	Sub angular	DUREZA :	Duro y Durable	T.M.V.	3 in.
	COLOR DE MUESTRA :	Pardo Oscuro	CLASIFICACIÓN VISUAL:	0		



Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)

FECHA DE EJECUCIÓN	-
Límite Líquido (LL)	21
Límite Plástico (LP)	14
Índice Plástico (IP)	7
% Retenido malla No. 40	-
N.P. (No Plástico)	



Determinación del Contenido de Humedad (ASTM D2216)	
Método de Ensayo	A
FECHA DE EJECUCIÓN :	03/05/2021
Masa de tara (g)	301
Masa de tara + muestra húmeda (g)	6,839
Masa de tara + muestra seca (g)	6,722
Contenido de humedad (%)	2
Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple
Más de un tipo de material en la muestra	No

Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCS)
GP - GC
Nombre de Grupo
Poorly graded gravel with clay and sand
Nombre de Grupo local
Grava mal graduada con arcilla y arena

DATOS DE LOS ENSAYOS					
Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Húmeda	Método Utilizado ASTM D4318	Límite Líquido	Multipunto
	ASTM D4318			Límite Plástico	Manual

Observaciones : Se encontro gravas mayor a 3in. en 17.1% del total de muestra recibida

Figura 68. Resultados del ensayo clasificación de suelos.
Elaboración: Empresa LABGEO CRVV S.A.C.

De acuerdo con la Figura 68, se puede mencionar que, los resultados del ensayo de clasificación de suelos, da como conclusión que el tipo de suelo existente en la edificación es “GP – GC”, es decir, una “grava mal graduada con arcilla y arena”.

Tabla 23

Resultado de Mecánica de Suelos

Calicata Sondaje N°	Prof. De la calicata (m)	Muestra	Ensayos Estándar			
			SUCS	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-01	1.30	M-01	GP-GC	21.00	14.00	7.00

Elaboración: El autor (2021).

Donde:

- SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
- LL: Límite Líquido
- LP: Límite Plástico
- IP: Índice de Plasticidad

Descripción de la Calicata C-01

En la calicata C-01 se pudo observar desde 0.00m hasta 0.60m de profundidad, que está conformado por un tipo de suelo arena arcillosa de color marrón con una ligera compactación, húmedo, con presencia de gravas sub angulosas, presencia de plasticidad.

Entre los 0.60m a 1.30m de profundidad está conformado por arena limosa de color gris parduzco, con una compactación moderada, húmeda, con presencia de gravas sub angulosas, no presencia de plasticidad, con un tamaño máximo nominal de 3" (grava aislada).

USMP UNIVERSIDAD SAN MARCELINO DE TORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO		
PROYECTO:	"VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 05 NIVELES"	CALICATA C - 01		
UBICACIÓN:	PSJ. LAS VIOLETAS MZ L LT. 10 ASENT. H. Balcón del Rímac, Rímac, Lima, Lima.			
TESIS:	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA			
FECHA:	01 MAYO DEL 2021			
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	CALICATA	DIMENSIONES CALICATA:	LARGO 1.20 M.	ANCHO 0.70 M.
COTAS:	REFERENCIA	NIVEL DE TERRENO	1.30 M	
	NIVEL	- 1.30 M.	NIVEL FREÁTICO	NO SE ENCONTRÓ.

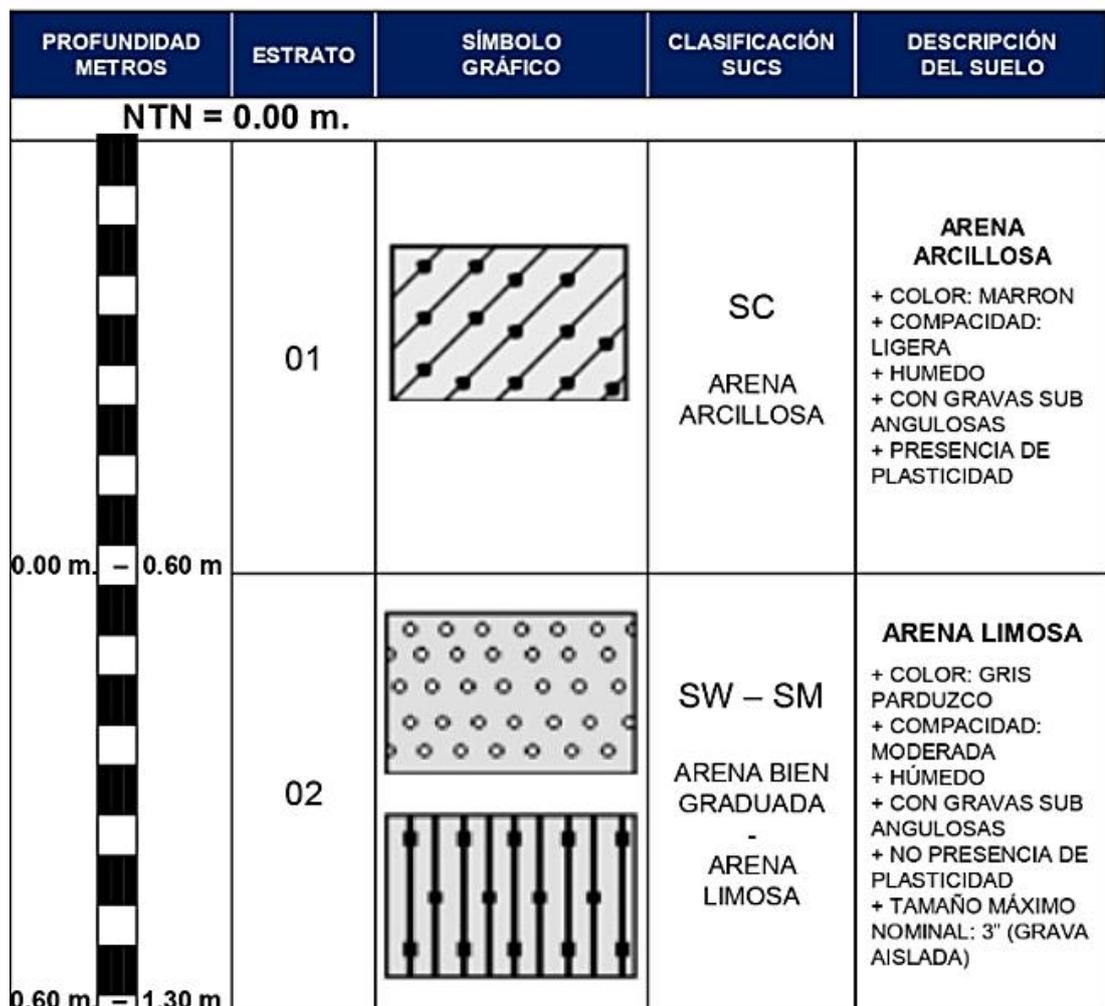


Figura 69. Perfil Estratigráfico de la Calicata C-01
Elaboración: El autor (2021).

Cálculo de la Capacidad Admisibile del Suelo por Resistencia

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F.S.}$$

$$q_u = (S_c * C * N_c) + (S_q * \gamma * D_f * N_q) + \left(\frac{1}{2} * S_y * \gamma' * B * N_y \right)$$

$$S_y = 1 - 0.4 * \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$d_q = 1 + 2 * (\tan \phi) (1 - \sin \phi)^2 * \frac{D_f}{B}$$

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L} * \tan \phi \right)$$

$$d_c = 1 + 0.4 * \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$S_c = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) * \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$d_y = 1$$

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

$$N_q = \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)^2 * e^{\pi * \tan \phi}$$

$$N_y = 2 * (N_q + 1) * \tan \phi$$

Figura 70. Cálculo de Capacidad de Carga – Terzaghi
Elaboración: El autor (2021).

Donde:

q_u = Capacidad última de carga (kg/cm²)

q_{adm} = Capacidad portante admisible del suelo (kg/cm²)

F.S. = Factor de Seguridad (3.0)

γ = Peso específico del suelo

γ' = Peso específico del suelo debajo de la cimentación

B = Ancho de la zapata o cimiento corrido (m)

D_f = Profundidad de la cimentación (m)

C = Cohesión (kg/cm²)

ϕ = Ángulo de fricción interna

N_c, N_q, N_y = Parámetros que son fricción de ϕ (Tabla de Vesic)

S_c, S_q, S_y = Factor de forma de Vesic

4.2. Evaluación de la estructura existente

Como primer procedimiento se recopilaron todos los planos de la edificación brindados por los propietarios, para verificar las dimensiones y estado de los elementos estructurales de la vivienda existente, es por ello por lo que se procedió a una inspección in situ.

La compatibilización de los planos brindados y el levantamiento in situ fueron elaborados con ayuda del software AutoCAD facilitando la elaboración de planos y el diseño que se le elaborará luego de un diseño sísmico estructural.

4.2.1. Cargas y sección de elementos estructurales

Durante la toma de datos in situ de la edificación, se pudo constatar la compatibilidad entre los planos brindados por los propietarios y la visualización en campo, garantizando y verificando la existencia y las dimensiones reales de la vivienda existente.

Tabla 24

Dimensiones in situ de los elementos estructurales de la vivienda existente

Elemento Estructural	Dimensión
Losa Aligerada	Espesor $\rightarrow e = 0.20$ m.
Vigas Principales Eje X-X	Peralte $\rightarrow h = 0.35$ m. Base $\rightarrow b = 0.25$ m.
Vigas Principales Eje Y-Y	Peralte $\rightarrow h = 0.25$ m. Base $\rightarrow b = 0.25$ m.
Columnas Esquinadas	Sección $\rightarrow 0.25$ m. x 0.25 m.
Columnas Laterales	Sección $\rightarrow 0.25$ m. x 0.25 m.
Columnas Centrales	Sección $\rightarrow 0.35$ m. x 0.35 m.
Muros No Portantes	Espesor $\rightarrow t = 0.15$ m.

Elaboración: El autor (2021).

4.2.2. Modelamiento estructural de la vivienda existente

Luego del levantamiento de datos de campo, se modeló la estructura existente correspondiente a la edificación de tres niveles, con ayuda del software ETABS v16.

La estructura existente de tres niveles, muestra un sistema de pórticos, lo cual también se pudo ver en la inspección que los muros eran divisorios, es decir, no portantes, y en cuyo proceso constructivo primero fue el casco estructural conformado por columnas y vigas y por último se colocaron los muros para cercar la edificación, estos muros no son contemplados en el modelado en ETABS porque no aportan rigidez a la estructura ya que son independientes, y si se colocase el software lo reconoce como que sí aporta, lo cual es incorrecto, solo se consideraron las cargas de estos muros para aplicarlas en las vigas ya que presentan un peso propio que sí debe de estar contemplado.

En la figura 57 se muestra el modelado de la edificación existente de tres niveles, incluyendo el modelado de las escaleras lo cual aporta un peso a la edificación y tiene que estar considerado para este presente análisis.

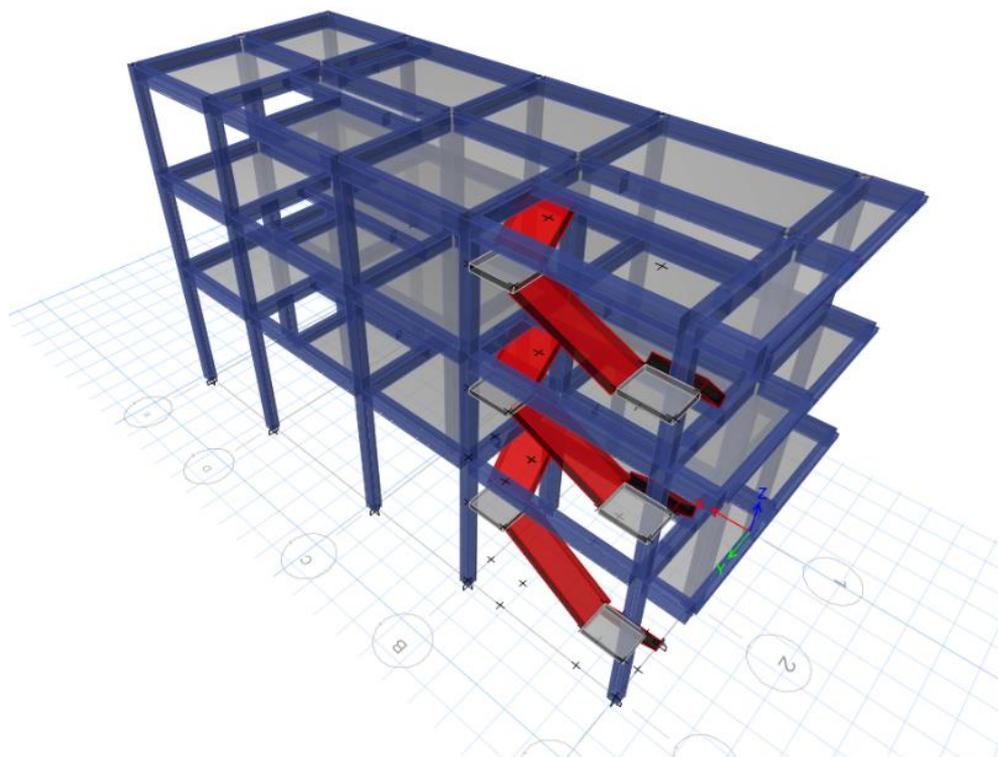


Figura 71. Modelado de la estructura existente de 3 niveles.

Fuente: ETABS.

Elaboración: El autor (2021).

La edificación existente presenta un área de 90.00 m² de terreno, el cual se encuentra delimitado con una longitud de frente de 6.00 m. y una longitud de fondo de 15.00 m, actualmente en el eje X-X presenta 5 ejes (A-B-C-D-E) y en el eje Y-Y presenta 3 ejes (1-2-3).

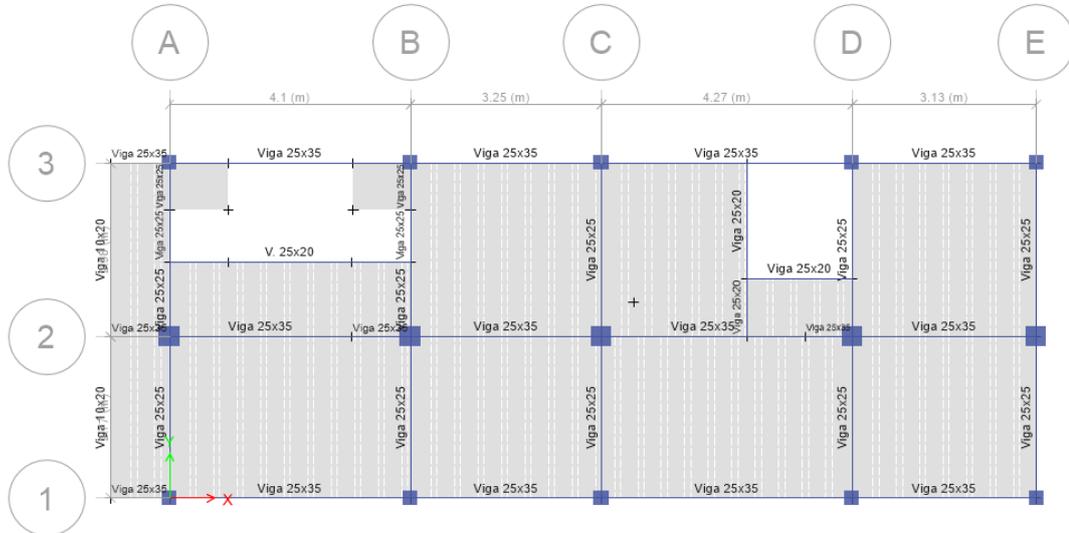


Figura 72. Vista en Planta de la edificación existente.

Fuente: ETABS.

Elaboración: El autor (2021).

En la figura N° 73 se muestra la colocación de las longitudes en ambos ejes de la edificación existente de tres niveles en el software ETABS.

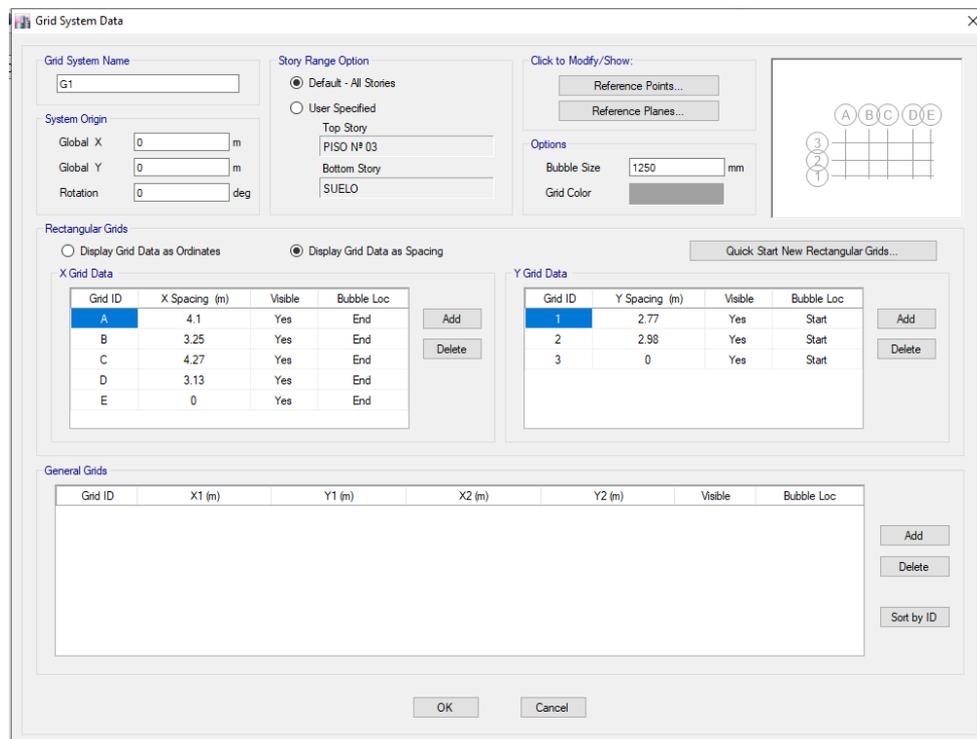


Figura 73. Ventana de Edit Grid System Data.

Elaboración: El autor (2021).

En cuanto a la distribución por altura de la edificación existente, se encuentra dividida en tres pisos, los cuales presentan una altura de 2.80 m. (Primer nivel), 2.80 m. (Segundo nivel) y 2.80 m. (Tercer nivel), cabe resaltar que para efectos de cimentación se consideró una altura de desplante de 1.20 m., debido a que la cimentación existente se encuentra a esa profundidad.

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
PISO Nº 03	2.8	9.6	Yes	None	No	0	Blue
PISO Nº 02	2.8	6.8	No	PISO Nº 03	No	0	Green
PISO Nº 01	4	4	No	PISO Nº 03	No	0	Cyan
SUELO	0	0	No	PISO Nº 03	No	0	Blue

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

OK Cancel

Figura 74. Ventana de Edit Story Data – Vivienda existente
Elaboración: El autor (2021).

Durante la inspección in situ, se pudo verificar en el último nivel de la edificación la presencia de mechas de acero provenientes de los pisos inferiores, de manera tal que se pudo visualizar la presencia de aceros corrugados, así como los diámetros usados y la cantidad de varillas longitudinales colocadas.

Estas varillas de acero se encontraron en buen estado, con un poco de oxidación superficial que puede retirarse con ayuda de un químico removedor de óxido, lo cual no implica un debilitamiento a la estructura.

De los planos brindados por los propietarios, se verificó durante la inspección y se pudo corroborar la compatibilidad entre los aceros estipulados en los planos y los aceros colocados in situ.

En la figura N° 61, se puede visualizar algunas especificaciones técnicas, así como las secciones de columnas y el área de acero colocadas y diseñadas por el Ing. Julio Quiroz.

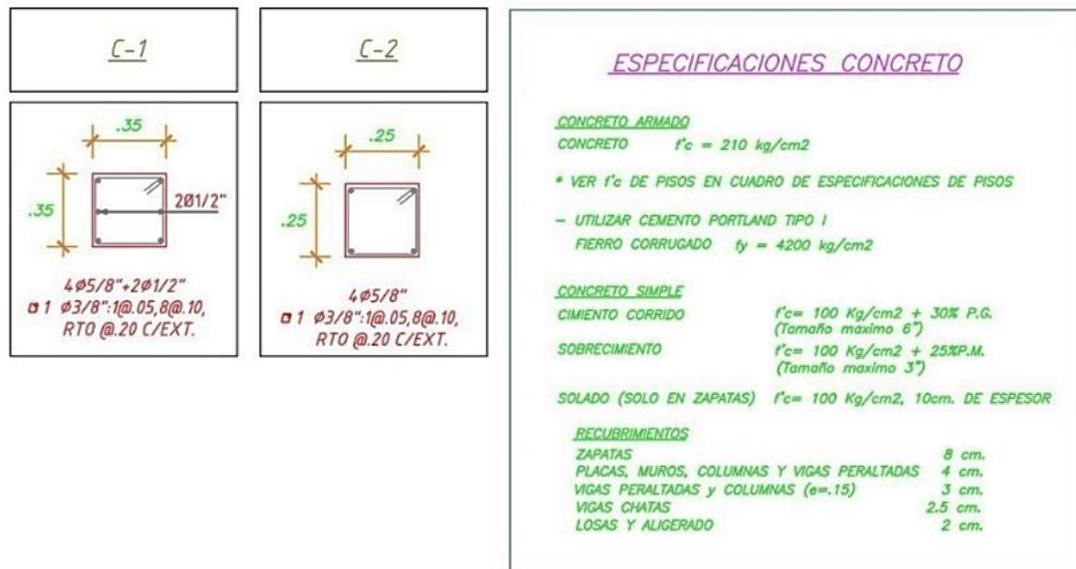


Figura 75. Datos de la columna existente
Elaboración: Ing. Julio Quiroz.

Para el modelado en ETABS de la vivienda existente de tres niveles, se asignó una resistencia a la compresión del concreto para losas, vigas y escaleras de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se consideró dicha resistencia debido a que se evidenciaron un vaciado de losa aligerada y escaleras con la empresa MIXERCON, lo cual garantiza una calidad en los materiales, una correcta manipulación y dosificación de los agregados para un óptimo vaciado de concreto.

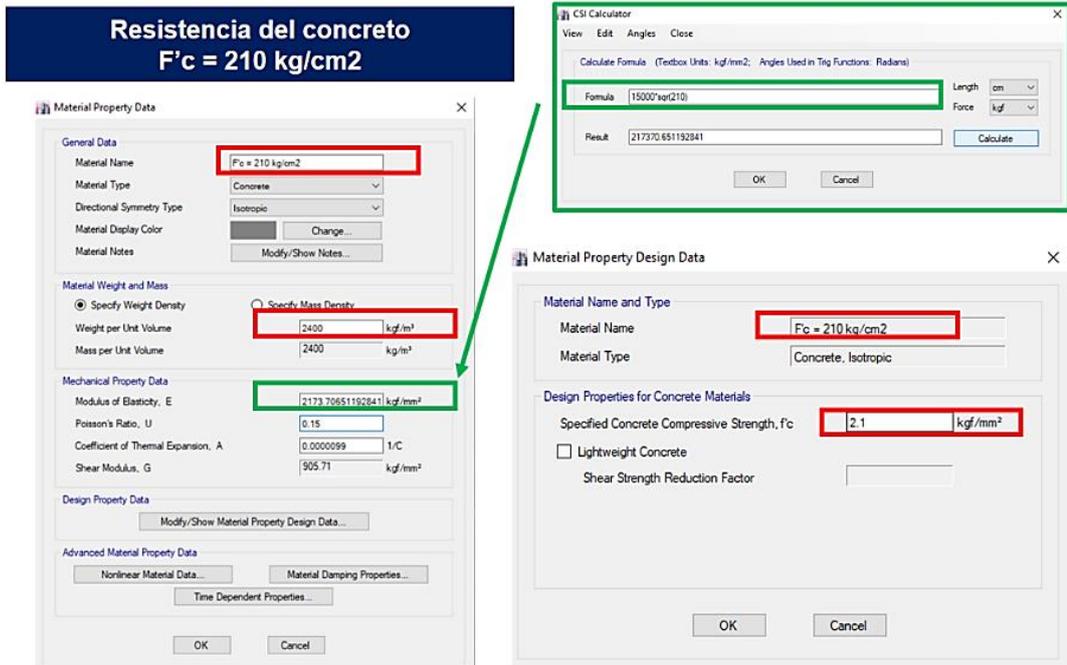


Figura 76. Ventana de Material Property Data concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).
Elaboración: El autor (2021).

También se consideró una resistencia de $f'c = 150.1 \text{ kg/cm}^2$ para las columnas existentes del segundo y tercer nivel, resultado obtenido de la extracción de diamantina y rotura de la probeta N° 01.

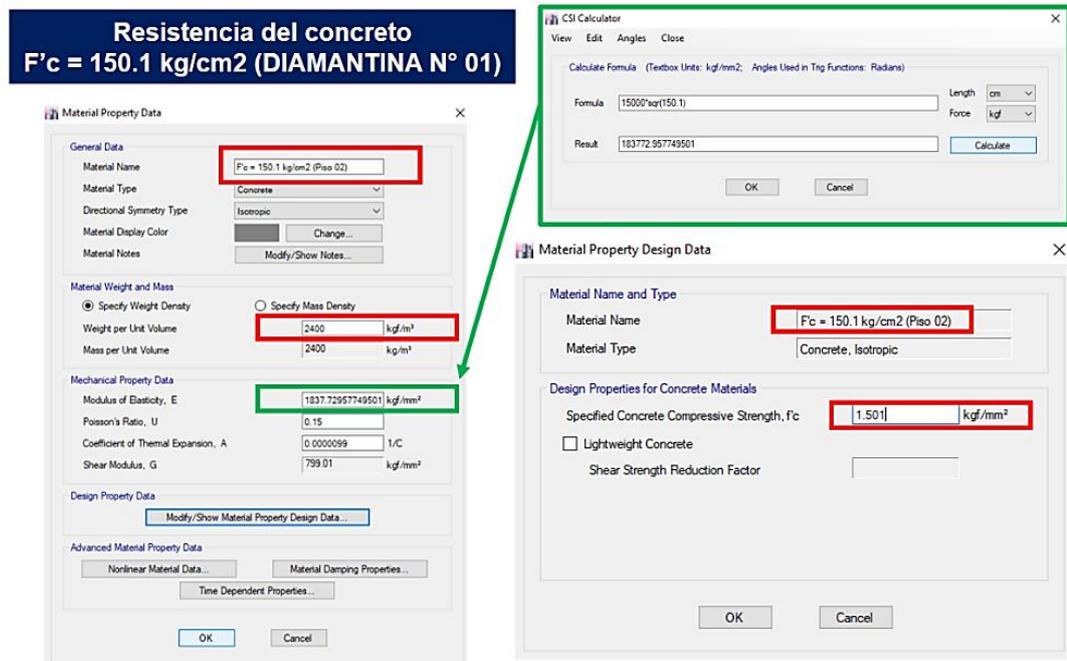


Figura 77. Ventana de Material Property Data concreto ($f'c = 150.10 \text{ kg/cm}^2$).
Elaboración: El autor (2021).

Además, se consideró una resistencia de $F'c = 141.6 \text{ kg/cm}^2$ para las columnas existentes del primer nivel, resultado obtenido de la extracción de diamantina y rotura de la probeta N° 02.

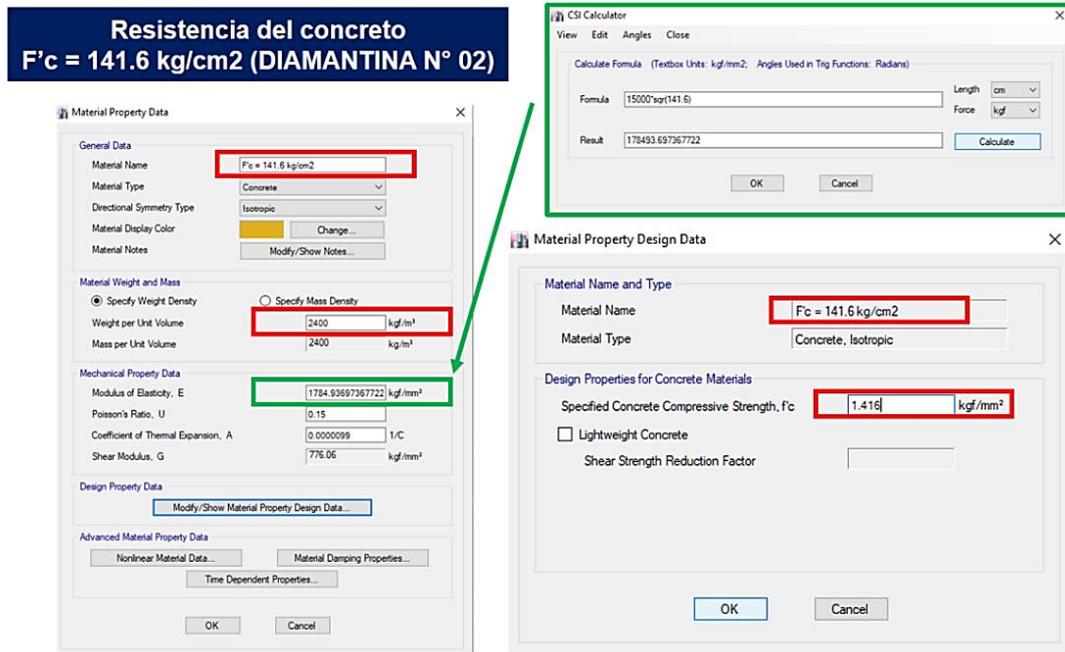


Figura 78. Ventana de Material Property Data concreto ($f'c = 141.60 \text{ kg/cm}^2$).
Elaboración: El autor (2021).

Para la asignación de un material de acero, es importante colocar la resistencia que rige la normativa, así como los aceros que produce el Perú, se colocó una $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$, se modificó el módulo de elasticidad, el peso por unidad de volumen, y las propiedades de diseño.

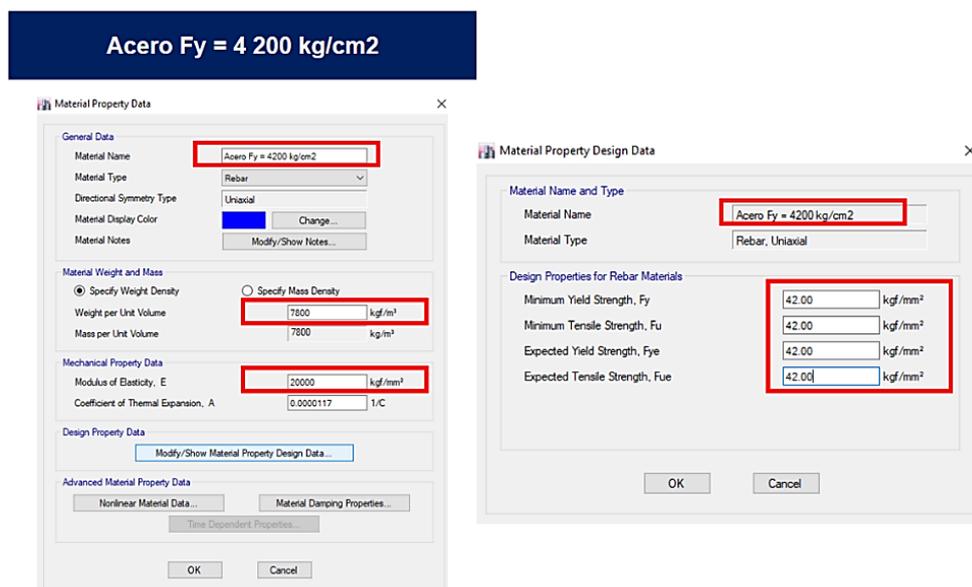


Figura 79. Ventana de Material Property Data acero ($f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$).
Elaboración: El autor (2021).

Para la asignación de material de acero en el software ETABS, se modificaron los diámetros de las varillas de acero por los diámetros comerciales que son empleados en el proceso constructivo para el Perú, ya que facilita la correcta verificación de diámetros y cuantías de acero para el presente proyecto, es decir, se dividieron todos los valores que salen por defecto entre 8, de manera que al dividirlos da un valor comercial vigente en el Perú.

Acero $F_y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$

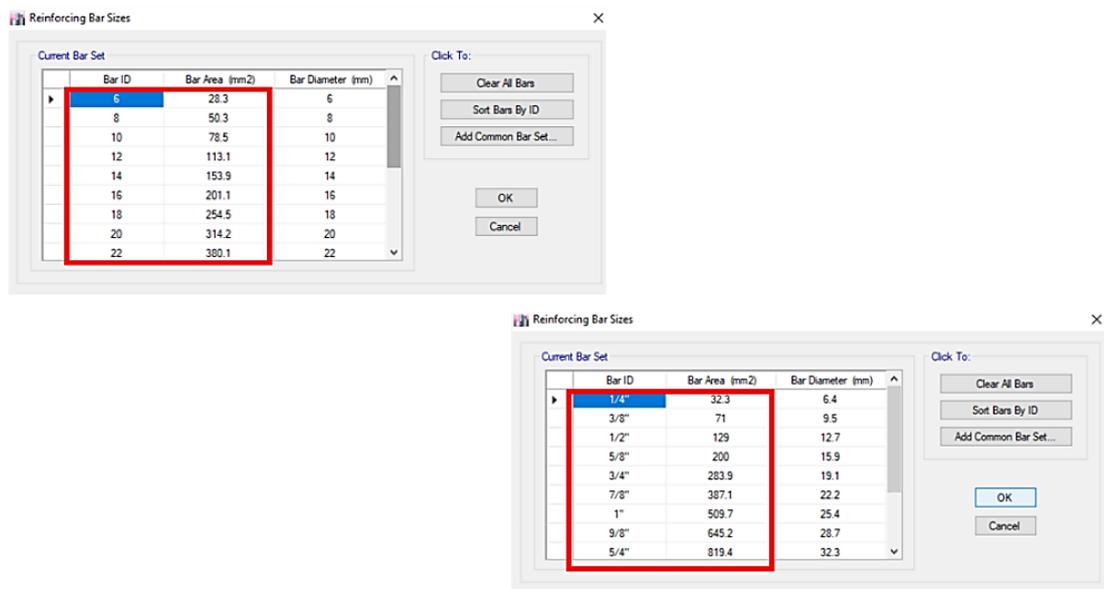


Figura 80. Modificación de los aceros a comerciales según la realidad peruana. Elaboración: El autor (2021).

Para un correcto análisis de una edificación existente es necesario colocar en el software ETABS, las resistencias del concreto, las dimensiones reales in situ, separación del recubrimiento, así como, colocar las varillas de acero reales que los elementos estructurales presentan, de manera que garanticen y se acerquen a datos reales que presenta el proyecto existente.

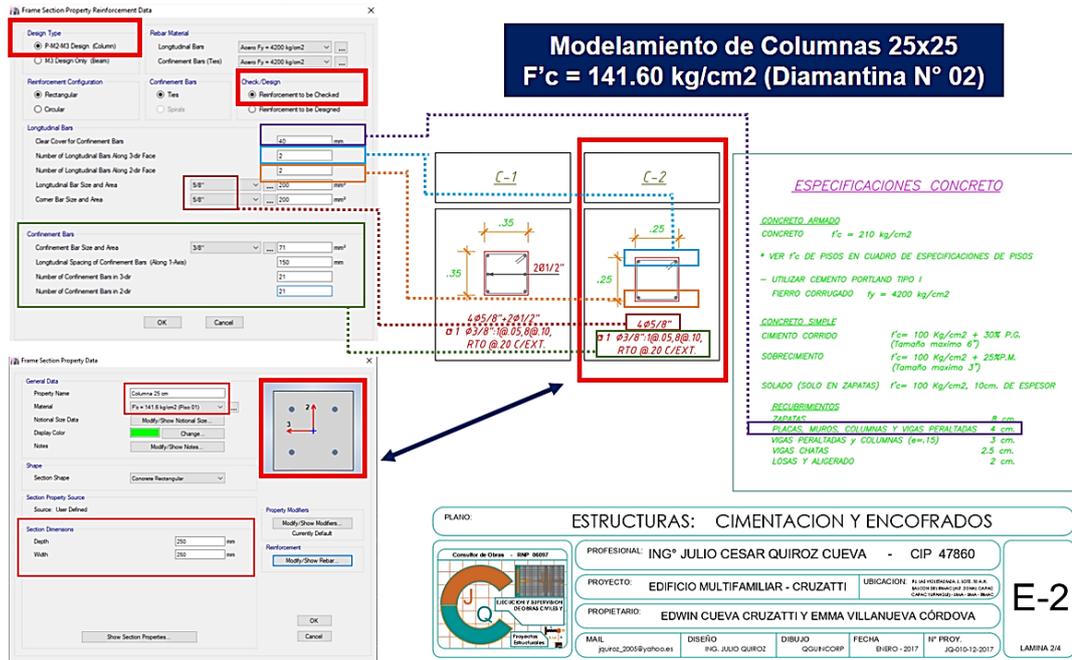


Figura 81. Chequeo de la columna de 25x25 ($f'c=141.60 \text{ kg/cm}^2$) existente según planos. Elaboración: El autor (2021).

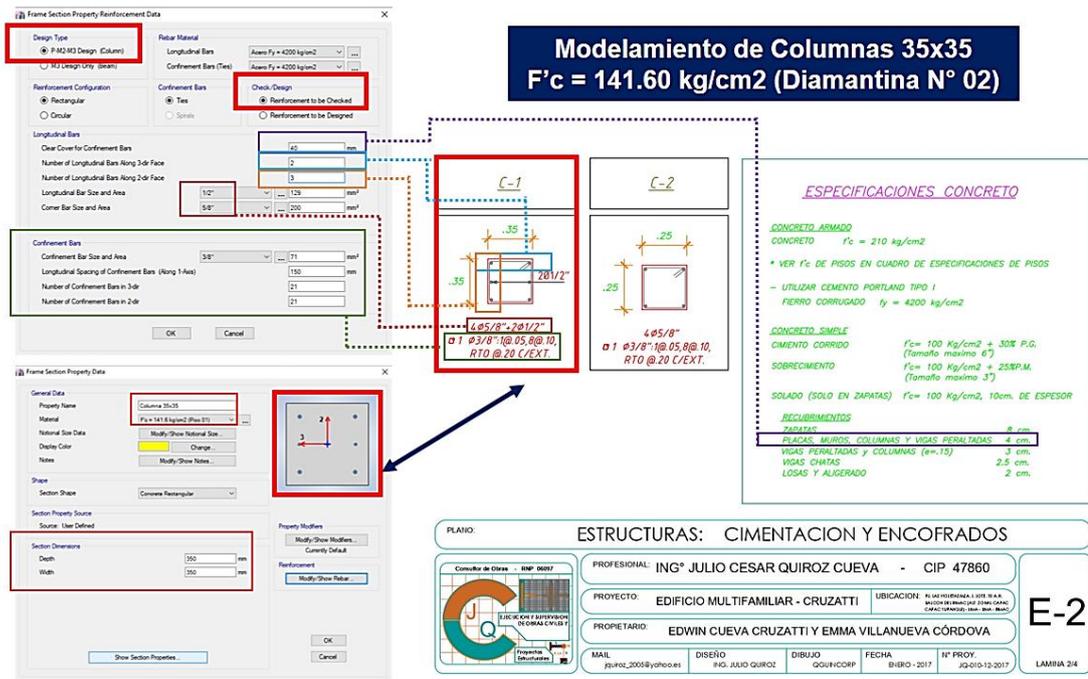


Figura 82. Chequeo de la columna de 35x35 ($f'c=141.60 \text{ kg/cm}^2$) existente según planos. Elaboración: El autor (2021).

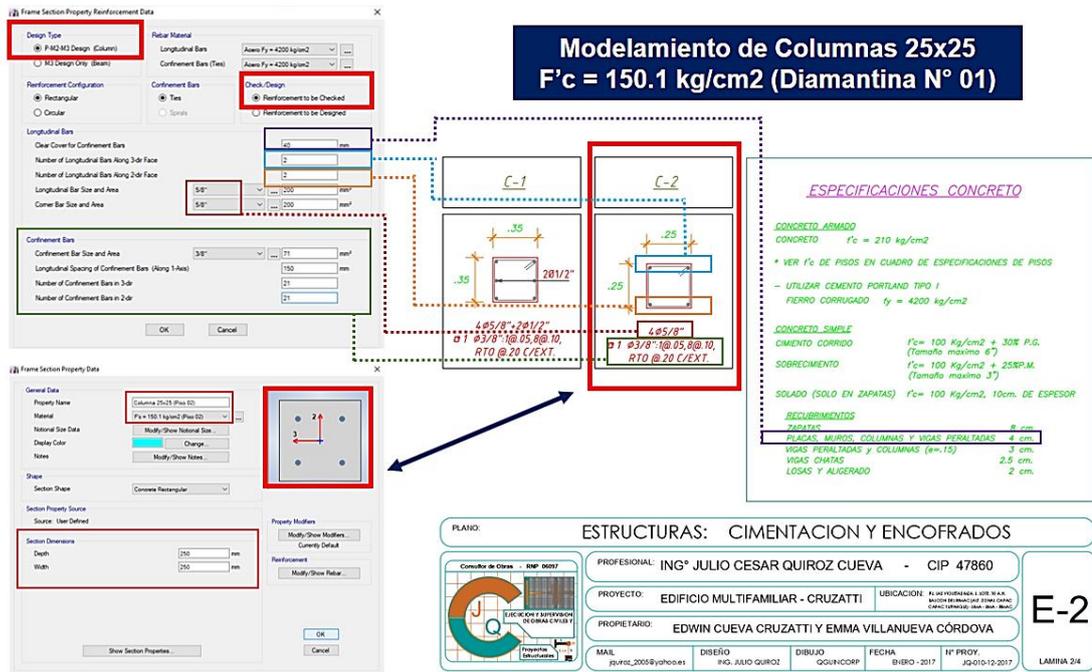


Figura 83. Chequeo de la columna de 25x25 (f'c=150.10 kg/cm²) existente según planos. Elaboración: El autor (2021).

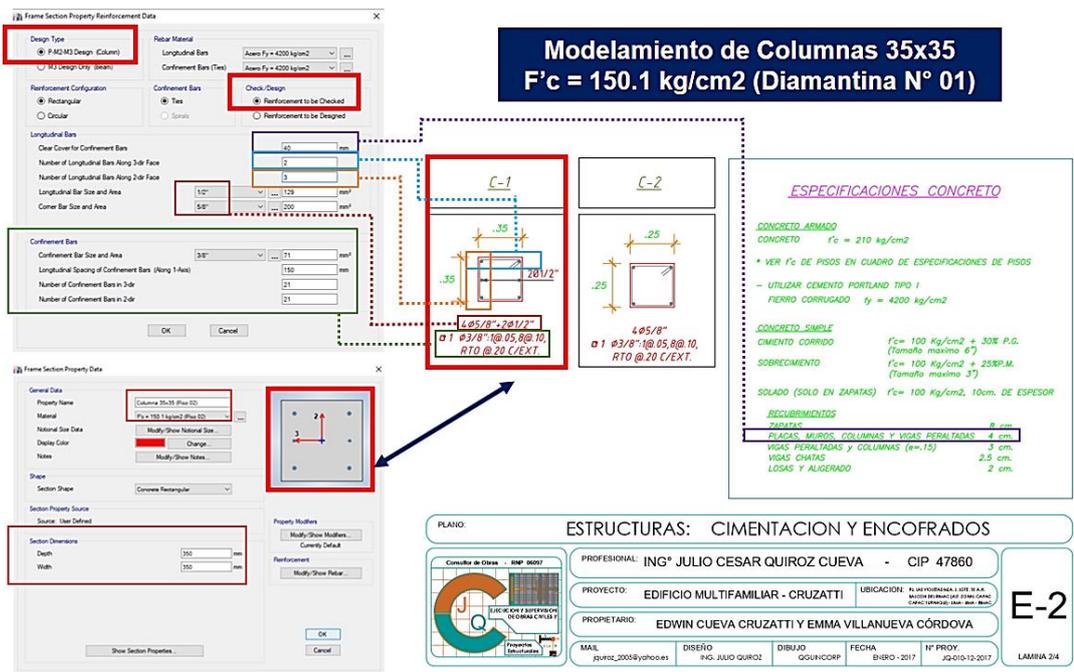


Figura 84. Chequeo de la columna de 35x35 (f'c=150.10 kg/cm²) existente según planos. Elaboración: El autor (2021).

4.2.3. Análisis estático de la vivienda existente

❖ Factor de zona (Z):

La vivienda existente se encuentra ubicada en el distrito del Rímac, Provincia y Departamento de Lima, es decir, ubicado en la Costa, y en cuyo mapa de la Norma E.030, menciona que la ciudad de Lima, presente en el mapa tiene una coloración “roja”, es decir, pertenece a la zona 4, cuyo factor es $Z = 0.45$.

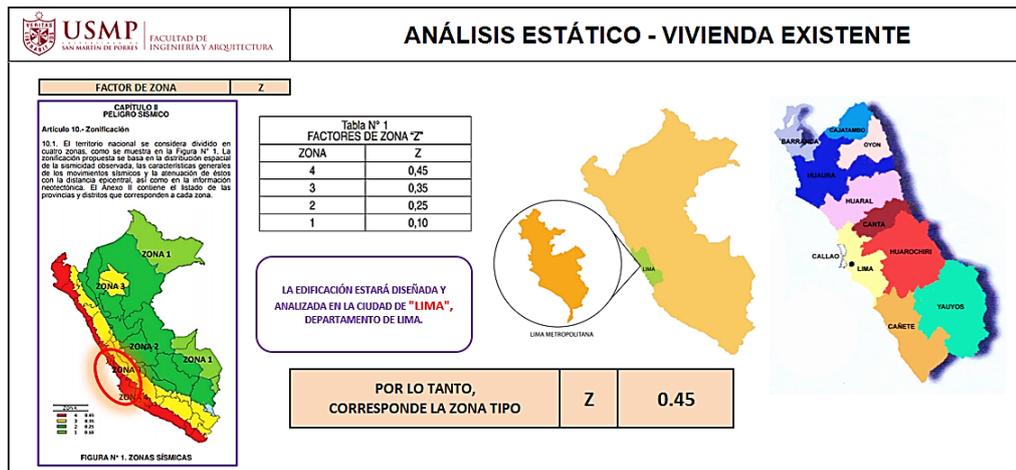


Figura 85. Factor de zona – “Z” – Vivienda existente
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ Factor de uso (U):

La vivienda existente presenta un uso del tipo vivienda, pues existe un departamento por piso, y es exclusivamente para uso de vivienda, es por eso por lo que según la Norma E.030, pertenece a una edificación tipo “C” (común), y cuyo factor de uso es $U = 1.00$.

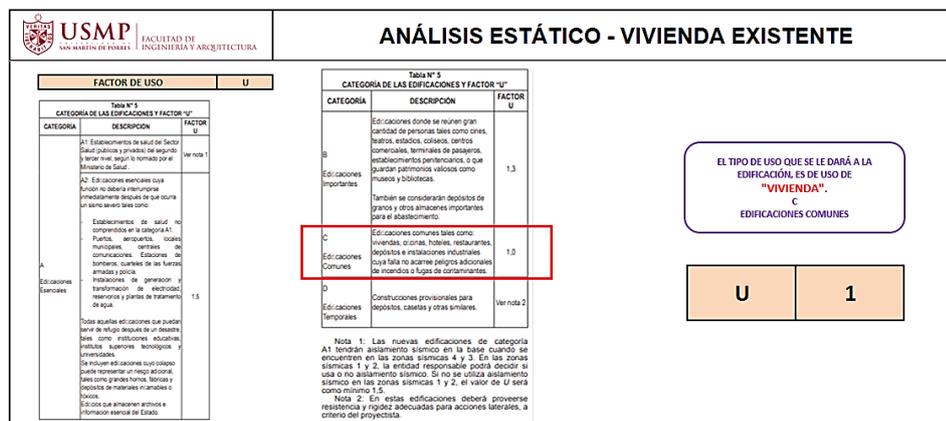


Figura 86. Factor de uso – “U” – Vivienda existente
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ **Factor de suelo (S):**

De acuerdo con los estudios de mecánicas de suelos analizados mediante la extracción de la muestra en una calicata y la realización del ensayo de Clasificación SUCS y granulometría, se clasificó para el suelo como un GP – GC (grava mal graduada con arcilla y arena), y según la Norma E.030, pertenece a un suelo intermedio “S2”, este valor de suelo interceptado con el factor de zona anteriormente hallado “Z4”, da como resultado de factor de suelo $S = 1.05$.

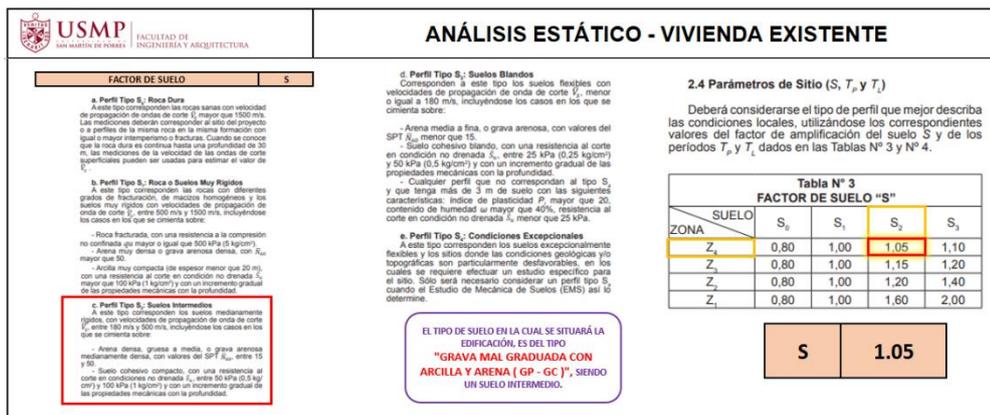


Figura 87. Factor de suelo – “S” – Vivienda existente
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ **Factor de amplificación sísmica (C):**

Para determinar este factor, es necesario interceptar los “ T_p ” (periodo corto) y T_l (periodo largo), luego clasificarlos según las condiciones presentes en la Norma E.030 dando un factor $C = 2.50$.

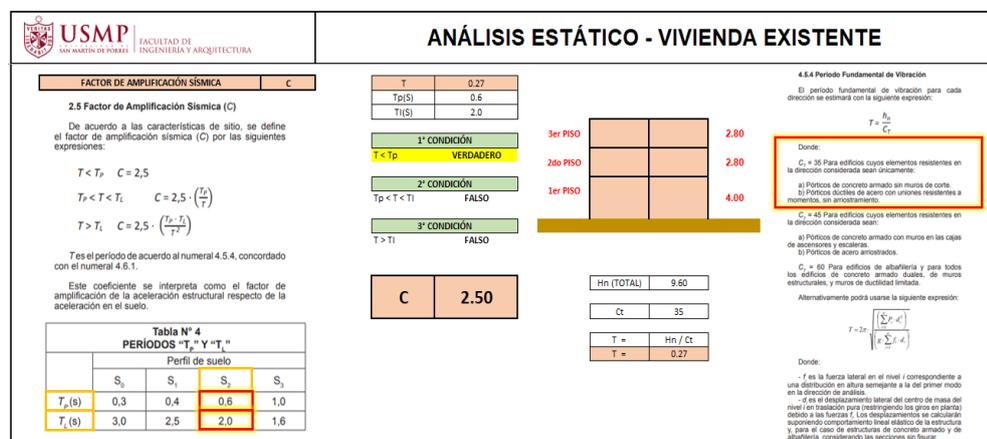


Figura 88. Factor de amplificación sísmica – “C” – Vivienda existente
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ **Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R):**

Para el cálculo del coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, es necesario delimitar tres conceptos básicos, que se resumen en la siguiente fórmula:

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

+ R_o : Coeficiente Básico de Reducción

+ I_a : Factor de Irregularidad Estructural en Altura

+ I_p : Factor de Irregularidad Estructural en Planta

Figura 89. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas – “R” – Vivienda existente
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

➤ **Coefficiente básico de reducción (Ro)**

La vivienda existente, al presentar elementos estructurales independientes y en cuyo proceso constructivo primero se realizó el casco estructural, en base a esta información se clasificó del tipo de sistema de pórticos de concreto armado y según la norma E.030 brinda un factor de $R_o = 8$.

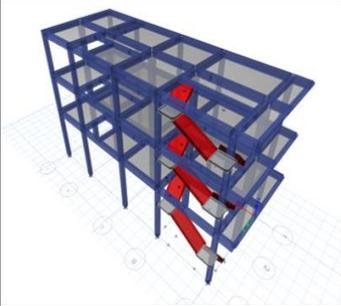
COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS		R_o																																		
<p>3.2 Sistemas Estructurales</p> <p>3.2.1 Estructuras de Concreto Armado</p> <p>Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.</p> <p>Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.</p> <p>Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.</p> <p>Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.</p>																																				
																																				
R_o		8																																		
<p>3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_o)</p> <p>Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 7.</p> <p>Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_o que corresponda.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabla N° 7</th> </tr> <tr> <th colspan="2">SISTEMAS ESTRUCTURALES</th> </tr> <tr> <th>Sistema Estructural</th> <th>Cociente Básico de Reducción R_o (*)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Concreto Armado:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Muros</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>De muros estructurales</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Muros de ductilidad limitado</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Albañilería Armada o Confinada</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Madera (Por esfuerzos admisibles)</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.</p> <p>*Para construcciones de tierra debe remitirse a la Norma E.080 "Adobe" del RNE. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S_1, ni se permite en suelos S_2.</p>			Tabla N° 7		SISTEMAS ESTRUCTURALES		Sistema Estructural	Cociente Básico de Reducción R_o (*)	Acero:		Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8	Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7	Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6	Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8	Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6	Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8	Concreto Armado:		Pórticos	8	Muros	7	De muros estructurales	6	Muros de ductilidad limitado	4	Albañilería Armada o Confinada	3	Madera (Por esfuerzos admisibles)	7
Tabla N° 7																																				
SISTEMAS ESTRUCTURALES																																				
Sistema Estructural	Cociente Básico de Reducción R_o (*)																																			
Acero:																																				
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8																																			
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7																																			
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6																																			
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8																																			
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6																																			
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8																																			
Concreto Armado:																																				
Pórticos	8																																			
Muros	7																																			
De muros estructurales	6																																			
Muros de ductilidad limitado	4																																			
Albañilería Armada o Confinada	3																																			
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7																																			

Figura 90. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas – “Ro” – Vivienda existente
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

➤ **Factor de irregularidad estructural**

En cuanto al factor de irregularidad, a simple vista parece no presentar ninguna irregularidad, es decir no presenta piso blando, piso débil o torsión, es por eso por lo que para un primer inicio se considera que no presenta ninguna irregularidad, tanto para el eje X-X como Y-Y, es decir, $I_a = I_p = 1.00$, pero luego en el desarrollo del análisis dinámico y las verificaciones de irregularidades, presentaron los siguientes resultados:

Tabla 25

Irregularidades estructurales de la vivienda existente de tres niveles

Irregularidades Estructurales		Eje X-X	Eje Y-Y
Irregularidades Estructurales en Altura (I_a)	Piso blando	Sí tiene piso blando	No tiene piso blando
	Piso débil	No tiene piso débil	No tiene piso débil
Irregularidades Estructurales en Planta (I_p)	Torsión	No tiene torsión	Sí tiene torsión

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

Luego del análisis dinámico, la edificación existente presentó en el eje X-X piso blando para lo cual su factor de reducción es $I_a=0.75$, mientras que en el eje Y-Y presentó torsión para lo cual su factor de reducción es $I_p=0.75$.

<u>EJE X-X</u>	$R = R_o \times I_a \times I_p$
+ $R_o = 8.00$	$R_x = 8.00 \times 0.75 \times 1.00$
+ $I_a = 0.75$	$R_x = 6.00$
+ $I_p = 1.00$	
<u>EJE Y-Y</u>	$R = R_o \times I_a \times I_p$
+ $R_o = 8.00$	$R_y = 8.00 \times 1.00 \times 0.75$
+ $I_a = 1.00$	$R_y = 6.00$
+ $I_p = 0.75$	

Figura 91. Factores de irregularidad estructural - Vivienda existente
Elaboración: El autor (2021).

❖ **Cálculo del peso de la edificación existente (P):**

El cálculo del peso total de la edificación se determina con mayor facilidad en el software ETABS, para esto es necesario definir una combinación de $P = 100\%CM + 25\%CV$, es decir comprende según la norma E.030 un cien por ciento de la carga muerta adicionando un veinticinco por ciento de la carga viva, debido a que según las probabilidades para una edificación del tipo de uso vivienda cuando ocurre un evento telúrico es casi imposible que presente en su totalidad es decir un 100% la carga viva, es por eso que solo se considera un 25% siendo un poco más conservador.

Según la Tabla 26, el software ETABS da como respuesta un peso total de 259.30 Ton., así como también es importante calcular el peso por cada nivel de la edificación.

Tabla 26

Peso de la vivienda existente de tres niveles

Story	Load Case / Combo	Location	P	MX	MY	Peso por nivel
			Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
PISO N° 03	P = 100%CM + 25%CV	Bottom	66.03	190.23	-452.97	66.03
PISO N° 02	P = 100%CM + 25%CV	Bottom	160.45	464.19	-1131.07	94.42
PISO N° 01	P = 100%CM + 25%CV	Bottom	259.30	751.71	-1839.54	98.85
					Total	259.30

Elaboración: El autor (2021).

Los factores anteriormente calculados, sirvieron para poder determinar la fuerza sísmica con la que podría golpear un sismo a la edificación, luego esta fuerza hallada será dividida por niveles, pues la fuerza sísmica se ve distribuida según la masa de entrepiso de la vivienda. Para el cálculo del espectro de respuesta de la edificación existente, se creó una base de datos, de manera tal que al introducir los parámetros “Z”, “U”, “C”, “S”, “R”, pueda brindar una gráfica a detalle de la curva de espectro entre el periodo “T” versus la aceleración “Sa” o versus el coeficiente de amplificación sísmica “C”.

ESPECTRO DE RESPUESTA – EJE X-X – VIVIENDA EXISTENTE

COEFICIENTES	Z	0.45	LIMA
	U	1.00	VIVIENDA ("C")
	S	1.05	S2 - SUELOS INTERMEDIOS
	C	2.50	
	Rd (x)	6.00	PÓRTICO - PISO BLANDO
	Rd (y)	6.00	PÓRTICO - TORSIÓN
	T (x)	0.464	
	T (y)	0.696	
	Tp	0.60	
	Tl	2.00	

FACTOR = ZUSg 0.772538

FACTOR = ZUSg 0.772538

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)
De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$T < T_p$	$C = 2,5$	
$T_p < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$	
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$	

$H = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R_d}$

T (seg) (periodo)	C	Sa
0.10	2.500	1.931
0.20	2.500	1.931
0.30	2.500	1.931
0.40	2.500	1.931
0.50	2.500	1.931
0.60	2.500	1.931
0.70	2.143	1.655
0.80	1.875	1.449
0.90	1.667	1.288
1.00	1.500	1.159
1.10	1.364	1.053
1.20	1.250	0.966
1.30	1.154	0.891
1.40	1.071	0.828
1.50	1.000	0.773
1.60	0.938	0.724
1.70	0.882	0.682
1.80	0.833	0.644
1.90	0.789	0.610
2.00	0.750	0.579
2.10	0.680	0.526
2.20	0.620	0.479
2.30	0.567	0.438
2.40	0.521	0.402
2.50	0.480	0.371
2.60	0.444	0.343
2.70	0.412	0.318
2.80	0.383	0.296
2.90	0.357	0.276
3.00	0.333	0.258

ESPECTRO "T vs C" - "T vs Sa"

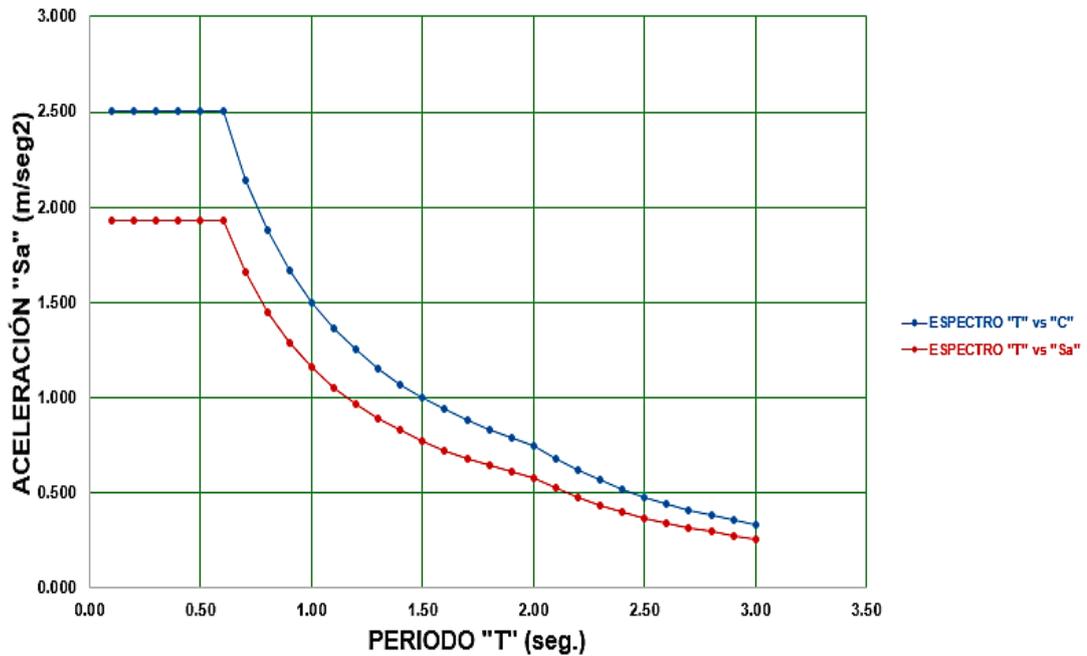


Figura 92. Espectro de respuesta X-X – vivienda existente
Elaboración: El autor (2021).

ESPECTRO DE RESPUESTA – EJE Y-Y – VIVIENDA EXISTENTE

COEFICIENTES	Z	0.45	LIMA
	U	1.00	
	S	1.05	S2 - SUELOS INTERMEDIOS
	C	2.50	
	Rd (x)	6.00	PÓRTICO - PISO BLANDO
	Rd (y)	6.00	PÓRTICO - TORSIÓN
	T (x)	0.464	
	T (y)	0.696	
	Tp	0.60	
	TI	2.00	

FACTOR = ZUSg 0.7725375

FACTOR = ZUSg 0.7725375

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)
De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

T (seg) (periodo)	C	Sa
0.10	2.500	1.449
0.20	2.500	1.449
0.30	2.500	1.449
0.40	2.500	1.449
0.50	2.500	1.449
0.60	2.500	1.449
0.70	2.143	1.242
0.80	1.875	1.086
0.90	1.667	0.966
1.00	1.500	0.869
1.10	1.364	0.790
1.20	1.250	0.724
1.30	1.154	0.669
1.40	1.071	0.621
1.50	1.000	0.579
1.60	0.938	0.543
1.70	0.882	0.511
1.80	0.833	0.483
1.90	0.789	0.457
2.00	0.750	0.435
2.10	0.680	0.394
2.20	0.620	0.359
2.30	0.567	0.329
2.40	0.521	0.302
2.50	0.480	0.278
2.60	0.444	0.257
2.70	0.412	0.238
2.80	0.383	0.222
2.90	0.357	0.207
3.00	0.333	0.193

ESPECTRO "T vs C" - "T vs Sa"

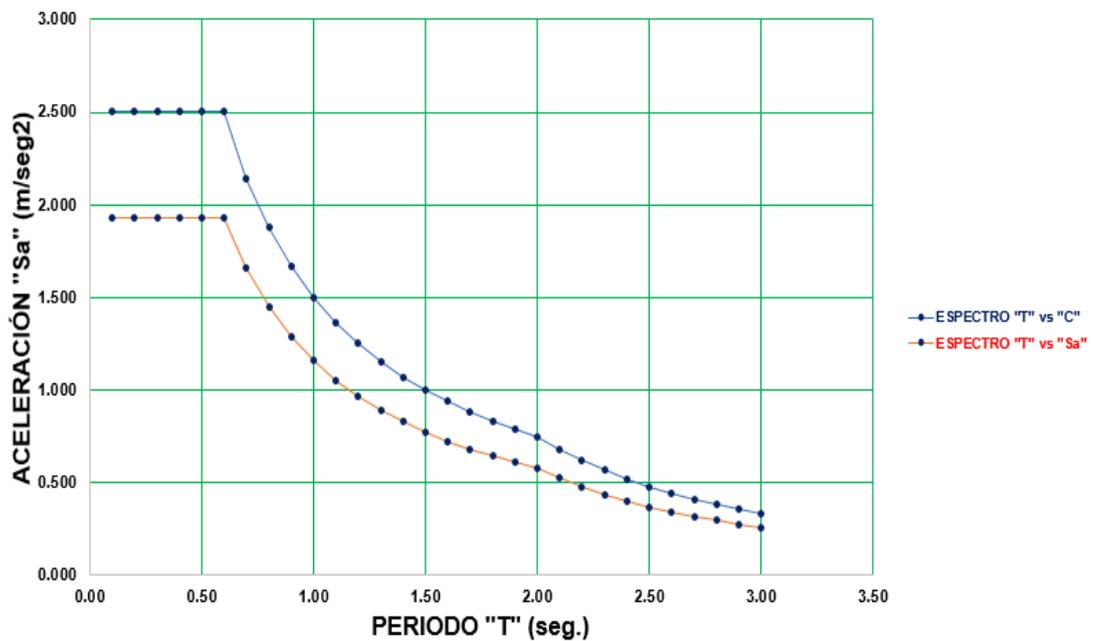


Figura 93. Espectro de respuesta Y-Y – vivienda existente
Elaboración: El autor (2021).

Factor de irregularidad

Según la norma E.030, menciona que una edificación presenta una irregularidad, son por tres motivos, la primera irregularidad por piso blando, la segunda por tener baja resistencia, y la más importante que exista torsión. Para la irregularidad por piso blando, la Norma E.030, menciona que existe esta irregularidad cuando la fuerza cortante es menor al 70% de la fuerza cortante inmediata superior, también cuando esta fuerza es menor al 80% del promedio de los niveles superiores. Para la irregularidad por baja resistencia, la Norma E.030, menciona que existe irregularidad cuando la fuerza "Vx" es menor al 80% de la fuerza inmediata superior.

❖ Irregularidad por piso blando y resistencia – Sismo Dinámico XX - YY

Para los ejes X-X, Y-Y, presentan una irregularidad de piso blando debido a que, según la segunda condición, menciona que la rigidez en el primer piso es menor al 80% del promedio de los pisos superiores. Por otro lado, en cuanto a resistencia, los ejes X-X, Y-Y, no presentan irregularidad puesto que, según la norma, estos valores son mayores al 80% del Vx y Vy respectivamente.

Tabla 27

Verificación de piso blando – XX – Vivienda existente

PISO BLANDO DIRECCIÓN X-X												
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	RIGIDEZ	PRIMERA CONDICIÓN		SEGUNDA CONDICIÓN	
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	PISO	< 70% K2	ESTADO	< 80% Prom	ESTADO
PISO N° 03	SISMO DINÁMICO XX	8.78	1.63	5.37	3.82	1.50	2.56	5.37	3.76			
PISO N° 02	SISMO DINÁMICO XX	20.01	2.49	8.04	8.40	1.91	4.39	2.66	1.86	NO TIENE PISO BLANDO	3.22	PISO BLANDO
PISO N° 01	SISMO DINÁMICO XX	27.89	5.12	5.44	12.06	5.33	2.27	2.59	NO PRESENTA PISO BLANDO "Ia = 1.0"			

RESISTENCIA DIRECCIÓN X-X										
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	CONDICIÓN	
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	< 80% Vx	ESTADO
PISO N° 03	SISMO DINÁMICO XX Max	Bottom	0	8.78	3.82	42011.09	10462.03	24286.53	7.02	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO N° 02	SISMO DINÁMICO XX Max	Bottom	0	20.01	8.40	101725.31	33839.40	80026.68	16.00	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO N° 01	SISMO DINÁMICO XX Max	Bottom	0	27.89	12.06	145735.18	82923.65	193628.03		

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 28

Verificación de piso blando - YY - Vivienda existente

PISO BLANDO DIRECCIÓN Y-Y												
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	RIGIDEZ	PRIMERA CONDICIÓN		SEGUNDA CONDICIÓN	
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	PISO	< 70% K2	ESTADO	< 80% Prom	ESTADO
PISO N° 03	SISMO DINÁMICO YY	3.78	0.76	4.96	7.32	1.84	3.98	3.98	2.79			
PISO N° 02	SISMO DINÁMICO YY	8.63	1.60	5.40	17.23	3.75	4.60	0.62	0.43	NO TIENE PISO BLANDO	1.84	NO TIENE PISO BLANDO
PISO N° 01	SISMO DINÁMICO YY	12.06	3.91	3.08	24.93	10.79	2.31	2.29	NO PRESENTA IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO "Ia = 1.00"			

RESISTENCIA DIRECCIÓN Y-Y										
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	CONDICIÓN	
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	< 80% Vy	ESTADO
PISO N° 03	SISMO DINÁMICO YY	3.78	0.76	4.96	7.32	1.84	3.98	133.72	5.86	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO N° 02	SISMO DINÁMICO YY	8.63	1.60	5.40	17.23	3.75	4.60	209.50	13.79	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO N° 01	SISMO DINÁMICO YY	12.06	3.91	3.08	24.93	10.79	2.31	292.00		

Elaboración: El autor (2021).

❖ Irregularidad por torsión – Sismo Dinámico XX - YY

Para el caso de irregularidad por torsión, la norma E.030, menciona que existe torsión cuando el ratio es mayor a 1.30, es decir para esta vivienda existente, en el eje X-X no presenta torsión puesto que todas las ratios son menores a 1.30.

Por otro lado, para la dirección Y-Y, sí presenta irregularidad por torsión, puesto que todos los valores del ratio son mayores a 1.30, pero son menores que 1.50 por eso no presenta torsión extrema, solo presenta torsión normal.

Para poder determinar la existencia de torsión, se colocó en el software ETABS una combinación de "Sismo Dinámico XX Max" y "Sismo Dinámico YY Max" y en cada una de ella se filtró por diafragma de cada nivel de la edificación existente.

Tabla 29

Verificación por torsión – XX-YY – Vivienda existente

TORSIÓN DIRECCIÓN X-X										
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc	Max Loc	Max Loc	CONDICIÓN
							X	Y		
							m	m		
PISO N° 03	SISMO DINÁMICO XX Max	Diaph DIAFRAGMA N° 03 X	0	0.00045	1.026	20	-1	5.75	9.7	NO EXISTE TORSIÓN
PISO N° 02	SISMO DINÁMICO XX Max	Diaph DIAFRAGMA N° 02 X	0	0.000889	1.033	20	-1	5.75	6.9	NO EXISTE TORSIÓN
PISO N° 01	SISMO DINÁMICO XX Max	Diaph DIAFRAGMA N° 01 X	0	0.00125	1.05	15	14.75	0	4.1	NO EXISTE TORSIÓN

TORSIÓN DIRECCIÓN Y-Y										
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc	Max Loc	Max Loc	CONDICIÓN
							X	Y		
							m	m		
PISO N° 03	SISMO DINÁMICO YY Max	Diaph DIAFRAGMA N° 03 Y	0	0.000618	1.319	15	14.75	0	9.7	EXISTE TORSIÓN
PISO N° 02	SISMO DINÁMICO YY Max	Diaph DIAFRAGMA N° 02 Y	0	0.001347	1.372	7	14.75	2.77	6.9	EXISTE TORSIÓN
PISO N° 01	SISMO DINÁMICO YY Max	Diaph DIAFRAGMA N° 01 Y	0	0.002632	1.365	15	14.75	0	4.1	EXISTE TORSIÓN

Elaboración: El autor (2021).

4.3. Evaluación de la alternativa de ampliación de niveles

Debido a que la estructura existente presenta déficit en rigidez, piso blando, derivas que no cumplen con lo normado, es por eso por lo que se optó por una alternativa de reforzamiento estructural, debido a que, si se le añaden otros dos pisos, la estructura podría presentar daños aún más considerables. Para el presente proyecto se tiene como objetivo una proyección de ampliación de niveles, es decir, de los tres niveles existentes se proyecte a dos niveles más, dando un total de cinco niveles.

4.3.1. Modelamiento - alternativa de ampliación de niveles

Para el modelamiento de la propuesta de ampliación a través de un reforzamiento, se modeló la alternativa en el software ETABS, de manera que pueda facilitar los cálculos y la precisión en los datos, el modelado incluye las escaleras y la proyección, el reforzamiento con muros de concreto armado.

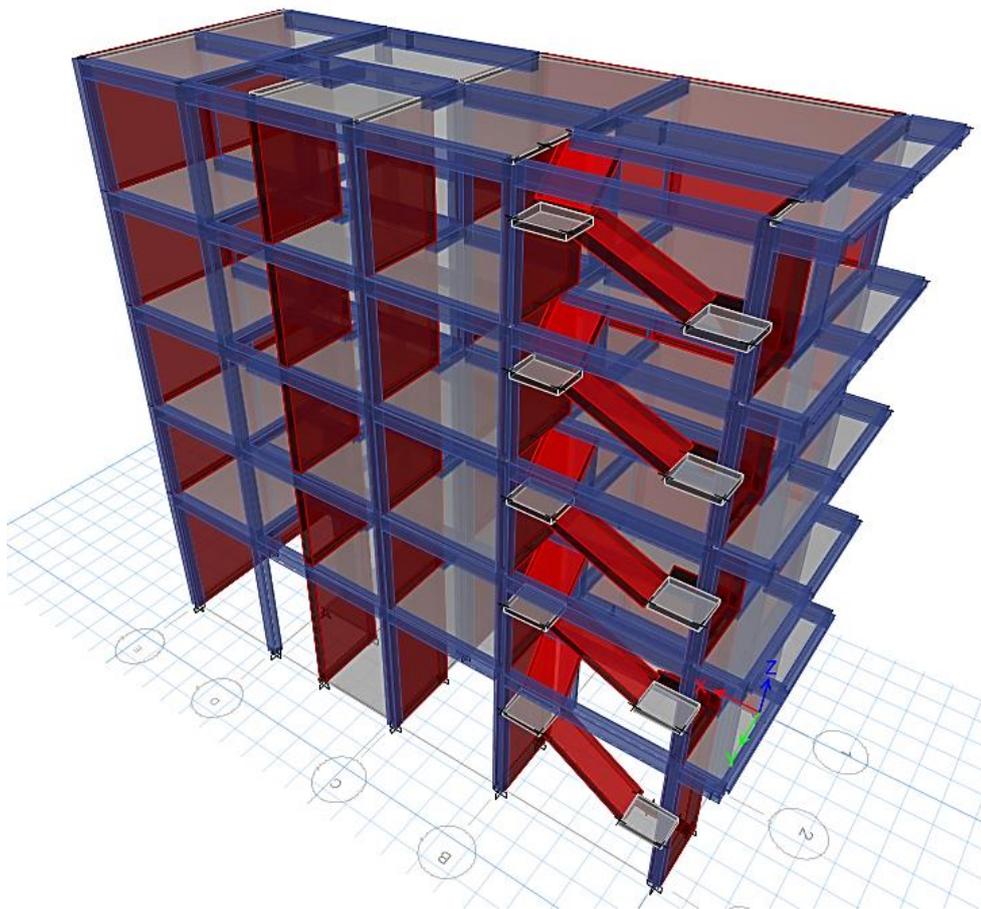


Figura 94. Modelamiento – Alternativa de ampliación de niveles.

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

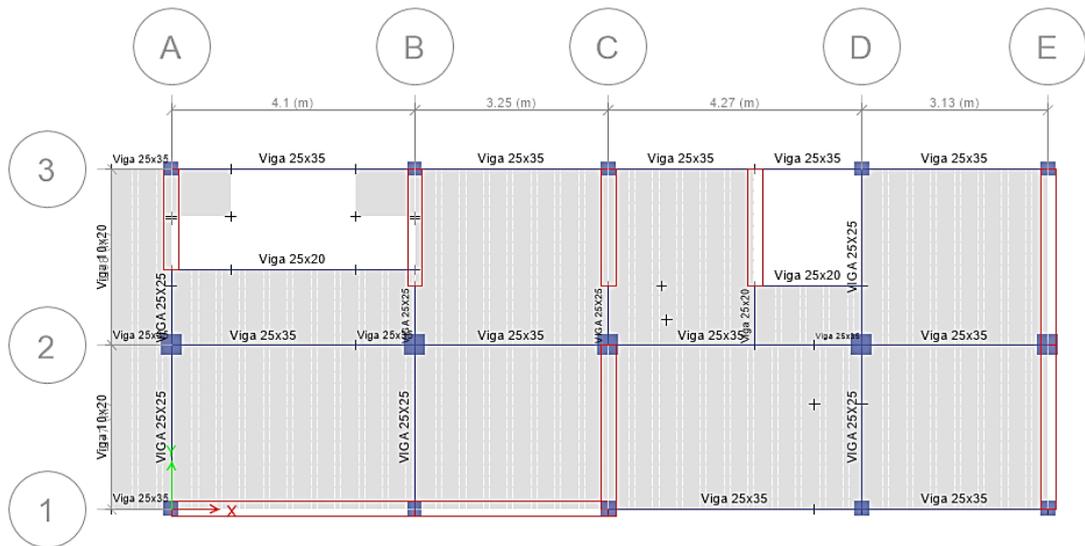


Figura 95. Vista en planta - Alternativa de ampliación de niveles.

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

En cuanto a la distribución por altura de la alternativa de ampliación de niveles, se encuentra dividida en tres pisos existentes, los cuales presentan una altura de 2.80 m. (Primer nivel), 2.80 m. (Segundo nivel) y 2.80 m. (Tercer nivel), cabe resaltar que para efectos de cimentación se consideró una altura de desplante de 1.20 m., debido a que la cimentación existente se encuentra a esa profundidad y una ampliación de dos niveles, los cuales presentarán una altura de 2.80 m. (Cuarto nivel) y 2.80 m. (Quinto nivel).

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
PISO Nº 05	2.8	15.2	Yes	None	No	0	Red
PISO Nº 04	2.8	12.4	Yes	None	No	0	Red
PISO Nº 03	2.8	9.6	Yes	None	No	0	Blue
PISO Nº 02	2.8	6.8	No	PISO Nº 03	No	0	Green
PISO Nº 01	4	4	No	PISO Nº 03	No	0	Cyan
SUELO		0					

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

OK Cancel

Figura 96. Ventana de Edit Story Data – Alternativa de ampliación de niveles

Elaboración: El autor (2021).

4.3.2. Análisis estático de la alternativa de ampliación

❖ Factor de zona (Z):

Para la alternativa de ampliación de niveles, el factor de zona es igual al existente, pues esta ampliación se realizará en la misma edificación es decir en distrito del Rímac, es decir, pertenece a la zona 4, cuyo factor es $Z = 0.45$.

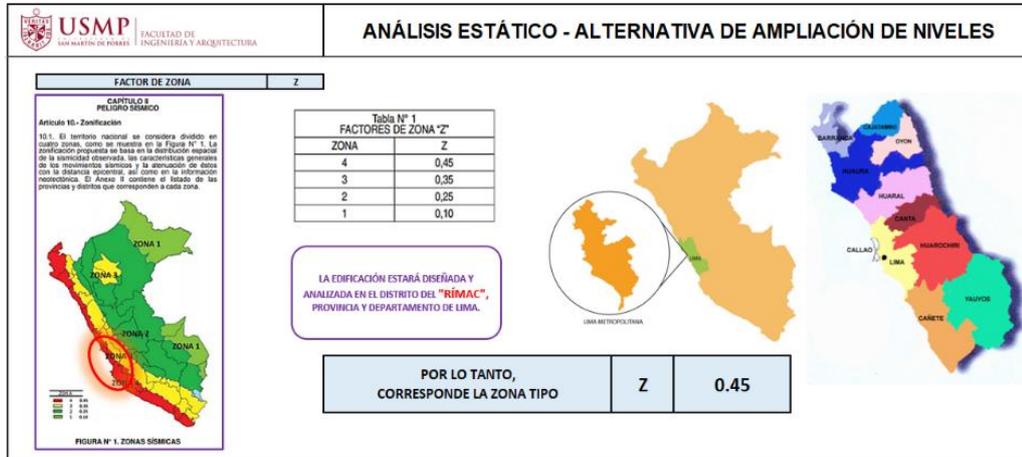


Figura 97. Factor de zona – “Z” – Alternativa de ampliación de niveles
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ Factor de uso (U):

Para la alternativa de ampliación de niveles, seguirá presentando el mismo uso, ya que por decisión de los propietarios desean que sea exclusivamente para uso de vivienda, es por eso por lo que según la Norma E.030, pertenece a una edificación tipo “C” (común), y cuyo factor de uso es $U = 1.00$.

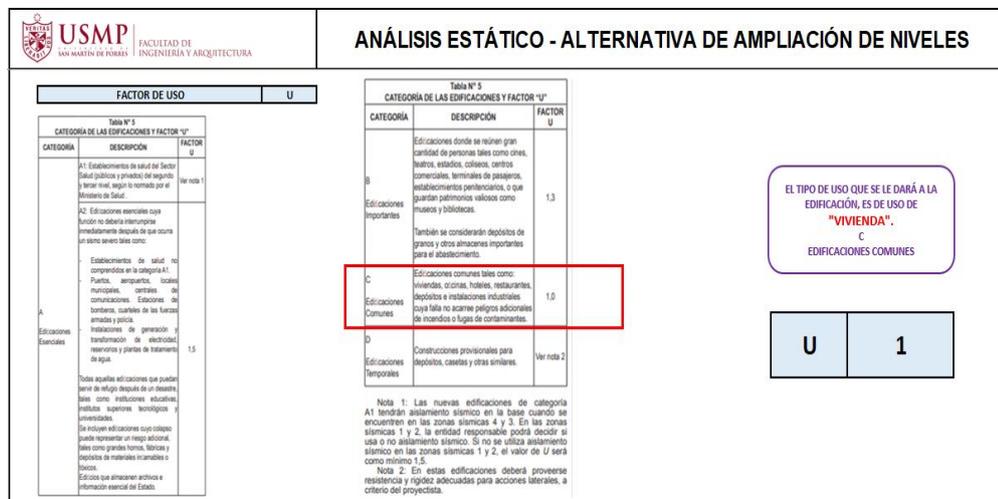


Figura 98. Factor de uso – “U” – Alternativa de ampliación de niveles
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ **Factor de suelo (S):**

De acuerdo con los estudios de mecánicas de suelos analizados mediante la extracción de la muestra en una calicata y la realización del ensayo de Clasificación SUCS y granulometría, se clasificó para el suelo como un GP – GC (grava mal graduada con arcilla y arena), y según la Norma E.030, pertenece a un suelo intermedio “S2”, este valor de suelo interceptado con el factor de zona anteriormente hallado “Z4”, da como resultado de factor de suelo $S = 1.05$.

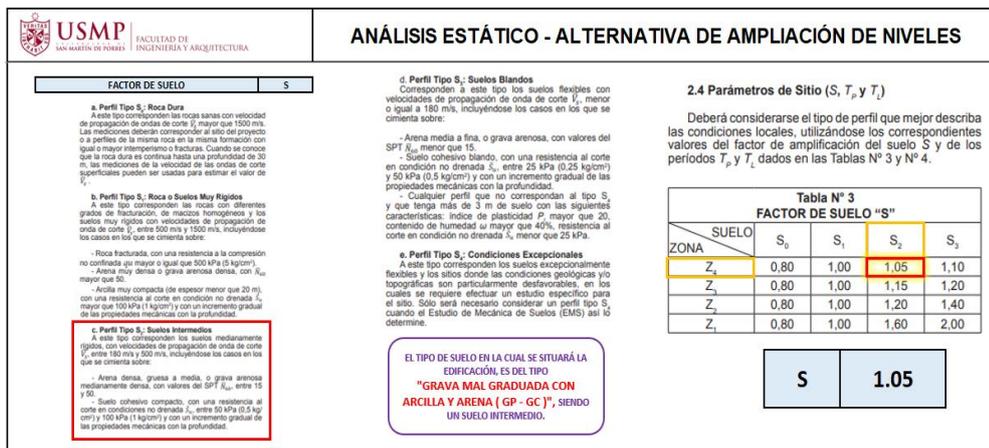


Figura 99. Factor de suelo – “S” – Alternativa de ampliación de niveles

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ **Factor de amplificación sísmica (C):**

Para determinar este factor, es necesario interceptar los “Tp” (periodo corto) y TI (periodo largo), luego clasificarlos según las condiciones presentes en la Norma E.030 dando un factor $C = 2.50$.

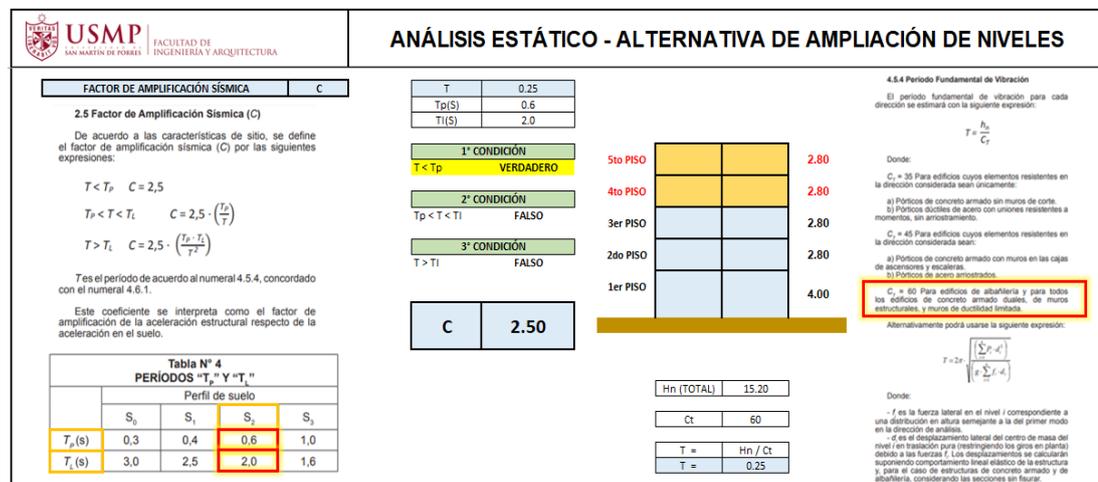


Figura 100. Factor de amplificación sísmica – “C” – Alternativa de ampliación de niveles

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ **Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R):**

Para el cálculo del coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, es necesario delimitar tres conceptos básicos, que se resumen en la siguiente fórmula:

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

+ R_o : Coeficiente Básico de Reducción

+ I_a : Factor de Irregularidad Estructural en Altura

+ I_p : Factor de Irregularidad Estructural en Planta

Figura 101. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas – “R” – Alternativa de ampliación de niveles

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

➤ **Coefficiente básico de reducción (Ro)**

Para la alternativa de ampliación de niveles, al presentar elementos estructurales como columnas, vigas, placas a esta información se clasificó del tipo de sistema de muros estructurales, y que según la norma E.030 brinda un factor de $R_o = 6$.

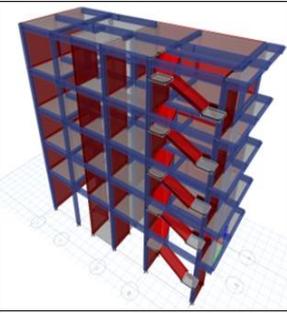
COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS		Ro																																	
<p>3.2 Sistemas Estructurales</p> <p>3.2.1 Estructuras de Concreto Armado</p> <p>Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.</p> <p>Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.</p> <p>Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.</p> <p>Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.</p>																																			
																																			
<table border="1"> <tr> <td>Ro (x)</td> <td>6</td> </tr> </table>		Ro (x)	6	<p>3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_o)</p> <p>Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 7.</p> <p>Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_o que corresponda.</p> <table border="1"> <caption>Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES</caption> <thead> <tr> <th>Sistema Estructural</th> <th>Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Concentricamente Anisotrópicos (SCSF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Concentricamente Anisotrópicos (OCBF)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ecuilátricamente Anisotrópicos (EBF)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Concreto Armado:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Muros</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Muros estructurales</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Muros de espesores reducidos</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Albañilería Armada o Confinada</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Madera (Por esfuerzos admisibles)</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.</p> <p>Para construcciones de tierra debe remitirse a la Norma E.080 "Adobe" del RNE. Este tipo de construcciones no se recomiendan en suelos S_2, ni se permite en suelos S_3.</p>		Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)	Acero:		Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8	Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7	Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6	Pórticos Especiales Concentricamente Anisotrópicos (SCSF)	8	Pórticos Ordinarios Concentricamente Anisotrópicos (OCBF)	6	Pórticos Ecuilátricamente Anisotrópicos (EBF)	6	Concreto Armado:		Pórticos	8	Muros	7	Muros estructurales	6	Muros de espesores reducidos	4	Albañilería Armada o Confinada	3	Madera (Por esfuerzos admisibles)	7
Ro (x)	6																																		
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)																																		
Acero:																																			
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8																																		
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7																																		
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6																																		
Pórticos Especiales Concentricamente Anisotrópicos (SCSF)	8																																		
Pórticos Ordinarios Concentricamente Anisotrópicos (OCBF)	6																																		
Pórticos Ecuilátricamente Anisotrópicos (EBF)	6																																		
Concreto Armado:																																			
Pórticos	8																																		
Muros	7																																		
Muros estructurales	6																																		
Muros de espesores reducidos	4																																		
Albañilería Armada o Confinada	3																																		
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7																																		

Figura 102. Coeficiente básico de reducción fuerzas sísmicas – “Ro” – Alternativa de ampliación de niveles

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

➤ **Factor de irregularidad estructural**

En cuanto al factor de irregularidad, debido a que en la edificación existente presentó la piso blando y torsión, es necesario chequear si al reforzar la edificación y al ampliar niveles presente o no irregularidades, es por eso por lo que se le estimó que no presente irregularidades, es decir, tanto para el eje X-X como Y-Y, es decir $I_a = I_p = 1.00$, pero luego en el desarrollo del análisis dinámico y las verificaciones de irregularidades, presentaron los siguientes resultados:

Tabla 30

Irregularidades estructurales de la alternativa de ampliación de niveles

Irregularidades Estructurales		Eje X-X	Eje Y-Y
Irregularidades Estructurales en Altura (I_a)	Piso blando	No tiene piso blando	No tiene piso blando
	Piso débil	No tiene piso débil	No tiene piso débil
Irregularidades Estructurales en Planta (I_p)	Torsión	No tiene torsión	Sí tiene torsión

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

Luego del análisis dinámico, la alternativa de ampliación de niveles no presentó en el eje X-X piso blando para lo cual su factor de reducción es $I_a=1.00$, en cambio en el eje Y-Y presentó torsión para lo cual su factor de reducción es $I_p=0.75$.

EJE X-X

$$\begin{aligned}
 + R_o &= 6.00 \\
 + I_a &= 1.00 \\
 + I_p &= 1.00
 \end{aligned}$$

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

$$R_x = 6.00 \times 1.00 \times 1.00$$

$$R_x = 6.00$$

EJE Y-Y

$$\begin{aligned}
 + R_o &= 6.00 \\
 + I_a &= 1.00 \\
 + I_p &= 0.75
 \end{aligned}$$

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

$$R_y = 6.00 \times 1.00 \times 0.75$$

$$R_y = 4.50$$

Figura 103. Factores de irregularidad estructural – Alternativa de ampliación de niveles

Elaboración: El autor (2021).

❖ **Cálculo del peso de la alternativa de ampliación de niveles (P):**

El cálculo del peso total de la edificación se determina con mayor facilidad en el software ETABS, para esto es necesario definir una combinación de $P = 100\%CM + 25\%CV$, es decir comprende según la norma E.030 un cien por ciento de la carga muerta adicionando un veinticinco por ciento de la carga viva, debido a que según las probabilidades para una edificación del tipo de uso vivienda cuando ocurre un evento telúrico es casi imposible que presente en su totalidad es decir un 100% la carga viva, es por eso que solo se considera un 25% siendo un poco más conservador.

Según la Tabla 26, el software ETABS da como respuesta un peso total de 574.59 Ton., así como también es importante calcular el peso por cada nivel de la edificación.

Tabla 31

Peso de la alternativa de ampliación de niveles

Story	Load Case / Combo	Location	P	MY	Peso por nivel
			Tonf	Tonf-m	Tonf
PISO N° 05	$P = 100\%CM + 25\%CV$	Bottom	96.01	-691.33	96.01
PISO N° 04	$P = 100\%CM + 25\%CV$	Bottom	208.49	-1513.51	112.48
PISO N° 03	$P = 100\%CM + 25\%CV$	Bottom	323.90	-2357.03	115.41
PISO N° 02	$P = 100\%CM + 25\%CV$	Bottom	438.83	-3195.42	114.93
PISO N° 01	$P = 100\%CM + 25\%CV$	Bottom	574.59	-4194.59	135.75
				Total	574.59

Elaboración: El autor (2021).

Los factores anteriormente calculados, sirvieron para poder determinar la fuerza sísmica con la que podría golpear un sismo a la edificación, luego esta fuerza hallada será dividida por niveles, pues la fuerza sísmica se ve distribuida según la masa de entrepiso de la vivienda.

ESPECTRO DE RESPUESTA – EJE X-X – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES

COEFICIENTES	Z	0.45	LIMA
	U	1.00	VIVIENDA ("C")
	S	1.05	S2 - SUELOS INTERMEDIOS
	C	2.50	
	Rd (x)	6.00	MUROS ESTRUCTURALES
	Rd (y)	4.50	MUROS ESTRUCTURALES
	T (x)	0.304	
	T (y)	0.281	
	Tp	0.60	
	Tl	2.00	

FACTOR = ZUSg/R 0.7725375	$H = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R_d}$
FACTOR = ZUSg/R 1.03005	

T (seg) (periodo)	C	Sa
0.10	2.500	1.931
0.20	2.500	1.931
0.30	2.500	1.931
0.40	2.500	1.931
0.50	2.500	1.931
0.60	2.500	1.931
0.70	2.143	1.655
0.80	1.875	1.449
0.90	1.667	1.288
1.00	1.500	1.159
1.10	1.364	1.053
1.20	1.250	0.966
1.30	1.154	0.891
1.40	1.071	0.828
1.50	1.000	0.773
1.60	0.938	0.724
1.70	0.882	0.682
1.80	0.833	0.644
1.90	0.789	0.610
2.00	0.750	0.579
2.10	0.680	0.526
2.20	0.620	0.479
2.30	0.567	0.438
2.40	0.521	0.402
2.50	0.480	0.371
2.60	0.444	0.343
2.70	0.412	0.318
2.80	0.383	0.296
2.90	0.357	0.276
3.00	0.333	0.258

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)
 De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C = 2,5 \\
 T_p < T < T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\
 T > T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{aligned}$$

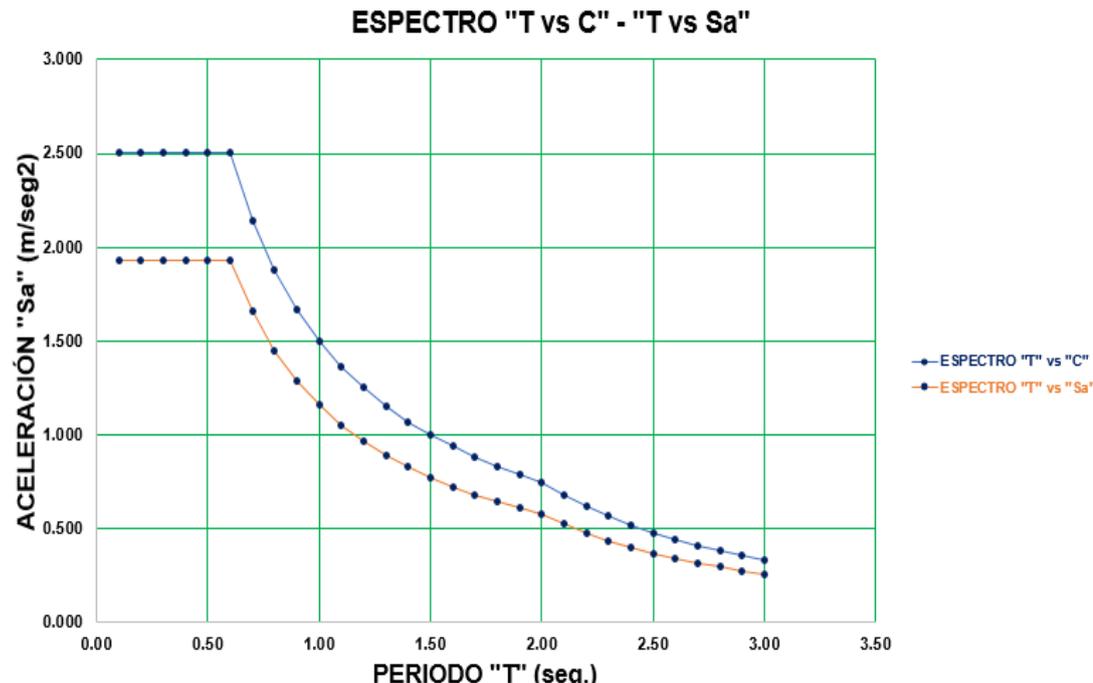


Figura 104. Espectro de respuesta X-X – Alternativa de ampliación de niveles
 Elaboración: El autor (2021).

ESPECTRO DE RESPUESTA – EJE Y-Y – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES

COEFICIENTES	Z	0.45	LIMA
	U	1.00	VIVIENDA ("C")
	S	1.05	S2 - SUELOS INTERMEDIOS
	C	2.50	
	Rd (x)	6.00	MUROS ESTRUCTURALES
	Rd (y)	4.50	MUROS ESTRUCTURALES
	T (x)	0.304	
	T (y)	0.281	
	Tp	0.60	
	Tl	2.00	

FACTOR = ZUSg/R 0.7725375
 FACTOR = ZUSg/R 1.03005

T (seg) (periodo)	C	Sa
0.10	2.500	2.575
0.20	2.500	2.575
0.30	2.500	2.575
0.40	2.500	2.575
0.50	2.500	2.575
0.60	2.500	2.575
0.70	2.143	2.207
0.80	1.875	1.931
0.90	1.667	1.717
1.00	1.500	1.545
1.10	1.364	1.405
1.20	1.250	1.288
1.30	1.154	1.189
1.40	1.071	1.104
1.50	1.000	1.030
1.60	0.938	0.966
1.70	0.882	0.909
1.80	0.833	0.858
1.90	0.789	0.813
2.00	0.750	0.773
2.10	0.680	0.701
2.20	0.620	0.638
2.30	0.567	0.584
2.40	0.521	0.536
2.50	0.480	0.494
2.60	0.444	0.457
2.70	0.412	0.424
2.80	0.383	0.394
2.90	0.357	0.367
3.00	0.333	0.343

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)
 De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C = 2,5 \\
 T_p < T < T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\
 T > T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{aligned}$$

ESPECTRO "T vs C" - "T vs Sa"

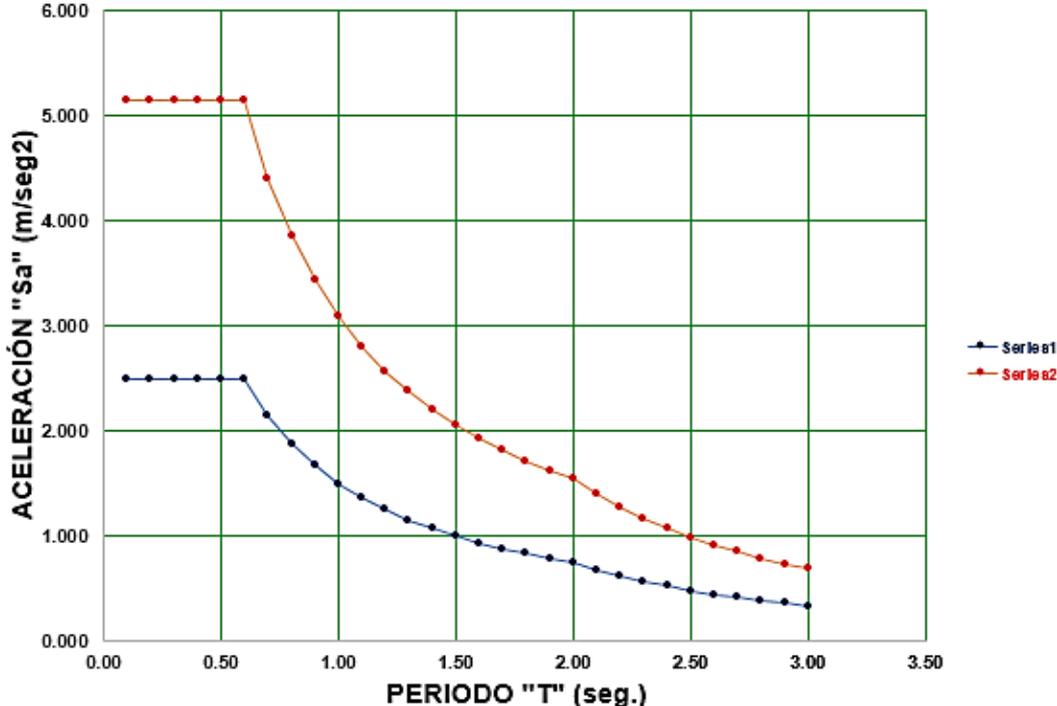


Figura 105. Espectro de respuesta Y-Y – Alternativa de ampliación de niveles
 Elaboración: El autor (2021).

Factor de irregularidad

❖ Irregularidad por piso blando y resistencia – Sismo Dinámico XX - YY

En la alternativa de ampliación de niveles, los ejes X-X, Y-Y, no presentan irregularidad de piso blando debido a que, según la segunda condición, menciona que la rigidez en el primer piso es mayor al 80% del promedio de los pisos superiores.

Por otro lado, en cuanto a resistencia, los ejes X-X, Y-Y, no presentan irregularidad puesto que, según la norma, estos valores son mayores al 80% del V_x y V_y respectivamente.

Tabla 32

Verificación de piso blando – XX - Alternativa de ampliación de niveles

PISO BLANDO DIRECCIÓN X-X												
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	RIGIDEZ	PRIMERA CONDICIÓN		SEGUNDA CONDICIÓN	
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	PISO	< 70% K2	ESTADO	< 80% Prom	ESTADO
PISO Nº 05	SISMO DINÁMICO XX	19.02	0.00	16688.94	3.76	0.00	15929.76	16688.94	11682.26			
PISO Nº 04	SISMO DINÁMICO XX	39.75	0.00	33163.86	7.39	0.00	31020.85	16474.92	11532.44			
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO XX	54.80	0.00	45455.16	9.91	0.00	43696.03	12291.30	8603.91			
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO XX	64.93	0.00	58927.72	11.56	0.00	59157.07	13472.56	9430.79	NO TIENE PISO BLANDO	11785.54	NO TIENE PISO BLANDO
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO XX	70.79	0.00	81435.22	12.59	0.00	89001.33	22507.50	NO PRESENTA PISO BLANDO "Ia = 1.0"			

RESISTENCIA DIRECCIÓN X-X										
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	CONDICIÓN	
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	< 80% Vx	ESTADO
PISO Nº 05	SISMO DINÁMICO XX Max	Bottom	0	19.02	3.76	87.45	10.44	52.39	15.22	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 04	SISMO DINÁMICO XX Max	Bottom	0	39.75	7.39	186.81	30.68	162.22	31.80	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO XX Max	Bottom	0	54.80	9.91	258.62	57.57	312.69	43.84	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO XX Max	Bottom	0	64.93	11.56	305.44	88.60	489.83	51.95	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO XX Max	Bottom	0	70.79	12.59	330.46	138.14	772.96		

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 33

Verificación de piso blando – YY - Alternativa de ampliación de niveles

PISO BLANDO DIRECCIÓN X-X												
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	RIGIDEZ	PRIMERA CONDICIÓN		SEGUNDA CONDICIÓN	
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	PISO	< 70% K2	ESTADO	< 80% Prom	ESTADO
PISO Nº 05	SISMO DINÁMICO XX	19.02	0.00	16688.94	3.76	0.00	15929.76	16688.94	11682.26			
PISO Nº 04	SISMO DINÁMICO XX	39.75	0.00	33163.86	7.39	0.00	31020.85	16474.92	11532.44			
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO XX	54.80	0.00	45455.16	9.91	0.00	43696.03	12291.30	8603.91			
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO XX	64.93	0.00	58927.72	11.56	0.00	59157.07	13472.56	9430.79	NO TIENE PISO BLANDO	11785.54	NO TIENE PISO BLANDO
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO XX	70.79	0.00	81435.22	12.59	0.00	89001.33	22507.50	NO PRESENTA PISO BLANDO "Ia = 1.0"			

RESISTENCIA DIRECCIÓN Y-Y										
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	CONDICIÓN	
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	< 80% Vy	ESTADO
PISO Nº 05	SISMO DINÁMICO YY Max	Bottom	0	3.49	14.09	121.09	38.81	9.78	11.27	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 04	SISMO DINÁMICO YY Max	Bottom	0	6.89	28.87	254.31	118.56	28.63	23.10	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO YY Max	Bottom	0	9.50	39.33	346.10	226.13	54.38	31.46	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO YY Max	Bottom	0	11.38	46.40	407.51	351.98	85.00	37.12	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO YY Max	Bottom	0	12.59	50.61	445.94	553.08	134.71		

Elaboración: El autor (2021).

❖ Irregularidad por torsión – Sismo Dinámico XX - YY

Para el caso de irregularidad por torsión, la norma E.030, menciona que existe torsión cuando el ratio es mayor a 1.30, es decir para esta vivienda existente, en el eje X-X no presenta torsión puesto que todas las ratios son menores a 1.30.

Por otro lado, para la dirección Y-Y, sí presenta irregularidad por torsión, puesto que todos los valores del ratio son mayores a 1.30, pero son menores que 1.50 por eso no presenta torsión extrema, solo presenta torsión normal.

Para poder determinar la existencia de torsión, se colocó en el software ETABS una combinación de “Sismo Dinámico XX Max” y “Sismo Dinámico YY Max” y en cada una de ella se filtró por diafragma de cada nivel de la edificación existente.

Tabla 34

Verificación de torsión – XX – YY - Alternativa de ampliación de niveles

TORSIÓN DIRECCIÓN X-X											
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max Loc Z	CONDICIÓN RATIO > 1.3	CONDICIÓN RATIO > 1.5
PISO Nº 05	SISMO DINÁMICO XX Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 05 X	0.0004	0.000388	1.029	4	11.62	5.75	15.3	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 04	SISMO DINÁMICO XX Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 04 X	0.00044	0.000423	1.034	4	11.62	5.75	12.5	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO XX Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 03 X	0.00045	0.000431	1.038	34	9.82	5.75	9.7	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO XX Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 02 X	0.00041	0.000394	1.044	34	9.82	5.75	6.9	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO XX Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 01 X	0.00022	0.000212	1.057	34	9.82	5.75	4.1	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA

TORSIÓN DIRECCIÓN Y-Y											
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max Loc Z	CONDICIÓN RATIO > 1.3	CONDICIÓN RATIO > 1.5
PISO Nº 05	SISMO DINÁMICO YY Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 05 Y	0.00051	0.000356	1.435	22	-1	0	15.3	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 04	SISMO DINÁMICO YY Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 04 Y	0.00053	0.000368	1.427	22	-1	0	12.5	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO YY Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 03 Y	0.00051	0.000359	1.415	22	-1	0	9.7	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO YY Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 02 Y	0.00045	0.000307	1.456	22	-1	0	6.9	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO YY Max	Diaph DIAFRAGMA Nº 01 Y	0.0002	0.000141	1.433	31	0	4.045	4.1	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA

Elaboración: El autor (2021).

Para el modelado de la alternativa de ampliación de niveles, se crearon las combinaciones según lo establece la Norma E.060 – Concreto armado, la cual fueron un total de 9 combinaciones y una décima llamada envolvente la cual engloba las 9 combinaciones.

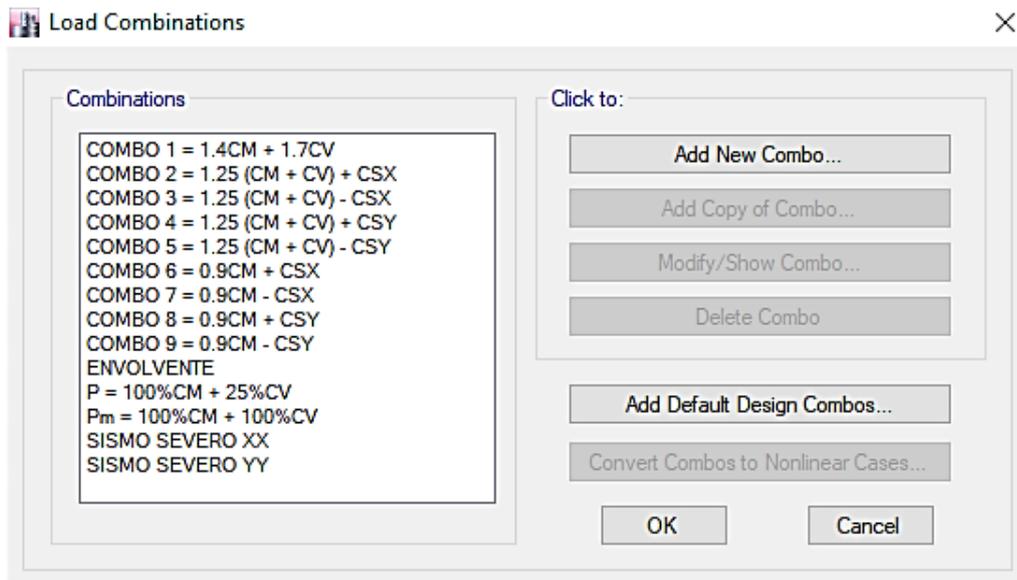


Figura 106. Combinaciones – Alternativa de ampliación de niveles.

Fuente: Norma E.060.

Elaboración: El autor (2021).

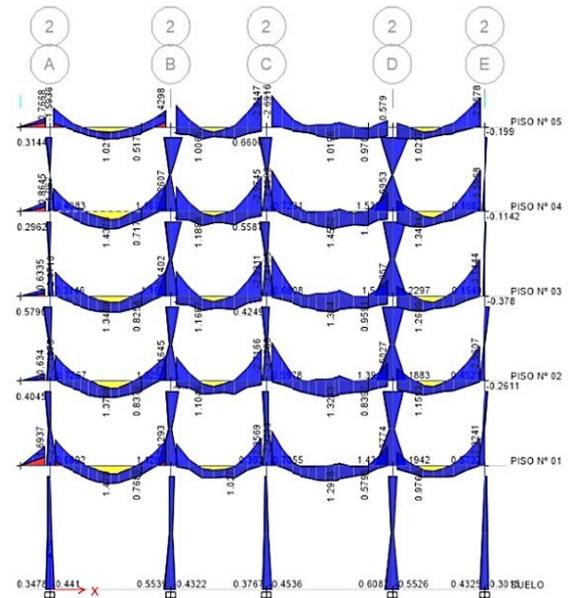
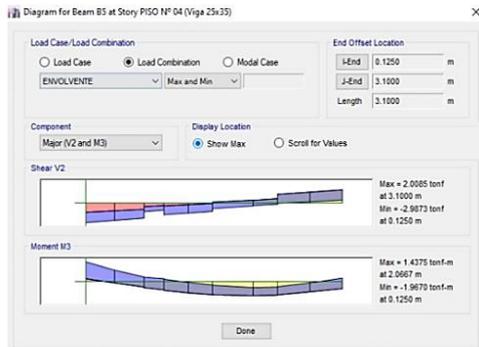


Figura 107. Diagrama de momentos mínimos y máximos de una viga peraltada – Alternativa de ampliación de niveles.

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

4.4. Alternativa de una edificación nueva

Se realizó el análisis sísmico de la alternativa de edificación nueva con una proyección de cinco niveles.

4.4.1. Pre-dimensionamiento de elementos estructurales

❖ Losa aligerada

Para el pre-dimensionamiento de una losa aligerada se escogió el paño más crítico, es decir, el paño con mayor área de la edificación, estos paños están delimitados por columnas y vigas.

Para este pre-dimensionamiento el paño más crítico lo conforman $L = 4.10$ m. y $L_n = 2.77$ m., cuya luz menor para el diseño es 2.77 m., esta longitud ser dividida entre 25 según la formula anteriormente mencionada dando un espesor de losa de 17 cm cuyo peso es 280 kg/m².

Este espesor de losa aligerada de 17 cm será uniformizado para todos los paños de la edificación, de manera que facilitar el encofrado durante el proceso constructivo.

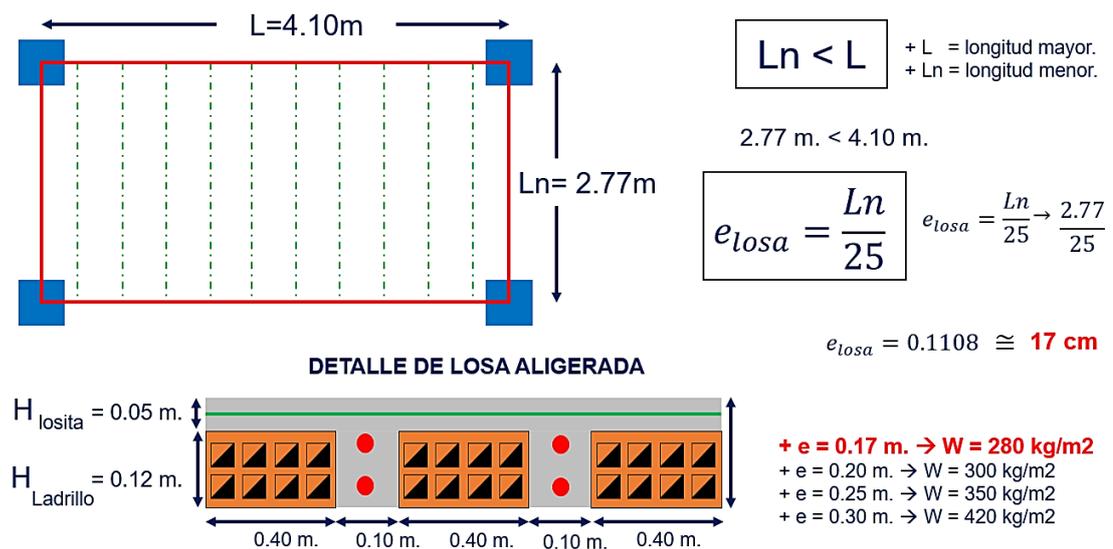


Figura 108. Pre-dimensionamiento de losa aligerada – Alternativa de edificación nueva
 Fuente: Abanto, T. (2017).
 Elaboración: El autor (2021).

❖ Vigas peraltadas

Para el pre dimensionamiento de una viga principal del eje X-X se tomó como luz libre más crítica a la viga $L = 3.975$ m., debido a que la edificación será de uso vivienda es categorizada como "C" (edificaciones comunes) según la norma E.030 es por eso que a esta luz libre anteriormente mencionada fue dividida entre 12 dando un peralte de 0.35 m., para la base el peralte entre 2 dio 0.20 m. y esta base es menor a la base mínima según norma es por eso que se le coloco una base de 0.25 m., dando como resultado del pre-dimensionamiento de la viga X-X VP. 0.25 m. x 0.35 m.

Para el pre dimensionamiento de una viga principal del eje Y-Y se tomó como luz libre más crítica a la viga $L = 2.645$ m., debido a que la edificación será de uso vivienda es categorizada como "C" (edificaciones comunes) según la norma E.030 es por eso que a esta luz libre anteriormente mencionada fue dividida entre 12 dando un peralte de 0.25 m., para la base el peralte entre 2 dio 0.15 m. y esta base es menor a la base mínima según norma, es por eso que se le coloco una base de 0.25 m. dando como resultado del pre dimensionamiento de la viga Y-Y VP. 0.25 m. x 0.25 m.

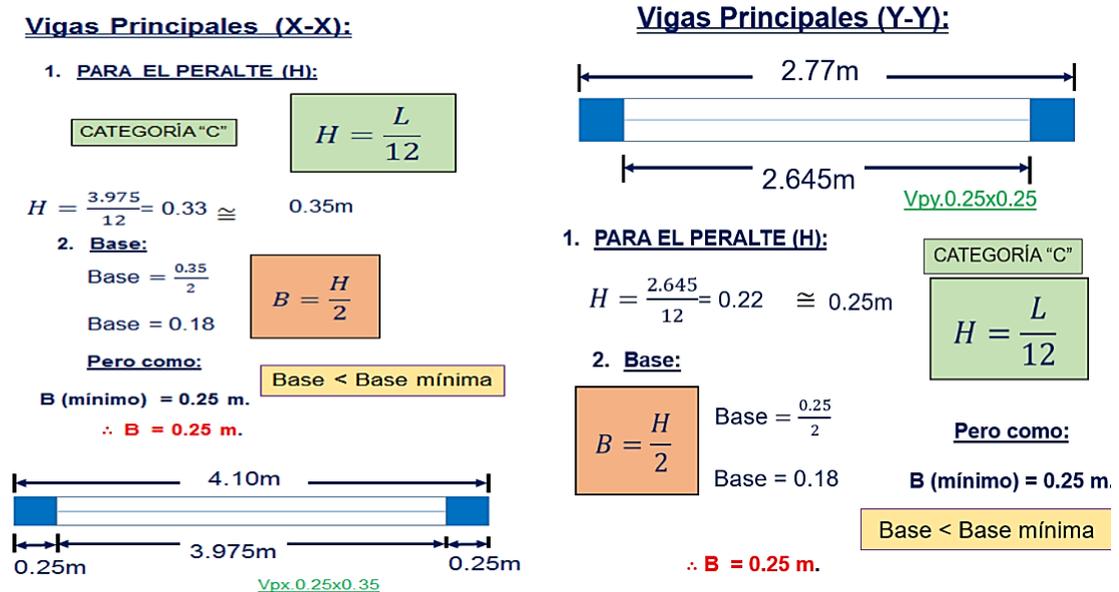


Figura 109. Pre-dimensionamiento de vigas peraltadas – Alternativa de edificación nueva
Fuente: Abanto, T. (2017).
Elaboración: El autor (2021).

4.4.2. Densidad mínima de muros

Para el cálculo de densidad de muros, es importante delimitar los muros que se plantea en la arquitectura, para el presente trabajo de investigación los propietarios exhortaron a respetar la arquitectura pues estaban totalmente de acuerdo y no requerían de modificaciones en las secciones.

La densidad de muros se obtiene mediante un criterio de ubicación de muros principales, muros portantes, los cuales nacen desde la base y continúan hasta los pisos superiores, ningún muro portante nace desde una viga, tiene necesariamente iniciar y presentar una cimentación en la base.

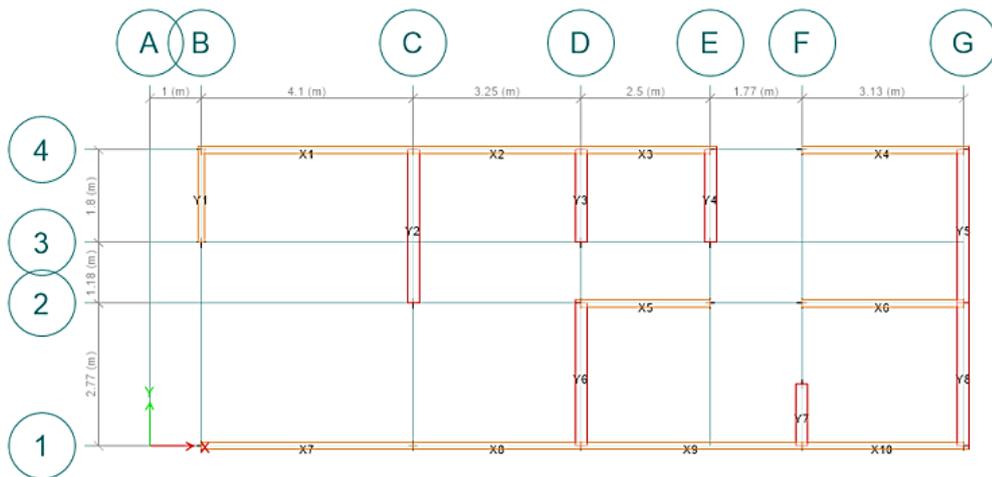


Figura 110. Plano XY densidad de muros – Alternativa de edificación nueva
Fuente: ETABS.
Elaboración: El autor (2021).

De acuerdo con el cálculo de la densidad de muros para la alternativa de demolición y edificación nueva, se realizó una base de datos, de manera tal que permita facilitar los cálculos, según la densidad de muros mínima estipulada por la Norma E.070:

$$D_{\text{mínima}} = \frac{Z * U * S * N}{56}$$

- + $D_{\text{mínima}}$: Densidad Mínima de Muros
- + Z: Factor de Zona
- + U: Factor de Uso
- + S: Factor de Suelo
- + N: Número de Pisos

Figura 111. Densidad mínima de muros – Alternativa de edificación nueva
Fuente: Norma E.070 - Albañilería
Elaboración: El autor (2021).

Tabla 35

Densidad de muros – Albañilería confinada - Alternativa de edificación nueva



COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

DENSIDAD DE MUROS DEL SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA - ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA				
MUROS EN DIRECCIÓN "X"				
TIPO	MUROS	L (m.)	t (m.)	A (m2)
SOGA	X1	4.10	0.13	0.5330
SOGA	X2	3.25	0.13	0.4225
SOGA	X3	2.50	0.13	0.3250
SOGA	X4	3.13	0.13	0.4069
SOGA	X5	2.50	0.13	0.3250
SOGA	X6	3.13	0.13	0.4069
SOGA	X7	4.10	0.13	0.5330
SOGA	X8	3.25	0.13	0.4225
SOGA	X9	2.50	0.13	0.3250
SOGA	X10	1.77	0.13	0.2301
SOGA	X11	3.13	0.13	0.4069
SUMA TOTAL (m2)				4.3368
ÁREA DEL TERRENO (m2)				90.00
DENSIDAD DE MUROS DEL PROYECTO				
ÁREA DE MUROS / ÁREA DEL TERRENO				0.04819
MUROS EN DIRECCIÓN "Y"				
TIPO	MUROS	L (m.)	t (m.)	A (m2)
SOGA	Y1	1.80	0.13	0.2340
CABEZA	Y2	2.98	0.23	0.6854
CABEZA	Y3	1.80	0.23	0.4140
CABEZA	Y4	1.80	0.23	0.4140
CABEZA	Y5	2.98	0.23	0.6854
CABEZA	Y6	2.77	0.23	0.6371
CABEZA	Y7	1.20	0.23	0.2760
CABEZA	Y8	2.77	0.23	0.6371
SUMA TOTAL (m2)				3.9830
ÁREA DEL TERRENO (m2)				90.00
DENSIDAD DE MUROS DEL PROYECTO				
ÁREA DE MUROS / ÁREA DEL TERRENO				0.04426
COEFICIENTES				
	Z	0.45		
	U	1.00		
	S	1.05		
	N	5.00		
$D_{mínima} = \frac{Z * U * S * N}{56}$				0.04219
COMPROBACIÓN				
$D_{muros\ del\ proyecto} > D_{mínima\ por\ norma}$				
$D_{muros\ del\ proyecto} =$				0.04819
$D_{mínima\ por\ norma} =$				0.04219
CONDICIÓN				SÍ CUMPLE
COEFICIENTES				
	Z	0.45		
	U	1.00		
	S	1.05		
	N	5.00		
$D_{mínima} = \frac{Z * U * S * N}{56}$				0.04219
COMPROBACIÓN				
$D_{muros\ del\ proyecto} > D_{mínima\ por\ norma}$				
$D_{muros\ del\ proyecto} =$				0.04426
$D_{mínima\ por\ norma} =$				0.04219
CONDICIÓN				SÍ CUMPLE

Elaboración: El autor (2021).

4.4.3. Análisis estático de edificación nueva

❖ Factor de zona (Z):

Para la alternativa de edificación nueva, se elaborará en el mismo predio que está siendo objeto de estudio, es decir en el distrito del Rímac, pertenece a la zona 4, cuyo factor es $Z = 0.45$.

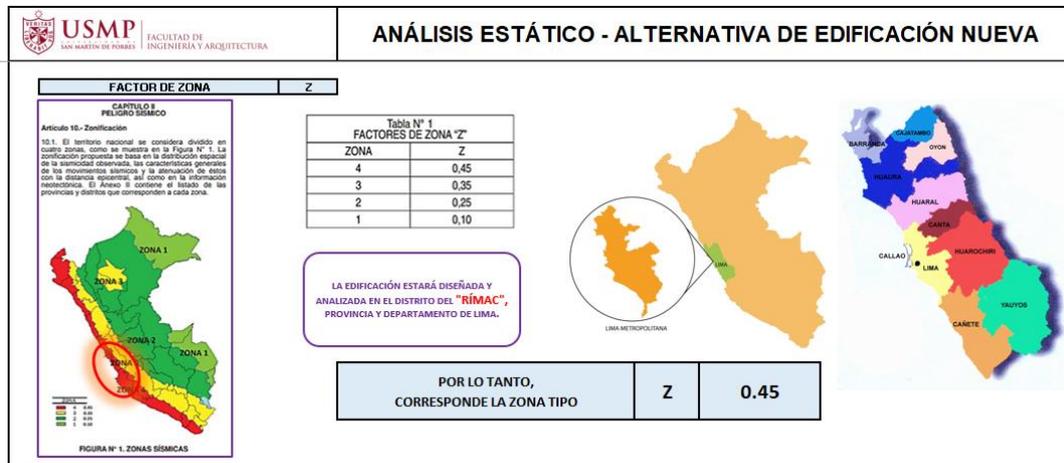


Figura 112. Factor de zona – “Z” – Alternativa de edificación nueva

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ Factor de uso (U):

Para la alternativa de edificación nueva, seguirá presentando un uso del tipo vivienda, pues por decisión de los propietarios desean que esta edificación nueva sea exclusivamente para uso de vivienda, es por eso por lo que según la Norma E.030, pertenece a una edificación tipo “C” (común), y cuyo factor de uso es $U = 1.00$.

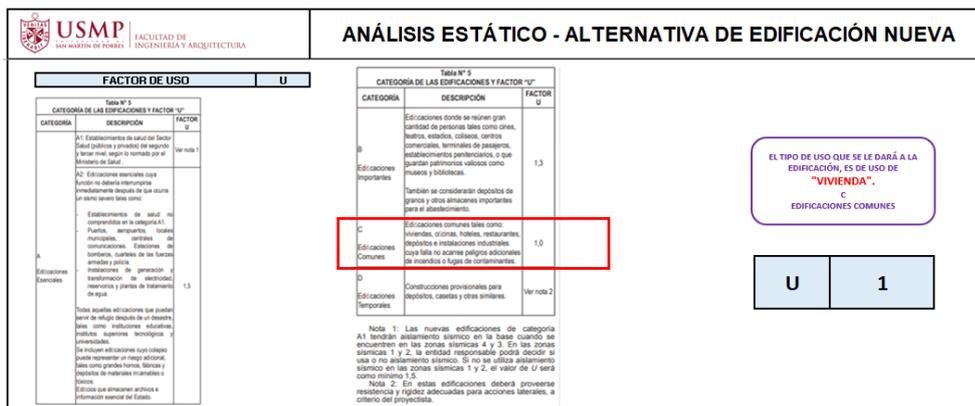


Figura 113. Factor de uso – “U” – Alternativa de edificación nueva

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

❖ **Factor de suelo (S):**

De acuerdo con los estudios de mecánicas de suelos analizados mediante la extracción de la muestra en una calicata y la realización del ensayo de Clasificación SUCS y granulometría, se clasificó para el suelo como un GP – GC (grava mal graduada con arcilla y arena), y según la Norma E.030, pertenece a un suelo intermedio “S2”, este valor de suelo interceptado con el factor de zona anteriormente hallado “Z4”, da como resultado de factor de suelo $S = 1.05$.

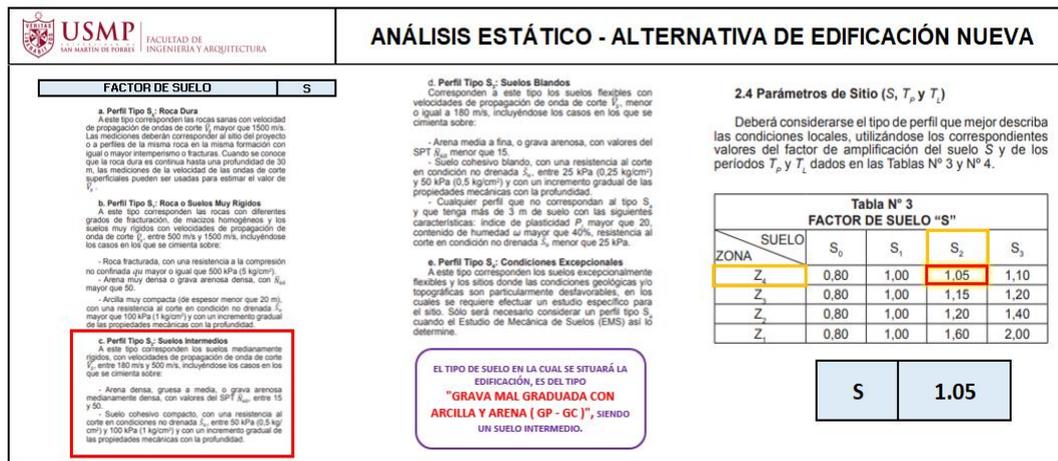


Figura 114. Factor de suelo – “S” – Alternativa de edificación nueva
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ **Factor de amplificación sísmica (C):**

Para determinar este factor, es necesario interceptar los “ T_p ” (periodo corto) y T_L (periodo largo), luego clasificarlos según las condiciones presentes en la Norma E.030 dando un factor $C = 2.50$.

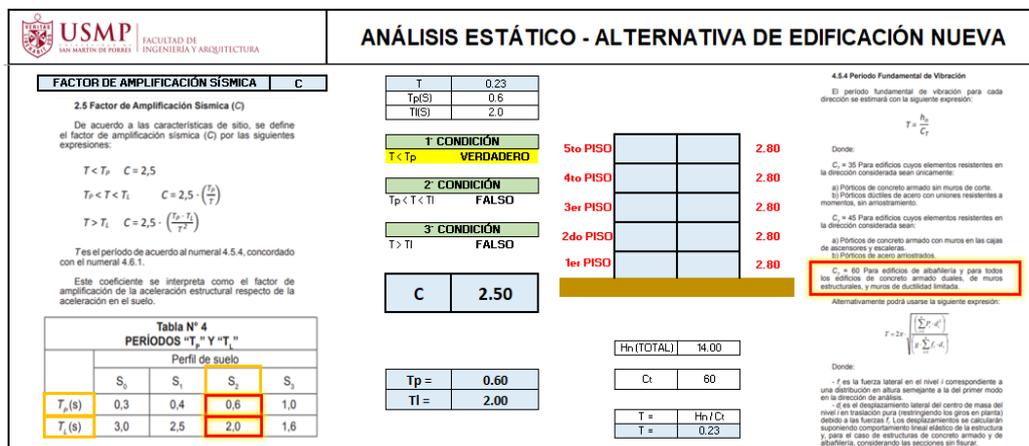


Figura 115. Factor de amplificación sísmica – “C” – Alternativa de edificación nueva
Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).
Elaboración: El autor (2021).

❖ **Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R):**

Para el cálculo del coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, es necesario delimitar tres conceptos básicos, que se resumen en la siguiente fórmula:

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

+ R_o : Coeficiente Básico de Reducción

+ I_a : Factor de Irregularidad Estructural en Altura

+ I_p : Factor de Irregularidad Estructural en Planta

Figura 116. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas – “R” – Alternativa de edificación nueva

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

➤ **Coeficiente básico de reducción (Ro)**

Para la alternativa de demolición y construcción de una vivienda nueva, al presentar elementos estructurales como muros portantes, columnas y vigas de confinamiento, así como cimiento corrido en su cimentación a esta información se clasificó como tipo de sistema de albañilería confinada y que según la norma E.030 brinda un factor de $R_o=3$.

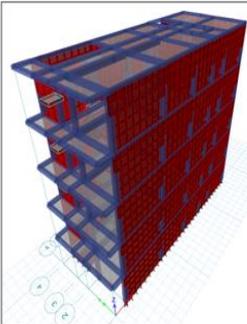
 <p>USMP UNIVERSIDAD DEL SAHARA OCCIDENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>	<h3>ANÁLISIS ESTÁTICO - ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA</h3>																																					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: center;">COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS</th> <th style="text-align: center;">Ro</th> </tr> <tr> <td colspan="2"> <p>3.2 Sistemas Estructurales</p> <p>3.2.1 Estructuras de Concreto Armado</p> <p>Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.</p> <p>Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.</p> <p>Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.</p> <p>Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.</p> </td> </tr> </table>	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS	Ro	<p>3.2 Sistemas Estructurales</p> <p>3.2.1 Estructuras de Concreto Armado</p> <p>Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.</p> <p>Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.</p> <p>Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.</p> <p>Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.</p>		<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">Ro (x)</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </table>	Ro (x)	3	<p>3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)</p> <p>Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 7.</p> <p>Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_i que corresponda.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Sistema Estructural</th> <th style="text-align: center;">Coeficiente Básico de Reducción R_i (*)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Internados Resistentes a Momentos (IMF)</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Concentricamente Armados (SCBF)</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Concentricamente Armados (OCBF)</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Excentricamente Armados (EBF)</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td>Concreto Armado:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos Dual</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>De muros estructurales</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>Muros de ductilidad limitada</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr style="background-color: #e0f0ff;"> <td>Albañilería Armada o Confinada</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Madera (Por esfuerzos admisibles)</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo pendulo invertido.</p> <p>Para construcciones de tierra debe remitirse a la Norma E.060 "Adobe" del RNE. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S_{ps}, ni se permite en suelos S_{ps}.</p>	Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES		Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_i (*)	Acero:		Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8	Pórticos Internados Resistentes a Momentos (IMF)	7	Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6	Pórticos Especiales Concentricamente Armados (SCBF)	8	Pórticos Ordinarios Concentricamente Armados (OCBF)	6	Pórticos Excentricamente Armados (EBF)	8	Concreto Armado:		Pórticos Dual	7	De muros estructurales	6	Muros de ductilidad limitada	4	Albañilería Armada o Confinada	3	Madera (Por esfuerzos admisibles)	3
COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS	Ro																																					
<p>3.2 Sistemas Estructurales</p> <p>3.2.1 Estructuras de Concreto Armado</p> <p>Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.</p> <p>Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.</p> <p>Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.</p> <p>Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.</p> <p>Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.</p>																																						
Ro (x)	3																																					
Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES																																						
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_i (*)																																					
Acero:																																						
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8																																					
Pórticos Internados Resistentes a Momentos (IMF)	7																																					
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6																																					
Pórticos Especiales Concentricamente Armados (SCBF)	8																																					
Pórticos Ordinarios Concentricamente Armados (OCBF)	6																																					
Pórticos Excentricamente Armados (EBF)	8																																					
Concreto Armado:																																						
Pórticos Dual	7																																					
De muros estructurales	6																																					
Muros de ductilidad limitada	4																																					
Albañilería Armada o Confinada	3																																					
Madera (Por esfuerzos admisibles)	3																																					

Figura 117. Coeficiente básico de reducción fuerzas sísmicas – “Ro” – Alternativa de edificación nueva

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

➤ **Factor de irregularidad estructural**

En cuanto al factor de irregularidad, al ser una edificación nueva es necesario chequear si presenta alguna irregularidad estructural, pero en un inicio al no conocer estas irregularidades, es por eso que se le estimó que no presente irregularidades, es decir, tanto para el eje X-X como Y-Y, es decir $I_a = I_p = 1.00$, pero luego en el desarrollo del análisis dinámico y las verificaciones de irregularidades, presentaron los siguientes resultados:

Tabla 36

Irregularidades estructurales de la alternativa de edificación nueva

Irregularidades Estructurales		Eje X-X	Eje Y-Y
Irregularidades Estructurales en Altura (I_a)	Piso blando	No tiene piso blando	No tiene piso blando
	Piso débil	No tiene piso débil	No tiene piso débil
Irregularidades Estructurales en Planta (I_p)	Torsión	No tiene torsión	Sí tiene torsión

Fuente: RNE. E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

Elaboración: El autor (2021).

Luego del análisis dinámico, la alternativa de ampliación de niveles no presentó en el eje X-X piso blando para lo cual su factor de reducción es $I_a=1.00$, en cambio en el eje Y-Y presentó torsión para lo cual su factor de reducción es $I_p=0.75$.

<u>EJE X-X</u>	$R = R_o \times I_a \times I_p$
+ $R_o = 3.00$	$R_x = 3.00 \times 1.00 \times 1.00$
+ $I_a = 1.00$	$R_x = 3.00$
+ $I_p = 1.00$	

<u>EJE Y-Y</u>	$R = R_o \times I_a \times I_p$
+ $R_o = 3.00$	$R_y = 3.00 \times 1.00 \times 0.75$
+ $I_a = 1.00$	$R_y = 2.25$
+ $I_p = 0.75$	

Figura 118. Factores de irregularidad estructural – Alternativa de edificación nueva
Elaboración: El autor (2021).

❖ **Cálculo del peso de la alternativa de edificación nueva (P):**

El cálculo del peso total de la edificación se determina con mayor facilidad en el software ETABS, para esto es necesario definir una combinación de $P = 100\%CM + 25\%CV$, es decir comprende según la norma E.030 un cien por ciento de la carga muerta adicionando un veinticinco por ciento de la carga viva, debido a que según las probabilidades para una edificación del tipo de uso vivienda cuando ocurre un evento telúrico es casi imposible que presente en su totalidad es decir un 100% la carga viva, es por eso que solo se considera un 25% siendo un poco más conservador.

Según la Tabla 37, el software ETABS da como respuesta un peso total de 518.80 Ton., así como también es importante calcular el peso por cada nivel de la edificación.

Tabla 37

Peso de la alternativa de edificación nueva

Story	Load Case / Combo	Location	P	MX	MY	Peso por nivel
			Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
PISO N° 05	P = 100%CM + 25%CV	Bottom	103.11	32.14	-874.14	103.11
PISO N° 04	P = 100%CM + 25%CV	Bottom	207.03	608.13	-1742.89	103.92
PISO N° 03	P = 100%CM + 25%CV	Bottom	310.95	914.12	-2611.65	103.92
PISO N° 02	P = 100%CM + 25%CV	Bottom	414.88	1120.12	-3480.40	103.92
PISO N° 01	P = 100%CM + 25%CV	Bottom	518.80	1526.11	-4349.15	103.92
					Total	518.80

Elaboración: El autor (2021).

ESPECTRO DE RESPUESTA – EJE X-X – ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA

COEFICIENTES	Z	0.45	LIMA	Tp =	T (seg) (periodo)	C	Sa
	U	1.00	VIVIENDA ("C")		0.10	2.500	3.863
	S	1.05	S2 - SUELOS INTERMEDIOS		0.20	2.500	3.863
	C	2.50			0.30	2.500	3.863
	Rd (x)	3.00	ALBAÑILERÍA		0.40	2.500	3.863
	Rd (y)	2.25	ALBAÑILERÍA - TORSIÓN		0.50	2.500	3.863
	T (x)	0.194			0.60	2.500	3.863
	T (y)	0.303			0.70	2.143	3.311
	Tp	0.60			0.80	1.875	2.897
	Tl	2.00			0.90	1.667	2.575
FACTOR = ZUSg/R 1.545075					1.00	1.500	2.318
FACTOR = ZUSg/R 2.0601					1.10	1.364	2.107
					1.20	1.250	1.931
					1.30	1.154	1.783
					1.40	1.071	1.655
					1.50	1.000	1.545
					1.60	0.938	1.449
					1.70	0.882	1.363
					1.80	0.833	1.288
					1.90	0.789	1.220
					2.00	0.750	1.159
					2.10	0.680	1.051
					2.20	0.620	0.958
					2.30	0.567	0.876
					2.40	0.521	0.805
					2.50	0.480	0.742
					2.60	0.444	0.686
					2.70	0.412	0.636
					2.80	0.383	0.591
					2.90	0.357	0.551
					3.00	0.333	0.515

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)
De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C = 2,5 \\
 T_p < T < T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\
 T > T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{aligned}$$

ESPECTRO "T vs C" - "T vs Sa"

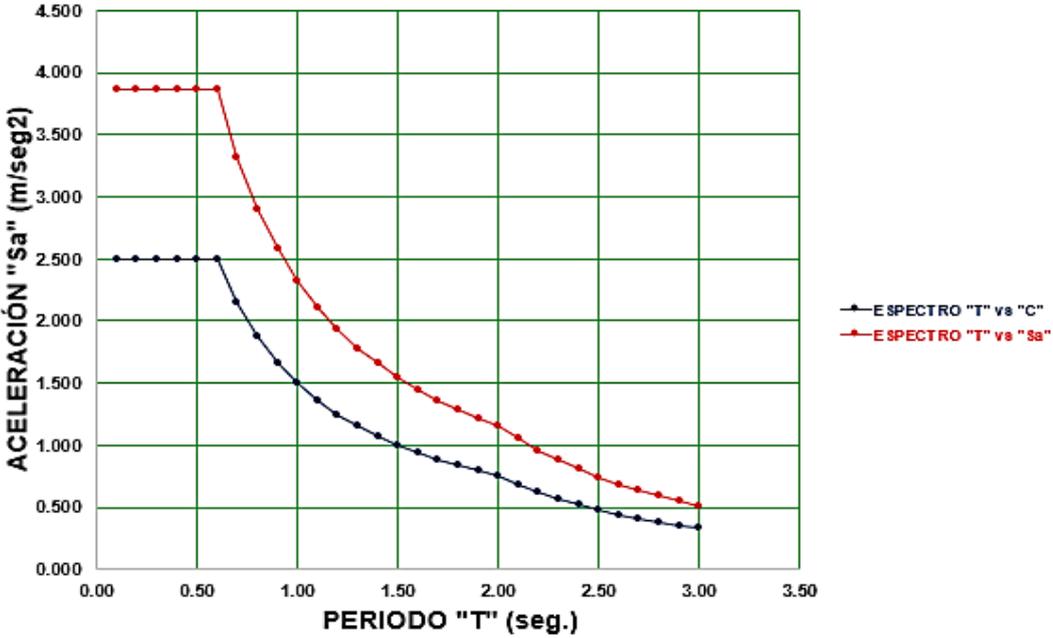


Figura 119. Espectro de respuesta X-X – Alternativa de edificación nueva
Elaboración: El autor (2021).

ESPECTRO DE RESPUESTA – EJE Y-Y – ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA

COEFICIENTES	Z	0.45	LIMA
	U	1.00	VIVIENDA ("C")
	S	1.05	S2 - SUELOS INTERMEDIOS
	C	2.50	
	Rd (x)	3.00	ALBAÑILERÍA
	Rd (y)	2.25	ALBAÑILERÍA - TORSIÓN
	T (x)	0.194	
	T (y)	0.303	
	TP	0.60	
	TL	2.00	

FACTOR = ZUSg/R 1.545075
 FACTOR = ZUSg/R 2.0601

T (seg) (periodo)	C	Sa
0.10	2.500	5.150
0.20	2.500	5.150
0.30	2.500	5.150
0.40	2.500	5.150
0.50	2.500	5.150
0.60	2.500	5.150
0.70	2.143	4.415
0.80	1.875	3.863
0.90	1.667	3.434
1.00	1.500	3.090
1.10	1.364	2.809
1.20	1.250	2.575
1.30	1.154	2.377
1.40	1.071	2.207
1.50	1.000	2.060
1.60	0.938	1.931
1.70	0.882	1.818
1.80	0.833	1.717
1.90	0.789	1.626
2.00	0.750	1.545
2.10	0.680	1.401
2.20	0.620	1.277
2.30	0.567	1.168
2.40	0.521	1.073
2.50	0.480	0.989
2.60	0.444	0.914
2.70	0.412	0.848
2.80	0.383	0.788
2.90	0.357	0.735
3.00	0.333	0.687

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)
 De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$T < T_p \quad C = 2,5$
 $T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$
 $T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

ESPECTRO "T vs C" - "T vs Sa"

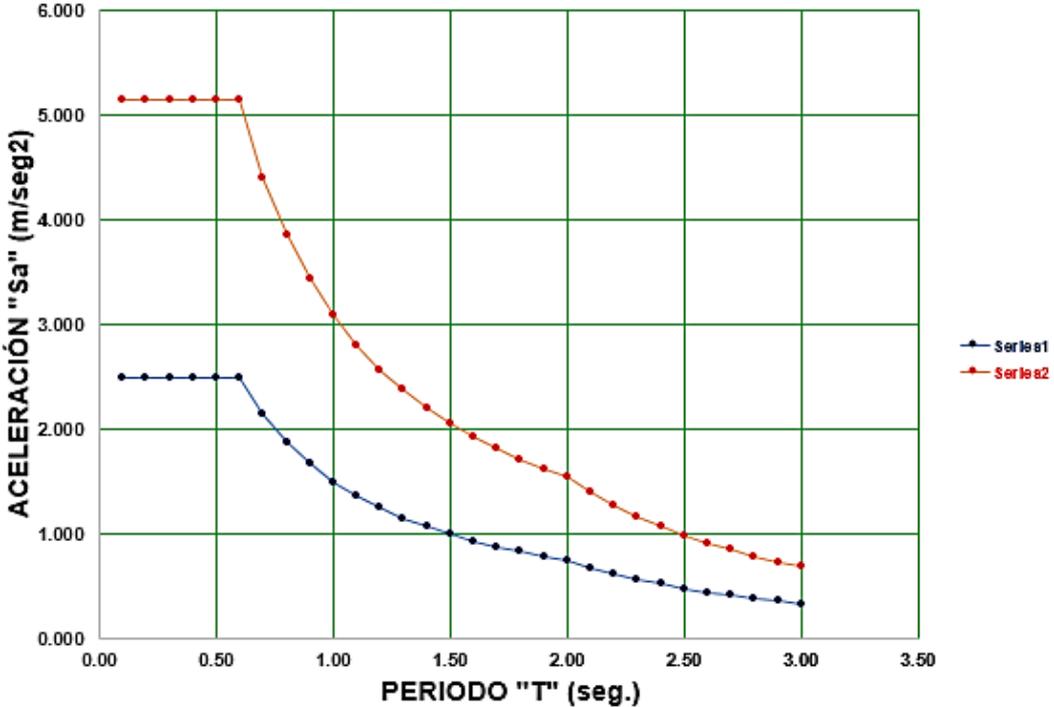


Figura 120. Espectro de respuesta Y-Y – Alternativa de edificación nueva
 Elaboración: El autor (2021).

4.4.4. Modelamiento de la edificación nueva

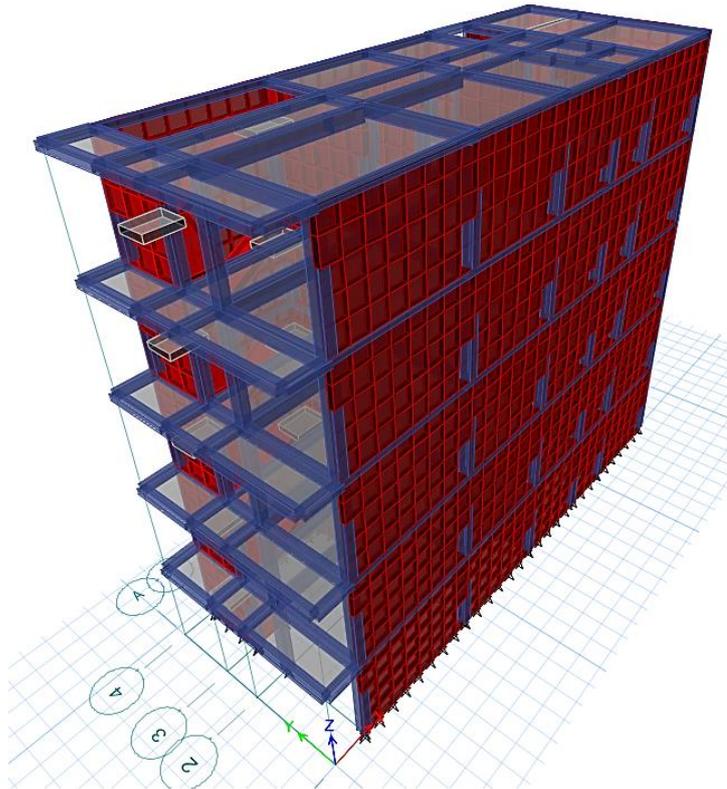


Figura 121. Modelamiento – Alternativa de edificación nueva
Fuente: ETABS
Elaboración: El autor (2021).

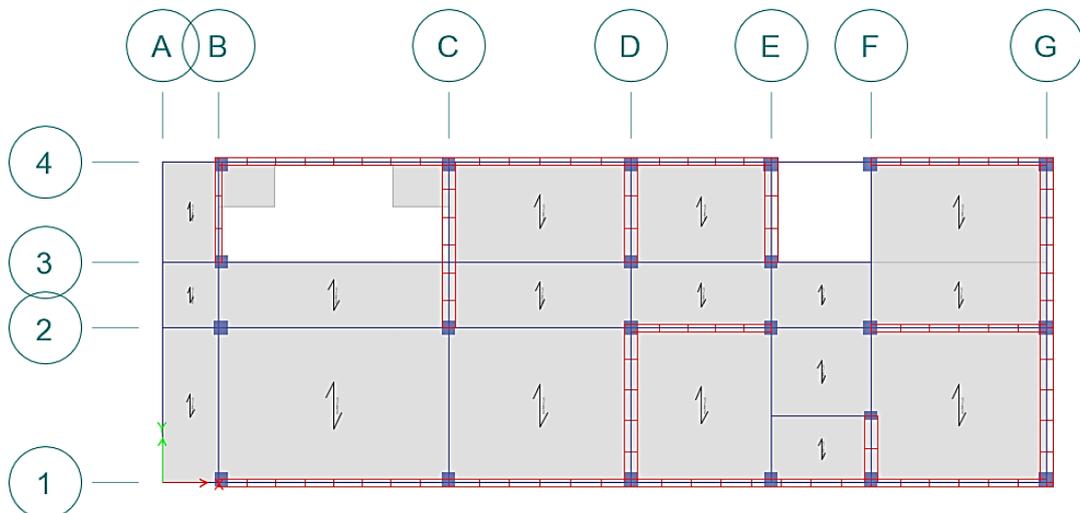


Figura 122. Vista en planta - Alternativa de edificación nueva.
Fuente: ETABS
Elaboración: El autor (2021).

Factor de irregularidad

❖ Irregularidad por piso blando y resistencia – Sismo Dinámico XX

Tabla 38

Verificación de piso blando – XX – Alternativa de edificación nueva

PISO BLANDO DIRECCIÓN X-X												
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	RIGIDEZ	PRIMERA CONDICIÓN		SEGUNDA CONDICIÓN	
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	PISO	< 70% K2	ESTADO	< 80% Prom	ESTADO
PISO Nº 05	Sismo Dinámico X	36.54	0.00067	54803.78	8.54	0.00046	18581.89	54803.78	38362.65			
PISO Nº 04	Sismo Dinámico X	74.74	0.00083	90159.18	17.81	0.00051	34937.24	35355.40	24748.78			
PISO Nº 03	Sismo Dinámico X	103.21	0.00091	113591.37	24.16	0.00051	47561.30	23432.19	16402.54			
PISO Nº 02	Sismo Dinámico X	123.09	0.00085	145752.53	28.23	0.00047	59505.33	32161.15	22512.81	NO TIENE PISO BLANDO	24253.00	NO TIENE PISO BLANDO
PISO Nº 01	Sismo Dinámico X	133.92	0.00079	170649.48	30.28	0.00039	77518.90	24896.95	NO PRESENTA PISO BLANDO "Ia = 1.0"			

RESISTENCIA DIRECCIÓN X-X										
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	CONDICIÓN	
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	< 80% Vx	ESTADO
PISO Nº 05	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	36.54	8.54	238.08	24.76	100.57	29.24	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 04	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	74.74	17.81	490.50	75.10	307.10	59.79	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 03	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	103.21	24.16	671.71	142.49	590.73	82.57	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 02	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	123.09	28.23	793.12	220.41	927.03	98.47	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 01	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	133.92	30.28	855.42	303.59	1292.46		

Elaboración: El autor (2021).

❖ Irregularidad por piso blando y resistencia – Sismo Dinámico YY

Tabla 39

Verificación de piso blando – YY – Alternativa de edificación nueva

PISO BLANDO DIRECCIÓN Y-Y												
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	RIGIDEZ	PRIMERA CONDICIÓN		SEGUNDA CONDICIÓN	
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	PISO	< 70% K2	ESTADO	< 80% Prom	ESTADO
PISO Nº 05	Sismo Dinámico Y	8.28	0.00038	21936.57	41.47	0.00266	15562.94	15562.94	10894.06			
PISO Nº 04	Sismo Dinámico Y	16.90	0.00042	40012.88	80.61	0.0028	28842.27	13279.33	9295.53			
PISO Nº 03	Sismo Dinámico Y	23.27	0.00043	53711.67	107.85	0.00275	39263.77	10421.50	7295.05			
PISO Nº 02	Sismo Dinámico Y	27.79	0.00039	71750.69	125.84	0.00228	55155.86	15892.09	11124.46	NO TIENE PISO BLANDO	10558.11	NO TIENE PISO BLANDO
PISO Nº 01	Sismo Dinámico Y	30.28	0.0003	100165.61	134.84	0.00153	87980.64	32824.78	NO PRESENTA IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO "Ia = 1.00"			

RESISTENCIA DIRECCIÓN Y-Y										
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	CONDICIÓN	
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	< 80% Vy	ESTADO
PISO Nº 05	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	8.28	41.47	304.61	113.64	22.91	33.17	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 04	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	16.90	80.61	603.32	335.91	69.72	64.49	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 03	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	23.27	107.85	811.24	631.01	133.72	86.28	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 02	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	27.79	125.84	948.89	972.72	209.50	100.67	NO TIENE IRREGULARIDAD
PISO Nº 01	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	30.28	134.84	1018.95	1338.68	292.00		

Elaboración: El autor (2021).

❖ Irregularidad por torsión – Sismo Dinámico XX – YY

Tabla 40

Verificación de torsión – XX – YY – Alternativa de edificación nueva

TORSIÓN DIRECCIÓN X-X											
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max Loc Z	CONDICIÓN RATIO > 1.3	CONDICIÓN RATIO > 1.5
PISO Nº 05	Sismo Dinámico X Max	Diaph D5 X	0.00025	0.000208	1.209	328	15.2283	5.75	14	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 04	Sismo Dinámico X Max	Diaph D4 X	0.00033	0.000278	1.168	328	15.2283	5.75	11.2	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 03	Sismo Dinámico X Max	Diaph D3 X	0.00037	0.00032	1.14	328	15.2283	5.75	8.4	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 02	Sismo Dinámico X Max	Diaph D2 X	0.00036	0.000325	1.111	328	15.2283	5.75	5.6	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 01	Sismo Dinámico X Max	Diaph D1 X	0.0003	0.00028	1.075	328	15.2283	5.75	2.8	NO EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA

TORSIÓN DIRECCIÓN Y-Y											
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max Loc Z	CONDICIÓN RATIO > 1.3	CONDICIÓN RATIO > 1.5
PISO Nº 05	Sismo Dinámico Y Max	Diaph D5 Y	0.00129	0.000901	1.435	25	0	0	14	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 04	Sismo Dinámico Y Max	Diaph D4 Y	0.00147	0.001005	1.459	25	0	0	11.2	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 03	Sismo Dinámico Y Max	Diaph D3 Y	0.00151	0.001015	1.482	25	0	0	8.4	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 02	Sismo Dinámico Y Max	Diaph D2 Y	0.00133	0.000899	1.478	25	0	0	5.6	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA
PISO Nº 01	Sismo Dinámico Y Max	Diaph D1 Y	0.00083	0.000567	1.457	408	1	5.15	2.8	EXISTE TORSIÓN	NO EXISTE TORSIÓN EXTREMA

Elaboración: El autor (2021).

Diseño por cargas verticales

Se determinó con ayuda del software ETABS, el peso total que recibe un muro de albañilería confinada, este peso “P”, proviene de la combinación de carga del $P_m = 100\% \text{ CM} + 100\% \text{ CV}$, ya que es todo el peso que recibe cada muro definido en el programa, esta carga “P” fue incluida en el “Diseño por cargas verticales” como “Pm” que multiplicado por 1000 para dar en unidades de kg.

Tabla 41

Solicitud de cargas– Combinación 100% CM + 100% CV – Alternativa de edificación nueva

COMBINACIÓN Pm = 100 % CM + 100 % CV									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
PISO Nº 01	X1	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-24.2722	-1.216	0.083	-0.0655	0.0069	-2.9684
PISO Nº 01	X2	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-15.397	0.7309	0.025	-0.0137	0.0066	-1.0942
PISO Nº 01	X3	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-9.1318	0.9069	0.016	0.0003	0.0032	-0.0736
PISO Nº 01	X4	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-16.1152	0.5679	0.025	-0.009	0.0023	-1.0833
PISO Nº 01	X5	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-10.3211	0.0684	0.012	0.0004	0.0006	0.0023
PISO Nº 01	X6	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-13.9645	0.1156	-0	0.0096	-1.34E-05	-1.0769
PISO Nº 01	X7	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-19.8861	-1.321	-0.05	0.0263	-7.65E-06	-0.6946
PISO Nº 01	X8	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-15.1302	-0.021	-0.02	0.0088	-0.003	-0.1536
PISO Nº 01	X9	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-17.7124	0.3191	-0.02	0.0089	-0.0046	-1.0622
PISO Nº 01	X10	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-11.4993	0.8813	-0.02	-0.0105	-0.0037	0.1163
PISO Nº 01	Y1	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-12.2653	1.4973	0.034	0.0341	-0.0003	0.4853
PISO Nº 01	Y2	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-30.5801	1.5445	-0.03	0.0547	-0.0017	-1.5887
PISO Nº 01	Y3	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-12.6576	0.0748	-0.01	-0.0058	-0.0009	-0.1181
PISO Nº 01	Y4	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-10.7381	0.1654	-0.05	-0.0209	-0.0044	0.0664
PISO Nº 01	Y5	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-22.044	1.3852	-0.09	-0.0237	-0.018	1.1416
PISO Nº 01	Y6	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-21.0961	-0.145	0.025	0.0484	0.0031	-0.1443
PISO Nº 01	Y7	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-7.7789	-0.089	-0	0.0068	-0.0001	-0.0182
PISO Nº 01	Y8	Pm = 100%CM + 100%CV	Bottom	-18.425	-1.589	-0.08	-0.0022	-0.0181	-0.149

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Para el diseño por cargas verticales, se delimitaron por descripción de nombres de muros, debido a que la densidad de muros definida en los planos y en el modelado, figuran 10 muros en la dirección X-X y 8 muros en la dirección Y-Y, cada muro está definido por su respectiva longitud “L” en unidad de metros lineales, su espesor definido por “t” en metros, el peso “Pm”, determinado anteriormente por la combinación “Pm = 100%CM + 100%CV”.

Para el esfuerzo axial máximo, fue determinado por el peso “Pm” dividido entre el producto de la longitud por el espesor ($Pm / L * t$).

Los esfuerzos axiales máximos producidos por la carga de servicio de Pm = 100%CM + 100%CV, presentaron valores menores a la fórmula estipulada por la Norma E.070 – Albañilería, es por eso por lo que, en la parte de observación, todos los muros presentan la descripción de “Muro correcto”.

Tabla 42

Diseño por cargas verticales – Alternativa de edificación nueva

DISEÑO POR CARGAS VERTICALES						
Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	σ_m (Kg/cm ²)	$0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm ²)	Observación
X1	4.10	0.13	24872.8	4.666566604	8.656577708	Muro Correcto
X2	3.25	0.13	15549.4	3.680331361	8.656577708	Muro Correcto
X3	2.50	0.13	8937.8	2.750092308	8.656577708	Muro Correcto
X4	3.13	0.13	16678.8	4.098992381	8.656577708	Muro Correcto
X5	2.50	0.13	11237.3	3.457630769	8.656577708	Muro Correcto
X6	3.13	0.13	15080.2	3.70611944	8.656577708	Muro Correcto
X7	4.10	0.13	21536.6	4.040637899	8.656577708	Muro Correcto
X8	3.25	0.13	15717.2	3.720047337	8.656577708	Muro Correcto
X9	2.50	0.13	17892.1	5.505261538	8.656577708	Muro Correcto
X10	1.77	0.13	11327.3	4.922772708	8.656577708	Muro Correcto
Y1	1.80	0.13	12695.5	5.42542735	8.656577708	Muro Correcto
Y2	2.98	0.23	30424.7	4.438969945	11.61240384	Muro Correcto
Y3	1.80	0.23	12073.6	2.916328502	11.61240384	Muro Correcto
Y4	1.80	0.23	10175.8	2.457922705	11.61240384	Muro Correcto
Y5	2.98	0.23	21947.9	3.202203093	11.61240384	Muro Correcto
Y6	2.77	0.23	21549.1	3.382373254	11.61240384	Muro Correcto
Y7	1.20	0.23	7483.8	2.711521739	11.61240384	Muro Correcto
Y8	2.77	0.23	18029.7	2.829963899	11.61240384	Muro Correcto
f'm =	65 Kg/cm ²	Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, ΣV_{mi} =				192065.4124 Kg
0.15f'm =	9.75 Kg/cm ²	Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣV_{mi} =				183347.9262 Kg
0.05f'm =	3.25 Kg/cm ²	Cortante por Sismo Severo en Dirección X, VE_i =				163422.74 Kg
h =	2.63 m	Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, VE_i =				181138.58 Kg
v'm =	8.1 Kg/cm ²					

Fuente: Norma E.070 - Albañilería

Elaboración: El autor (2021).

Control de fisuración

Se determinó con ayuda del software ETABS, el peso para la rigidez de los muros lo cual se le incluyó la combinación $P_g = 100\%CM + 25\%CV$, esta carga “Pg” fue incluida en el “Control de fisuración” como “Pg” en unidades de kg.

Tabla 43

Solicitud de cargas – $P_g = 100\%CM + 25\%CV$ – Alternativa de edificación nueva

Story	Pier	Load Case/Combo	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
PISO Nº 01	X1	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-22393.38	-996.36	73.01	-60.31	6.19	-2787.5
PISO Nº 01	X2	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-14129.54	700.99	19.13	-12.47	5.79	-1049.2
PISO Nº 01	X3	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-8319.53	793.46	10.93	1.15	2.71	-49.32
PISO Nº 01	X4	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-15174.32	459.39	25.27	-7.42	2.09	-1081.9
PISO Nº 01	X5	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-9996.6	84.96	10.1	-3.56	0.55	80.32
PISO Nº 01	X6	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-13446.15	1.53	-3.43	6.39	-1.00E-02	-1211.7
PISO Nº 01	X7	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-19116.94	-1161.76	-51.21	9.27	-1.00E-02	-923.94
PISO Nº 01	X8	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-14013.14	14.8	-21.97	14.06	-2.61	-271.38
PISO Nº 01	X9	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-16123.29	267.84	-15.66	8.6	-3.88	-1079.4
PISO Nº 01	X10	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-10349.99	732.33	-14.95	-10.44	-3.05	112.77
PISO Nº 01	Y1	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-11286.95	1355.65	27.23	27.27	1.26	464.2
PISO Nº 01	Y2	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-26955.15	1272	-22.71	31.76	-0.77	-1054
PISO Nº 01	Y3	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-11009.84	-18.15	-11.01	-10.92	-0.62	-29.41
PISO Nº 01	Y4	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-9570.84	120.95	-41.76	-34.08	-4.04	104.7
PISO Nº 01	Y5	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-20196.92	1257.63	-95.77	-16.58	-16.29	1100.5
PISO Nº 01	Y6	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-19268.69	-179.56	26.72	47.48	2.92	66.97
PISO Nº 01	Y7	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-6806.38	30.07	-4.98	-3.88	-0.26	8.28
PISO Nº 01	Y8	$P_g = 100\%CM + 25\%CV$	-16576.99	-1418.16	-84.94	-8.84	-16.2	-7.45

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Para el control de fisuración, la norma E.070, menciona que este control tiene como función principal evitar que los muros se fisuren ante la solicitud de cargas debido a un sismo moderado.

En donde deberá cumplirse que la fuerza cortante producida por el sismo moderado sea menor a un 55% de la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

Se determinó con ayuda del software ETABS, la combinación de Sismo Moderado XX máx. y la combinación de Sismo Moderado YY máx., ambas combinaciones fueron filtradas por la opción base (bottom) ya que es la parte de análisis más crítica.

Para determinar qué ejes locales actúan ante la sollicitación de sismo moderado en dirección X e Y, es necesario delimitar de la siguiente manera:

- ✓ Los muros en X-X, tienen dos ejes locales, en dirección X el eje local “2” de color verde, y en dirección Y el eje local “3” de color azul.
- ✓ Los muros en Y-Y, tienen dos ejes locales, en dirección X el eje local “3” de color azul, y en dirección Y el eje local “2” de color verde.

❖ **Para Muro X-X ante una fuerza del sismo moderado S_x :**

Ante un sismo moderado en la dirección XX, esta genera un cortante en 2 denominado “V22”, mientras que genera un momento en 3 denominado “M33”.

❖ **Para Muro Y-Y ante una fuerza del sismo moderado S_x :**

Ante un sismo moderado en la dirección XX, esta genera un cortante en 3 denominado “V33”, mientras que genera un momento en 2 denominado “M22”.

❖ **Para Muro X-X ante una fuerza del sismo moderado S_y :**

Ante un sismo moderado en la dirección YY, esta genera un cortante en 3 denominado “V33”, mientras que genera un momento en 2 denominado “M22”.

❖ **Para Muro Y-Y ante una fuerza del sismo moderado S_y :**

Ante un sismo moderado en la dirección YY, esta genera un cortante en 2 denominado “V22”, mientras que genera un momento en 3 denominado “M33”.

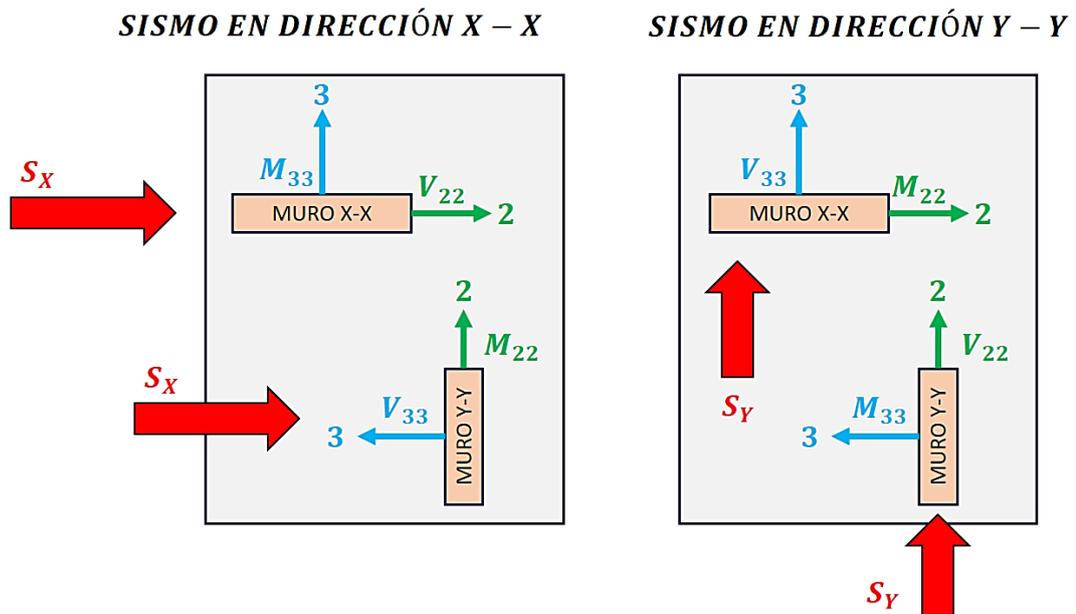


Figura 123. Esfuerzos locales en muros - sismo X-Y- Alternativa de edificación nueva. Elaboración: El autor (2021).

Se determinó con ayuda del software ETABS, la combinación por Sismo Moderado XX Máx., en donde fue filtrado por la opción base (bottom), en donde mostró las cargas “P”, los cortantes en los ejes locales 2 y 3 denominados “V2” y “V3” respectivamente, así como los momentos en los ejes locales 2 y 3 denominados “M2” y “M3”, y de acuerdo a lo anteriormente mencionado en los esfuerzos locales en muros debido a sismo moderado X, se diferenciaron las fuerzas cortantes y momentos producidos en los muros ante un sismo en X de color gris en la Tabla 44.

Tabla 44

Sismo moderado en dirección XX – Alternativa de edificación nueva

		PARA SISMO X	PARA SISMO X						
SISMO MODERADO EN DIRECCIÓN XX									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
PISO Nº 01	X1	Sismo Moderado XX Max	Bottom	9661.39	11909.93	64.71	64.56	4.26	11856.99
PISO Nº 01	X2	Sismo Moderado XX Max	Bottom	1446.97	9090.1	4.16	8.48	1.93	2483.47
PISO Nº 01	X3	Sismo Moderado XX Max	Bottom	4870.46	6779.29	1.92	7.29	2.2	3272.86
PISO Nº 01	X4	Sismo Moderado XX Max	Bottom	15818.8	5610.85	21.46	35.84	6.35	9292.6
PISO Nº 01	X5	Sismo Moderado XX Max	Bottom	4410.28	4189.43	1.45	8.84	0.13	4844.12
PISO Nº 01	X6	Sismo Moderado XX Max	Bottom	3847.52	5215.1	6.13	4.47	0.61	7321.96
PISO Nº 01	X7	Sismo Moderado XX Max	Bottom	12543.56	9074.95	8.27	11.62	0.001201	10411
PISO Nº 01	X8	Sismo Moderado XX Max	Bottom	3068.64	8105.31	2.51	11.29	0.96	2727.27
PISO Nº 01	X9	Sismo Moderado XX Max	Bottom	3550.94	8585.7	3.46	5.57	3.54	4012.23
PISO Nº 01	X10	Sismo Moderado XX Max	Bottom	9500.06	6369.73	16.84	37.3	8.89	4652.23
PISO Nº 01	Y1	Sismo Moderado XX Max	Bottom	10514.52	946.44	81.06	81.16	12.92	1681.16
PISO Nº 01	Y2	Sismo Moderado XX Max	Bottom	1543.48	2957.2	9.93	51.14	2.75	3183.41
PISO Nº 01	Y3	Sismo Moderado XX Max	Bottom	1957.15	499.93	7.31	32.39	5.17	409.86
PISO Nº 01	Y4	Sismo Moderado XX Max	Bottom	9830.67	2127.14	70.52	71.3	19.52	1823.39
PISO Nº 01	Y5	Sismo Moderado XX Max	Bottom	12946.68	10611.66	20.81	32.57	44.07	8686.32
PISO Nº 01	Y6	Sismo Moderado XX Max	Bottom	3267.23	1050.12	14.36	38.73	6.86	1318.31
PISO Nº 01	Y7	Sismo Moderado XX Max	Bottom	1140.44	1242.61	13.93	37.82	1.23	987.73
PISO Nº 01	Y8	Sismo Moderado XX Max	Bottom	15122.18	9788.72	82.32	66.78	53.3	7833.01

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

De igual manera se determinó con ayuda del software ETABS, la combinación por Sismo Moderado YY Máx., en donde fue filtrado por la opción base (bottom), en donde mostró las cargas “P”, los cortantes en los ejes locales 2 y 3 denominados “V2” y “V3” respectivamente, así como los momentos en los ejes locales 2 y 3 denominados “M2” y “M3”, y de acuerdo a lo anteriormente mencionado en los esfuerzos locales en muros debido a sismo moderado Y, se diferenciaron las fuerzas cortantes y momentos producidos en los muros ante un sismo en Y de color verde en la Tabla 44.

Tabla 45

Sismo moderado en dirección YY – Alternativa de edificación nueva

				PARA SISMO Y			PARA SISMO Y		
SISMO MODERADO EN DIRECCIÓN YY									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
PISO Nº 01	X1	Sismo Moderado YY Max	Bottom	49135.69	4192.69	23.52	27.66	32.7	6101.09
PISO Nº 01	X2	Sismo Moderado YY Max	Bottom	32699.57	6247.52	13.68	21.6	40.9	1405.51
PISO Nº 01	X3	Sismo Moderado YY Max	Bottom	24739.15	5277.31	12.04	6.27	25.72	2477.23
PISO Nº 01	X4	Sismo Moderado YY Max	Bottom	17588.97	2209.21	29.81	26.94	9.06	7430.84
PISO Nº 01	X5	Sismo Moderado YY Max	Bottom	14141.07	2445.36	3.89	15.5	5.46	2852.46
PISO Nº 01	X6	Sismo Moderado YY Max	Bottom	1215.92	1784.76	10.85	41.97	0.83	2836.41
PISO Nº 01	X7	Sismo Moderado YY Max	Bottom	5899.5	6390.84	56.35	19.83	0.02	11401.91
PISO Nº 01	X8	Sismo Moderado YY Max	Bottom	17047.24	5091.45	28.49	24.1	19.69	7178.52
PISO Nº 01	X9	Sismo Moderado YY Max	Bottom	27180.56	10998.2	3.35	61.68	28.27	2704.17
PISO Nº 01	X10	Sismo Moderado YY Max	Bottom	24465.93	6998.1	18.67	46.77	17.62	5668.43
PISO Nº 01	Y1	Sismo Moderado YY Max	Bottom	3408.31	3255.23	48.88	55.27	6.12	10959.42
PISO Nº 01	Y2	Sismo Moderado YY Max	Bottom	13701.9	16914.99	7.47	119.83	4.29	43217.59
PISO Nº 01	Y3	Sismo Moderado YY Max	Bottom	5003.6	10387.21	12.37	77.99	1.86	11143.71
PISO Nº 01	Y4	Sismo Moderado YY Max	Bottom	7630.32	6382.31	100.81	130.33	17.01	12648.3
PISO Nº 01	Y5	Sismo Moderado YY Max	Bottom	21447.48	13095.48	33.4	98.04	14.44	17300.03
PISO Nº 01	Y6	Sismo Moderado YY Max	Bottom	1938.6	15188.01	20.29	65.38	2.53	25886.69
PISO Nº 01	Y7	Sismo Moderado YY Max	Bottom	2681.94	3461.01	12.33	51.91	1.27	3251.06
PISO Nº 01	Y8	Sismo Moderado YY Max	Bottom	26618.04	12088.14	93.09	183.22	29.16	15549.63

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Para el diseño por fisuración del sismo moderado, se colocaron todas las fuerzas y momentos contemplados en las tablas anteriores diferenciadas los datos de color gris y azul claro, de ambas fuerzas cortantes y momentos se escogió los máximos, es decir, los mayores, estas fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado (V_e) fueron menores al 55% de la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal (V_m), dando como resultado que todos los muros tanto en el eje X-X como en el eje Y-Y no presenten fisuración.

Tabla 46

Diseño por fisuración – Sismo moderado – Alternativa de edificación nueva

		SISMO MODERADO XX	SISMO MODERADO YY		DISEÑO POR FISURACIÓN - SISMO MODERADO						
Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
X1	22393.38	11909.93	11856.99	23.52	32.70	11909.93	11856.99	4.118	1.000	26736.98	NO FISURADO
X2	14129.54	9090.10	2483.47	13.68	40.90	9090.10	2483.47	11.896	1.000	20361.04	NO FISURADO
X3	8319.53	6779.29	3272.86	12.04	25.72	6779.29	3272.86	5.178	1.000	15075.99	NO FISURADO
X4	15174.32	5610.85	9292.60	29.81	9.06	5610.85	9292.60	1.890	1.000	19969.54	NO FISURADO
X5	9996.60	4189.43	4844.12	3.89	5.46	4189.43	4844.12	2.162	1.000	15461.72	NO FISURADO
X6	13446.15	5215.10	7321.96	10.85	0.83	5215.10	7321.96	2.229	1.000	19572.06	NO FISURADO
X7	19116.94	9074.95	10411.00	56.35	0.02	9074.95	10411.00	3.574	1.000	25983.40	NO FISURADO
X8	14013.14	8105.31	2727.27	28.49	19.69	8105.31	2727.27	9.659	1.000	20334.27	NO FISURADO
X9	16123.29	8585.70	4012.23	3.35	28.27	8585.70	4012.23	5.350	1.000	16870.86	NO FISURADO
X10	10349.99	6369.73	4652.23	18.67	17.62	6369.73	4652.23	2.423	1.000	11699.55	NO FISURADO
Y1	11286.95	81.06	12.92	3255.23	10959.42	3255.23	10959.42	0.535	0.535	7662.84	NO FISURADO
Y2	26955.15	9.93	2.75	16914.99	43217.59	16914.99	43217.59	1.166	1.000	33958.38	NO FISURADO
Y3	11009.84	7.31	5.17	10387.21	11143.71	10387.21	11143.71	1.678	1.000	19299.26	NO FISURADO
Y4	9570.84	70.52	19.52	6382.31	12648.30	6382.31	12648.30	0.908	0.908	17430.37	NO FISURADO
Y5	20196.92	20.81	44.07	13095.48	17300.03	13095.48	17300.03	2.256	1.000	32403.99	NO FISURADO
Y6	19268.69	14.36	6.86	15188.01	25886.69	15188.01	25886.69	1.625	1.000	30234.35	NO FISURADO
Y7	6806.38	13.93	1.23	3461.01	3251.06	3461.01	3251.06	1.277	1.000	12743.47	NO FISURADO
Y8	16576.99	82.32	53.30	12088.14	15549.63	12088.14	15549.63	2.153	1.000	29615.26	NO FISURADO

Si el muro necesita refuerzo, la cuantía mínima debe ser por lo menos, $\rho \geq 0.001$

Esp. Vertical del Refuerzo, s = 20 cm
 Refuerzo Requerido (t = 13cm), As = 0.26 cm²
 Refuerzo Requerido (t = 23cm), As = 0.46 cm²

Unidades de Arcilla y de Concret

$$V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha t \cdot L + 0.23 P_g$$

Fuente: Norma E.070 - Albañilería
 Elaboración: El autor (2021).

Diseño por resistencia – sismo severo

Se determinó con ayuda del software ETABS, la combinación de Sismo Severo XX Máx. y Sismo Severo YY Máx. filtradas por la base (bottom), en donde de la misma manera se diferenciaron por colores gris y azul claro respectivamente.

Tabla 47

Simo Severo XX Máx – Alternativa de edificación nueva

SISMO SEVERO EN DIRECCIÓN XX									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
PISO Nº 01	X1	Sismo Severo XX Max	Bottom	19322.78	23819.85	129.43	129.12	8.52	23713.98
PISO Nº 01	X2	Sismo Severo XX Max	Bottom	2893.94	18180.2	8.32	16.96	3.86	4966.93
PISO Nº 01	X3	Sismo Severo XX Max	Bottom	9740.92	13558.57	3.85	14.58	4.39	6545.71
PISO Nº 01	X4	Sismo Severo XX Max	Bottom	31637.6	11221.71	42.93	71.68	12.71	18585.2
PISO Nº 01	X5	Sismo Severo XX Max	Bottom	8820.56	8378.87	2.91	17.68	0.26	9688.24
PISO Nº 01	X6	Sismo Severo XX Max	Bottom	7695.04	10430.21	12.26	8.93	1.22	14643.92
PISO Nº 01	X7	Sismo Severo XX Max	Bottom	25087.11	18149.91	16.55	23.24	0.002402	20821.99
PISO Nº 01	X8	Sismo Severo XX Max	Bottom	6137.28	16210.62	5.02	22.58	1.92	5454.55
PISO Nº 01	X9	Sismo Severo XX Max	Bottom	7101.88	15571.4	6.92	11.15	7.09	8024.45
PISO Nº 01	X10	Sismo Severo XX Max	Bottom	19000.13	10139.46	33.68	74.61	17.79	9304.45
PISO Nº 01	Y1	Sismo Severo XX Max	Bottom	21029.05	1892.89	162.12	162.32	25.85	3362.32
PISO Nº 01	Y2	Sismo Severo XX Max	Bottom	3086.95	5914.39	19.87	102.27	5.5	6366.83
PISO Nº 01	Y3	Sismo Severo XX Max	Bottom	3914.31	999.86	14.62	64.79	10.34	819.72
PISO Nº 01	Y4	Sismo Severo XX Max	Bottom	19661.34	4254.27	141.04	142.6	39.04	3646.77
PISO Nº 01	Y5	Sismo Severo XX Max	Bottom	25893.37	21223.31	41.61	65.14	88.13	17372.63
PISO Nº 01	Y6	Sismo Severo XX Max	Bottom	6534.45	2100.24	28.72	77.46	13.73	2636.62
PISO Nº 01	Y7	Sismo Severo XX Max	Bottom	2280.89	2485.23	27.86	75.63	2.45	1975.46
PISO Nº 01	Y8	Sismo Severo XX Max	Bottom	30244.37	19577.45	164.64	133.56	106.59	15666.03

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 48

Simo Severo YY Máx – Alternativa de edificación nueva

SISMO SEVERO EN DIRECCIÓN YY									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
PISO Nº 01	X1	Sismo Severo YY Max	Bottom	98271.37	8385.38	47.04	55.33	65.4	12202.18
PISO Nº 01	X2	Sismo Severo YY Max	Bottom	65399.13	12495.04	27.36	43.21	81.81	2811.03
PISO Nº 01	X3	Sismo Severo YY Max	Bottom	49478.31	10554.62	24.09	12.55	51.43	4954.47
PISO Nº 01	X4	Sismo Severo YY Max	Bottom	35177.94	4418.42	59.62	53.88	18.13	14861.68
PISO Nº 01	X5	Sismo Severo YY Max	Bottom	28282.14	4890.72	7.78	31.01	10.93	5704.92
PISO Nº 01	X6	Sismo Severo YY Max	Bottom	2431.84	3569.51	21.7	83.95	1.67	5672.82
PISO Nº 01	X7	Sismo Severo YY Max	Bottom	11799	12781.69	112.71	39.67	0.03	22803.81
PISO Nº 01	X8	Sismo Severo YY Max	Bottom	34094.47	10182.91	56.99	48.21	39.38	14357.03
PISO Nº 01	X9	Sismo Severo YY Max	Bottom	54361.13	21996.39	6.7	123.37	56.53	5408.34
PISO Nº 01	X10	Sismo Severo YY Max	Bottom	48931.86	13996.21	37.34	93.53	35.25	11336.85
PISO Nº 01	Y1	Sismo Severo YY Max	Bottom	6816.62	6510.45	97.76	110.55	12.24	21918.83
PISO Nº 01	Y2	Sismo Severo YY Max	Bottom	27403.8	32829.98	14.94	239.65	8.58	86435.18
PISO Nº 01	Y3	Sismo Severo YY Max	Bottom	10007.21	18774.41	24.74	155.99	3.72	22287.43
PISO Nº 01	Y4	Sismo Severo YY Max	Bottom	15260.65	12764.63	201.61	280.67	34.02	25296.59
PISO Nº 01	Y5	Sismo Severo YY Max	Bottom	42894.95	26190.96	66.8	196.09	28.88	34600.05
PISO Nº 01	Y6	Sismo Severo YY Max	Bottom	3877.21	29376.01	40.58	130.76	5.07	51773.38
PISO Nº 01	Y7	Sismo Severo YY Max	Bottom	5363.87	6922.01	24.66	103.82	2.55	6502.11
PISO Nº 01	Y8	Sismo Severo YY Max	Bottom	53236.08	24176.27	186.18	366.44	58.31	31099.25

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 49

Diseño por resistencia – Sismo severo – Alternativa de edificación nueva

DISEÑO POR RESISTENCIA- SISMO SEVERO					NECESIDAD DE REFORZAR HORIZONTALMENTE - SISMO SEVERO					
Muro	VEi - X (Kg)	VEi - Y (Kg)	VEi (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$	$\frac{V_{m1}}{V_{e1}}$	$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$	V_u (Kg)	M_u (Kg-m)	Condición	Norma E.070 > 3 pisos todos reforzamiento
X1	23819.85	47.04	23819.85	RESISTENTE	2.24	2.24	26736.98	26618.13	REFORZAR	REFORZAR
X2	18180.20	27.36	18180.20	RESISTENTE	2.24	2.24	20361.04	5562.76	REFORZAR	REFORZAR
X3	13558.57	24.09	13558.57	RESISTENTE	2.22	2.22	15075.99	7278.29	NO REFORZAR	REFORZAR
X4	11221.71	59.62	11221.71	RESISTENTE	3.56	3.00	16832.55	27877.80	REFORZAR	REFORZAR
X5	8378.87	7.78	8378.87	RESISTENTE	3.69	3.00	12568.29	14532.36	REFORZAR	REFORZAR
X6	10430.21	21.70	10430.21	RESISTENTE	3.75	3.00	15645.30	21965.88	REFORZAR	REFORZAR
X7	18149.91	112.71	18149.91	RESISTENTE	2.86	2.86	25983.40	29808.77	REFORZAR	REFORZAR
X8	16210.62	56.99	16210.62	RESISTENTE	2.51	2.51	20334.27	6842.06	REFORZAR	REFORZAR
X9	15571.40	6.70	15571.40	RESISTENTE	1.96	2.00	17171.40	8024.46	REFORZAR	REFORZAR
X10	10139.46	37.34	10139.46	RESISTENTE	1.84	2.00	12739.46	9304.46	REFORZAR	REFORZAR
Y1	162.12	6510.45	6510.45	RESISTENTE	2.35	2.35	7662.84	25798.58	REFORZAR	REFORZAR
Y2	19.87	32829.98	32829.98	RESISTENTE	2.01	2.01	33958.38	86763.25	REFORZAR	REFORZAR
Y3	14.62	18774.41	18774.41	RESISTENTE	1.86	2.00	20774.42	22287.42	REFORZAR	REFORZAR
Y4	141.04	12764.63	12764.63	RESISTENTE	2.73	2.73	17430.37	34543.07	NO REFORZAR	REFORZAR
Y5	41.61	26190.96	26190.96	RESISTENTE	2.47	2.47	32403.99	42807.90	NO REFORZAR	REFORZAR
Y6	28.72	29376.01	29376.01	RESISTENTE	1.99	2.00	30376.02	51773.38	REFORZAR	REFORZAR
Y7	27.86	6922.01	6922.01	RESISTENTE	3.68	3.00	10383.03	9753.18	NO REFORZAR	REFORZAR
Y8	164.64	24176.27	24176.27	RESISTENTE	2.45	2.45	29615.26	38095.71	NO REFORZAR	REFORZAR

Fuente: Norma E.070 - Albañilería

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 50

Diseño en columnas de confinamiento extremo - Alternativa de edificación nueva

Muro	DISEÑO DE COLUMNAS DE CONFINAMIENTO EXTREMO																	AREA COLUMNA + RECUBRIMIENTO	
	M (Kg-m)	F (Kg)	Número de Columnas Nc	Long. Paño Mayor, Lm (m)	0.5 L (m)	Pc (Kg)	δ	As mínimo (cm ²)	Arreglo	Vc (Kg)	T (Kg)	C (Kg)	An (cm ²)	Acf (cm ²)	Amínima de confinamiento 15*t*100	Área requerida max(An, Acf, Amínima de confinamiento)	D (cm)	T = t + 2cm	Dreal = D + 4
X1	-8540.99	2083.17	2	4.10	2.05	11196.69	0.8	2.01	4Ø8mm	13368	-9113.5	13280	75.73	36.07	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X2	-21212.01	6526.77	2	3.25	1.63	7064.77	0.8	2.01	4Ø8mm	10181	-538	13592	78.84	27.47	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X3	-12546.64	5018.66	2	2.50	1.25	4159.77	0.8	2.01	4Ø8mm	7538	858.892	9178.4	34.70	20.34	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X4	1617.85	516.89	2	3.10	1.57	7587.16	0.8	2.01	4Ø8mm	9889.1	-7070.3	8104	23.95	26.68	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X5	-5799.80	2319.92	2	2.50	1.25	4998.30	0.8	2.01	4Ø8mm	7730.9	-2678.4	7318.2	16.09	20.86	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X6	-3771.38	1204.92	2	3.13	1.57	6723.08	0.8	2.01	4Ø8mm	9786	-5518.2	7928	22.19	26.41	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X7	-4359.39	1063.27	2	4.10	2.05	9558.47	0.8	2.01	4Ø8mm	12992	-8495.2	10622	49.13	35.06	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X8	-19897.50	6122.31	2	3.25	1.63	7006.57	0.8	2.01	4Ø8mm	10167	-884.26	13129	74.22	27.43	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X9	-14160.72	5664.29	3	4.27	1.25	5374.43	0.8	2.01	4Ø8mm	10806	289.857	11039	53.31	29.16	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
X10	-6080.45	3435.28	2	3.13	0.89	5175.00	0.8	2.01	4Ø8mm	10345	-1739.7	8610.3	29.01	27.91	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
Y1	15721.94	8734.41	2	1.80	0.90	5643.48	0.8	2.01	4Ø8mm	3831.4	3090.94	14378	86.71	10.34	195.00	195.00	15.00	15.00	19.00
Y2	42107.98	14130.19	2	2.98	1.49	13477.58	0.8	2.01	4Ø8mm	16979	652.618	27608	219.06	45.82	345.00	345.00	15.00	25.00	19.00
Y3	-3091.11	1717.28	2	1.80	0.90	5504.92	0.8	2.01	4Ø8mm	9649.6	-3787.6	7222.2	15.13	26.04	345.00	345.00	15.00	25.00	19.00
Y4	11622.13	6456.74	2	1.80	0.90	4785.42	0.8	2.01	4Ø8mm	8715.2	1671.32	11242	55.34	23.52	345.00	345.00	15.00	25.00	19.00
Y5	196.65	65.99	2	2.98	1.49	10098.46	0.8	2.01	4Ø8mm	16202	-10032	10164	44.56	43.72	345.00	345.00	15.00	25.00	19.00
Y6	12015.21	4337.62	2	2.77	1.39	9634.35	0.8	2.01	4Ø8mm	15117	-5296.7	13972	82.65	40.79	345.00	345.00	15.00	25.00	19.00
Y7	-7004.48	5837.07	2	1.20	0.60	3403.19	0.8	2.01	4Ø8mm	6371.7	2433.88	9240.3	35.31	17.19	345.00	345.00	15.00	25.00	19.00
Y8	-848.35	306.26	2	2.77	1.39	8288.50	0.8	2.01	4Ø8mm	14808	-7982.2	8594.8	28.86	39.96	345.00	345.00	15.00	25.00	19.00

Fuente: Norma E.070 - Albañilería

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 51

Diseño de estribos y refuerzo longitudinal - Alternativa de edificación nueva

		PRIMER INTENTO				CORRECCIÓN - 2DO INTENTO											
		DIMENSIONES COLUMNA		Diseño de Estribos y Refuerzo Longitudinal													
Muro	T (cm)	D (cm)	Ac (cm ²)	An (cm ²)	Condición Anucleo > Areq.	T (cm)	D (cm) INCREMENTADO	Ac (cm ²)	An (cm ²)	Condición Anucleo > Areq.	Asf (cm ²)	Ast (cm ²)	As mínimo requerido (cm ²)	As requerida mayor (cm ²)	As colocado	Arreglo	As real colocado
X1	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	4.68	2.55	1.88	7.23	7.23	4Ø 5/8"	8.00
X2	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	3.56	0.15	1.88	3.72	3.72	4Ø 1/2"	5.16
X3	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	2.64	0.24	1.88	2.88	2.88	4Ø 1/2"	5.16
X4	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	3.46	1.98	1.88	5.44	5.44	4Ø 1/2" + 2Ø 3/8"	6.58
X5	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	2.71	0.75	1.88	3.46	3.46	4Ø 1/2"	5.16
X6	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	3.43	1.55	1.88	4.97	4.97	4Ø 1/2"	5.16
X7	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	4.55	2.38	1.88	6.93	6.93	4Ø 5/8"	8.00
X8	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	3.56	0.25	1.88	3.81	3.81	4Ø 1/2"	5.16
X9	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	3.78	0.08	1.88	3.86	3.86	4Ø 1/2"	5.16
X10	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	3.62	0.49	1.88	4.11	4.11	4Ø 1/2"	5.16
Y1	15.00	20.00	300	176	NO CUMPLE	15.00	25.00	375	231	CUMPLE	1.34	0.87	1.88	2.21	2.21	4Ø 1/2"	5.16
Y2	25.00	20.00	500	336	NO CUMPLE	25.00	25.00	625	441	CUMPLE	5.95	0.18	3.13	6.13	6.13	4Ø 1/2" + 2Ø 3/8"	6.58
Y3	25.00	20.00	500	336	NO CUMPLE	25.00	25.00	625	441	CUMPLE	3.38	1.06	3.13	4.44	4.44	4Ø 1/2"	5.16
Y4	25.00	20.00	500	336	NO CUMPLE	25.00	25.00	625	441	CUMPLE	3.05	0.47	3.13	3.52	3.52	4Ø 1/2"	5.16
Y5	25.00	20.00	500	336	NO CUMPLE	25.00	25.00	625	441	CUMPLE	5.67	2.81	3.13	8.48	8.48	4Ø 1/2" + 2Ø 5/8"	9.16
Y6	25.00	20.00	500	336	NO CUMPLE	25.00	25.00	625	441	CUMPLE	5.29	1.48	3.13	6.78	6.78	4Ø 5/8"	8.00
Y7	25.00	20.00	500	336	NO CUMPLE	25.00	25.00	625	441	CUMPLE	2.23	0.68	3.13	2.91	3.13	4Ø 1/2"	5.16
Y8	25.00	20.00	500	336	NO CUMPLE	25.00	25.00	625	441	CUMPLE	5.18	2.24	3.13	7.42	7.42	4Ø 5/8"	8.00

Fuente: Norma E.070 - Albañilería

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 52

Diseño de estribos y refuerzo longitudinal - Alternativa de edificación nueva

ESTRIBAJE EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO											
									CONDICIÓN 45 CM O 1.5°D		
Muro	tn (cm)	S1 (cm)	S2 (cm)	S3 (cm)	S4 (cm)	S colocado	CONDICIÓN	CONDICIÓN S colocado	1.5°D	CONDICIÓN	ARREGLO
X1	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X2	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X3	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X4	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X5	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X6	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X7	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X8	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X9	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
X10	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
Y1	11.00	9.77	15.23	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
Y2	21.00	7.65	7.98	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
Y3	21.00	7.65	7.98	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
Y4	21.00	7.65	7.98	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
Y5	21.00	7.65	7.98	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
Y6	21.00	7.65	7.98	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
Y7	21.00	7.65	7.98	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E
Y8	21.00	7.65	7.98	5.50	10.00	5.50	CUMPLE	5.00	33.00	45.00	Ø8mm", 1@5cm, 4@10cm, rto@25cm C/E

Fuente: Norma E.070 - Albañilería

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 53

Diseño de vigas soleras - Alternativa de edificación nueva

Diseño de Vigas Soleras							
Muro	Ts (Kg)	As-requerida (cm²)	As mínimo	As colocado	ARREGLO	As real colocado	ESTRIBOS
X1	13368.49	3.54	1.28	3.54	4Ø 1/2"	5.16	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X2	10180.52	2.69	1.28	2.69	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X3	7538.00	1.99	1.28	1.99	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X4	9889.07	2.62	1.28	2.62	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X5	7730.86	2.05	1.28	2.05	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X6	9786.03	2.59	1.28	2.59	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X7	12991.70	3.44	1.28	3.44	4Ø 1/2"	5.16	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X8	10167.14	2.69	1.28	2.69	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X9	14407.71	3.81	1.28	3.81	4Ø 1/2"	5.16	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
X10	10344.52	2.74	1.28	2.74	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
Y1	3831.42	1.01	1.28	1.28	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
Y2	16979.19	4.49	2.13	4.49	4Ø 1/2"	5.16	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
Y3	9649.63	2.55	2.13	2.55	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
Y4	8715.19	2.31	2.13	2.31	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
Y5	16202.00	4.29	2.13	4.29	4Ø 1/2"	5.16	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
Y6	15117.17	4.00	2.13	4.00	4Ø 1/2"	5.16	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
Y7	6371.73	1.69	2.13	2.13	4Ø 3/8"	2.84	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E
Y8	14807.63	3.92	2.13	3.92	4Ø 1/2"	5.16	Ø8mm, 1@5cm. 4@10cm, rto@25cm C/E

Fuente: Norma E.070 - Albañilería

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 54

Análisis Estático y Análisis Dinámico – Alternativa de edificación nueva

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO VS ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO																					
COEFICIENTES	Z	0.45	LIMA																		
	U	1.00	VIVIENDA ("C")																		
	S	1.05	S2 - SUELOS INTERMEDIOS																		
	C (x)	2.50																			
	C (y)	2.50																			
	Rd (x)	3.00	ALBAÑILERÍA																		
	Rd (y)	2.25	ALBAÑILERÍA - TORSIÓN																		
	T (x)	0.194																			
	T (y)	0.303																			
	TP	0.60																			
TI	2.00																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>PESO TOTAL EDIFICACIÓN</th> <th>CORTANTE ESTÁTICO</th> <th>CORTANTE DINÁMICO</th> <th>FACTOR SÍSMICO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EJE X-X</td> <td>518.8025</td> <td>204.2784844</td> <td>133.922</td> <td>1.220283355</td> <td>REGULAR (80%)</td> </tr> <tr> <td>EJE Y-Y</td> <td>518.8025</td> <td>272.3713125</td> <td>179.7863</td> <td>1.363476311</td> <td>IRREGULAR (90%)</td> </tr> </tbody> </table>					PESO TOTAL EDIFICACIÓN	CORTANTE ESTÁTICO	CORTANTE DINÁMICO	FACTOR SÍSMICO		EJE X-X	518.8025	204.2784844	133.922	1.220283355	REGULAR (80%)	EJE Y-Y	518.8025	272.3713125	179.7863	1.363476311	IRREGULAR (90%)
	PESO TOTAL EDIFICACIÓN	CORTANTE ESTÁTICO	CORTANTE DINÁMICO	FACTOR SÍSMICO																	
EJE X-X	518.8025	204.2784844	133.922	1.220283355	REGULAR (80%)																
EJE Y-Y	518.8025	272.3713125	179.7863	1.363476311	IRREGULAR (90%)																
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">SISMO SEVERO</th> <th>SISMO MODERADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vx (diseño) =</td> <td>163.423</td> <td>163.423</td> <td>163.425</td> </tr> <tr> <td>Vy (diseño) =</td> <td>245.134</td> <td>245.134</td> <td>245.139</td> </tr> </tbody> </table>					SISMO SEVERO		SISMO MODERADO	Vx (diseño) =	163.423	163.423	163.425	Vy (diseño) =	245.134	245.134	245.139						
	SISMO SEVERO		SISMO MODERADO																		
Vx (diseño) =	163.423	163.423	163.425																		
Vy (diseño) =	245.134	245.134	245.139																		
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Vx</td> <td>0.394</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vy</td> <td>0.525</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cx / Rx > 0.11</td> <td>0.833</td> <td>CUMPLE</td> </tr> <tr> <td>Cy / Ry > 0.11</td> <td>1.111</td> <td>CUMPLE</td> </tr> </tbody> </table>				Vx	0.394		Vy	0.525		Cx / Rx > 0.11	0.833	CUMPLE	Cy / Ry > 0.11	1.111	CUMPLE						
Vx	0.394																				
Vy	0.525																				
Cx / Rx > 0.11	0.833	CUMPLE																			
Cy / Ry > 0.11	1.111	CUMPLE																			

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 55

Cortante Dinámica Base – Alternativa de edificación nueva

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
PISO Nº 05	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	36.55	8.54	238.09	24.76	100.57
PISO Nº 05	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	11.04	55.29	406.15	151.53	30.54
PISO Nº 04	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	74.74	17.81	490.51	75.10	307.10
PISO Nº 04	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	22.53	107.48	804.43	447.88	92.95
PISO Nº 03	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	103.22	24.16	671.72	142.49	590.74
PISO Nº 03	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	31.02	143.80	1081.65	841.35	178.29
PISO Nº 02	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	123.10	28.23	793.13	220.41	927.05
PISO Nº 02	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	37.06	167.79	1265.18	1296.96	279.34
PISO Nº 01	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	133.92	30.28	855.44	303.60	1292.48
PISO Nº 01	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	40.38	179.79	1358.59	1784.91	389.33

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 56

Sismo Severo – Alternativa de edificación nueva

SISMO SEVERO								
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
PISO N° 05	Sismo Severo XX Max	Bottom	0	44.60	10.42	290.54	30.22	122.73
PISO N° 05	Sismo Severo YY Max	Bottom	0	15.06	75.39	553.79	206.60	41.64
PISO N° 04	Sismo Severo XX Max	Bottom	0	91.20	21.73	598.57	91.65	374.76
PISO N° 04	Sismo Severo YY Max	Bottom	0	30.72	146.55	1096.84	610.69	126.74
PISO N° 03	Sismo Severo XX Max	Bottom	0	125.95	29.48	819.71	173.89	720.88
PISO N° 03	Sismo Severo YY Max	Bottom	0	42.30	196.07	1474.83	1147.18	243.10
PISO N° 02	Sismo Severo XX Max	Bottom	0	150.21	34.45	967.86	268.97	1131.28
PISO N° 02	Sismo Severo YY Max	Bottom	0	50.53	228.78	1725.07	1768.41	380.87
PISO N° 01	Sismo Severo XX Max	Bottom	0	163.43	36.95	1043.89	370.48	1577.22
PISO N° 01	Sismo Severo YY Max	Bottom	0	55.05	245.14	1852.44	2433.73	530.85

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Diseño de cimentación – alternativa de edificación nueva

Para determinar un correcto diseño de la cimentación para la alternativa de edificación nueva, bajo el sistema de albañilería confinada, se empleó el software SAFE, exportando el modelado de ETABS a dicho programa con la finalidad de tener todas las cargas modeladas y asignadas a la base de la cimentación.

Tabla 57

Carga Muerta “PD” – Alternativa de edificación nueva

CARGA MUERTA - PD								
Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
X1	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-21566.90	-946.23	69.33	-57.05	5.89	-2645.50
X2	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-13656.26	672.23	18.61	-11.77	5.55	-987.45
X3	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-8113.44	766.28	10.83	1.22	2.63	-33.00
X4	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-14672.82	441.79	23.84	-5.24	2.03	-1016.56
X5	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-9583.04	84.89	9.61	-4.02	0.54	76.54
X6	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-12901.45	-18.81	-3.23	5.90	-0.01	-1122.65
X7	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-18310.40	-1108.08	-45.90	8.37	-0.01	-872.45
X8	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-13445.11	13.27	-20.34	11.49	-2.49	-257.54
X9	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-14533.70	248.48	-15.11	8.28	-3.70	-1003.83
X10	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-10024.23	701.87	-14.83	-10.21	-2.94	120.69
Y1	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-9817.43	1285.57	26.01	26.00	1.22	445.59
Y2	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-15798.61	1174.81	-21.42	30.23	-0.73	-930.54
Y3	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-10655.24	-26.49	-10.34	-10.83	-0.56	-19.93
Y4	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-9369.20	114.05	-40.61	-33.36	-3.93	105.05
Y5	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-17613.27	1212.20	-92.20	-17.18	-15.54	1079.45
Y6	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-15508.55	-141.95	25.62	45.25	2.78	69.53
Y7	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-6580.57	36.22	-4.61	-3.29	-0.24	10.96
Y8	CARGA MUERTA = PD	Bottom	-16092.76	-1367.04	-81.56	-7.47	-15.43	-14.21

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 58

Carga Viva “PL” – Alternativa de edificación nueva

CARGA VIVA - PL								
Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
X1	CARGA VIVA = PL	Bottom	-3305.92	-200.53	14.75	-13.05	1.19	-567.95
X2	CARGA VIVA = PL	Bottom	-1893.13	115.02	2.12	-2.84	0.99	-247.12
X3	CARGA VIVA = PL	Bottom	-824.34	108.70	0.40	-0.28	0.35	-65.25
X4	CARGA VIVA = PL	Bottom	-2006.02	70.40	5.72	-8.74	0.26	-261.35
X5	CARGA VIVA = PL	Bottom	-1654.25	0.27	1.94	1.84	0.05	15.10
X6	CARGA VIVA = PL	Bottom	-2178.80	81.37	-0.78	1.94	0.00	-356.18
X7	CARGA VIVA = PL	Bottom	-3226.18	-214.73	-21.23	3.57	0.00	-205.94
X8	CARGA VIVA = PL	Bottom	-2272.10	6.10	-6.51	10.27	-0.50	-55.36
X9	CARGA VIVA = PL	Bottom	-1958.35	77.44	-2.20	1.27	-0.73	-302.22
X10	CARGA VIVA = PL	Bottom	-1303.02	121.83	-0.47	-0.89	-0.45	-31.69
Y1	CARGA VIVA = PL	Bottom	-1878.10	280.30	4.90	5.09	0.15	74.45
Y2	CARGA VIVA = PL	Bottom	-3826.13	388.79	-5.15	6.12	-0.13	-494.00
Y3	CARGA VIVA = PL	Bottom	-1418.40	33.38	-2.68	-0.34	-0.24	-37.94
Y4	CARGA VIVA = PL	Bottom	-806.55	27.59	-4.62	-2.87	-0.43	-1.38
Y5	CARGA VIVA = PL	Bottom	-2134.61	181.73	-14.28	2.40	-2.98	84.25
Y6	CARGA VIVA = PL	Bottom	-2840.56	-150.44	4.41	8.93	0.57	-10.23
Y7	CARGA VIVA = PL	Bottom	-903.24	-24.59	-1.49	-2.33	-0.09	-10.73
Y8	CARGA VIVA = PL	Bottom	-1936.91	-204.50	-13.52	-5.49	-3.05	27.05

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 59

Pre-dimensionamiento de cimiento corrido – Alternativa de edificación nueva

PREDIMENSIONAMIENTO									
CAPACIDAD PORTANTE O ADMISIBLE (EMS) =		1.603	kg/cm ²						
$\sigma_{actuante} \leq \sigma_{terreno}$									
MUROS	LONGITUD L (m)	ESPESOR t (m)	CARGA MUERTA PD = P / L (kg/m)	CARGA VIVA PL = P / L (kg/m)	B (cm)	B final a usar (cm)	B a usar por ahora (cm)	B final a usar (cm)	CONDICIÓN
X1	4.10	0.13	5260.22	806.32	37.84	40.00	40.00	80.00	CUMPLE
X2	3.25	0.13	4201.93	582.50	29.84	40.00	40.00	60.00	CUMPLE
X3	2.50	0.13	3245.38	329.74	22.30	40.00	40.00	60.00	CUMPLE
X4	3.13	0.13	4687.80	640.90	33.24	40.00	40.00	60.00	CUMPLE
X5	2.50	0.13	3833.22	661.70	28.04	40.00	40.00	60.00	CUMPLE
X6	3.13	0.13	4121.87	696.10	30.05	40.00	40.00	60.00	CUMPLE
X7	4.10	0.13	4465.95	786.87	32.76	40.00	40.00	70.00	CUMPLE
X8	3.25	0.13	4136.96	699.11	30.16	40.00	40.00	70.00	CUMPLE
X9	2.50	0.13	5813.48	783.34	41.15	41.15	40.00	70.00	CUMPLE
X10	1.77	0.13	5663.41	736.17	39.92	40.00	40.00	70.00	CUMPLE
Y1	1.80	0.13	5454.13	1043.39	40.53	40.53	40.00	80.00	CUMPLE
Y2	2.98	0.23	5301.55	1283.94	41.08	41.08	50.00	60.00	CUMPLE
Y3	1.80	0.23	5919.58	788.00	41.84	41.84	50.00	60.00	CUMPLE
Y4	1.80	0.23	5205.11	448.08	35.26	40.00	50.00	60.00	CUMPLE
Y5	2.98	0.23	5910.49	716.31	41.33	41.33	50.00	80.00	CUMPLE
Y6	2.77	0.23	5598.75	1025.47	41.32	41.32	50.00	60.00	CUMPLE
Y7	1.20	0.23	5483.81	752.70	38.90	40.00	50.00	60.00	CUMPLE
Y8	2.77	0.23	5809.66	699.25	40.60	40.60	50.00	80.00	CUMPLE

y	0.018
y'	0.01934
c	0.29
sen(37.4°)	0.607
tag(37.4°)	0.765
B	0.6
Df	1.3
L	1
ángulo	37.4
Nc	57.831
Nq	45.215
Ny	70.667
Sc	1.469
Sq	1.459
Sy	0.76
dc	1.867
dq	1.511
dy	1
qu	48.097
qad	1.603

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Para el modelado de la cimentación de la alternativa de una edificación nueva, se realizó con el software SAFE, se le asignó una altura de $h = 0.70$ m. y con un material de concreto ciclópeo $F'c = 100$ kg/cm².

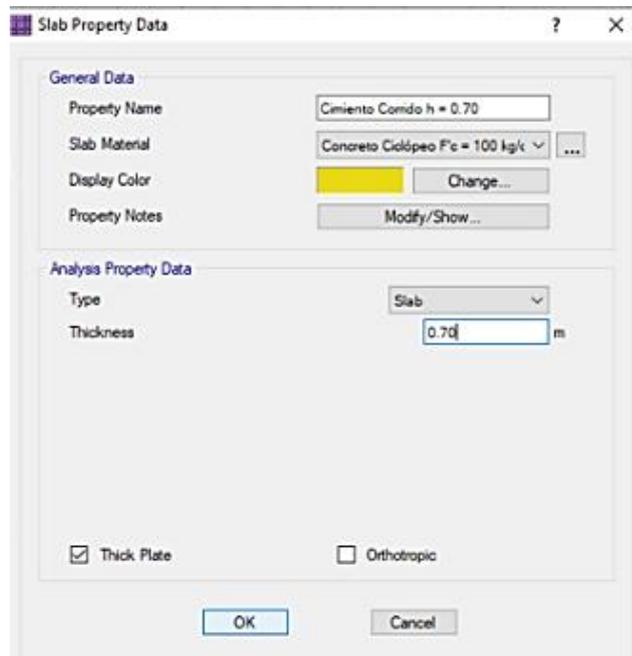


Figura 124. Asignación de sección para cimiento corrido – Alternativa de edificación nueva.

Fuente: SAFE

Elaboración: El autor (2021).

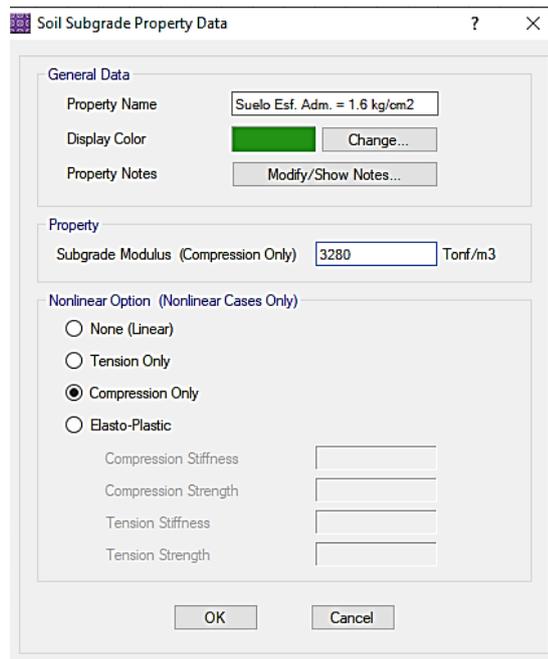


Figura 125. Asignación de esfuerzo admisible del suelo – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: SAFE
Elaboración: El autor (2021).

Se realizó un modelamiento en el software SAFE, este modelamiento se realizó exportando el modelado anteriormente diseñado ETABS de la alternativa de edificación nueva, ya que fue necesario determinar las cargas de toda la edificación y que se vean replicadas en la cimentación.

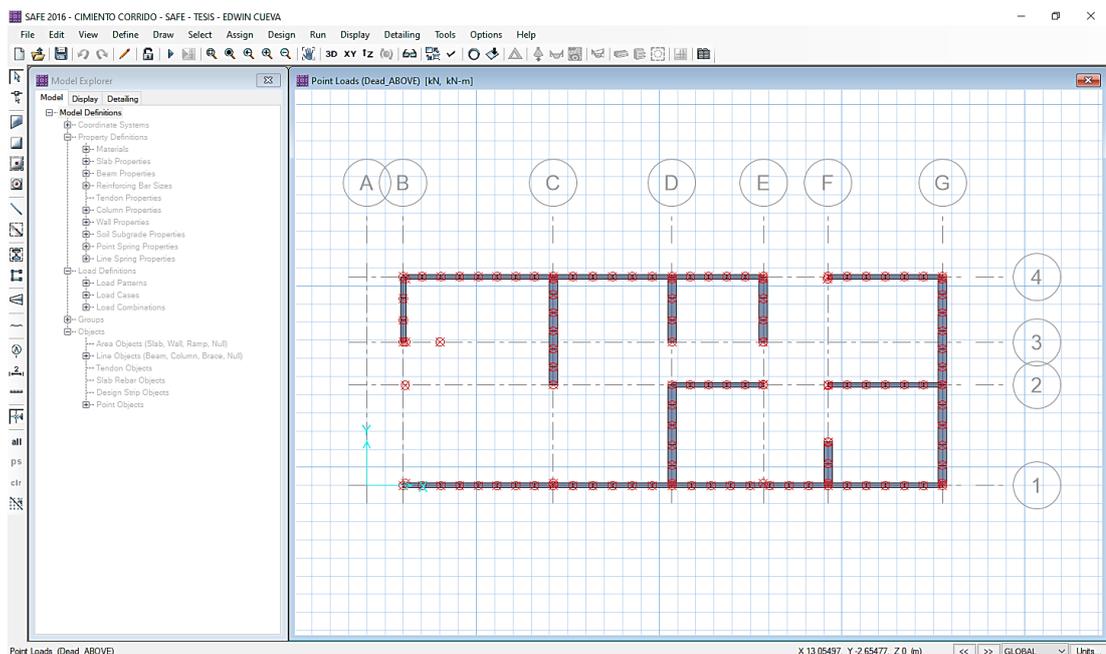


Figura 126. Importación del modelado en ETABS a SAFE – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: SAFE
Elaboración: El autor (2021).

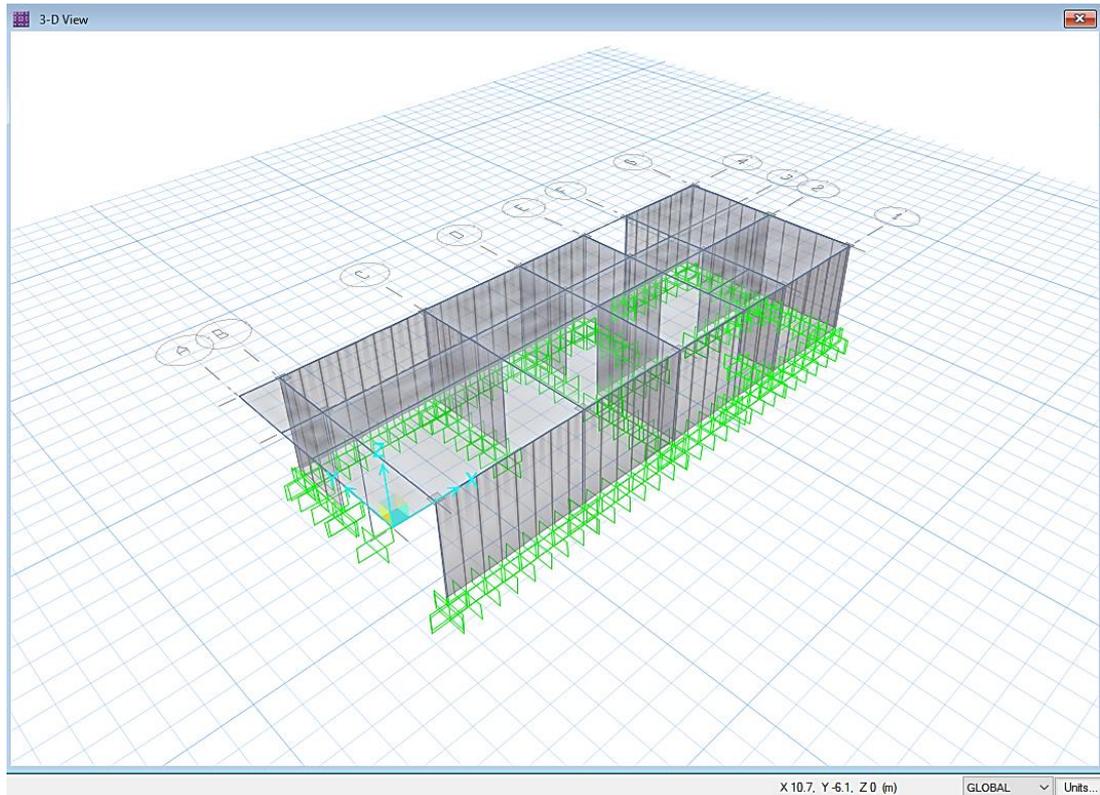


Figura 127. Modelado en SAFE – Alternativa de edificación nueva.

Fuente: SAFE

Elaboración: El autor (2021).

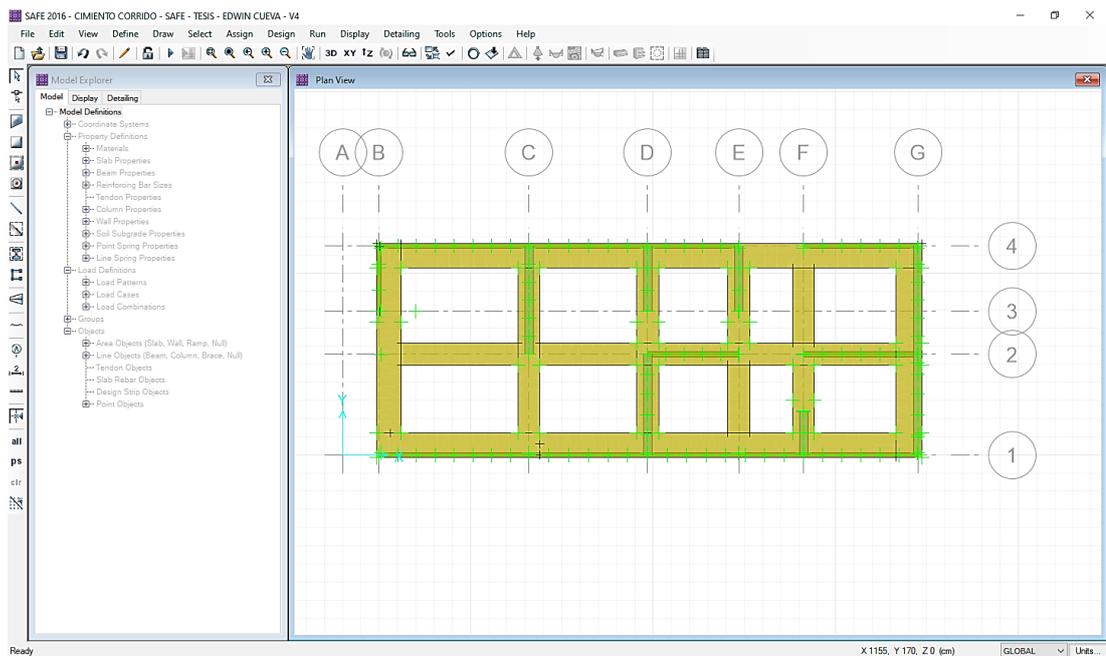


Figura 128. Diseño de cimiento corrido – Alternativa de edificación nueva.

Fuente: SAFE

Elaboración: El autor (2021).

Luego de elaborar el pre-dimensionamiento se colocó una carga de servicio, correspondiente $SERVICIO\ 01 = PD + PL$. y en cuya siguiente gráfica se puede distinguir las diferentes capacidades portantes del suelo al someter las cargas.

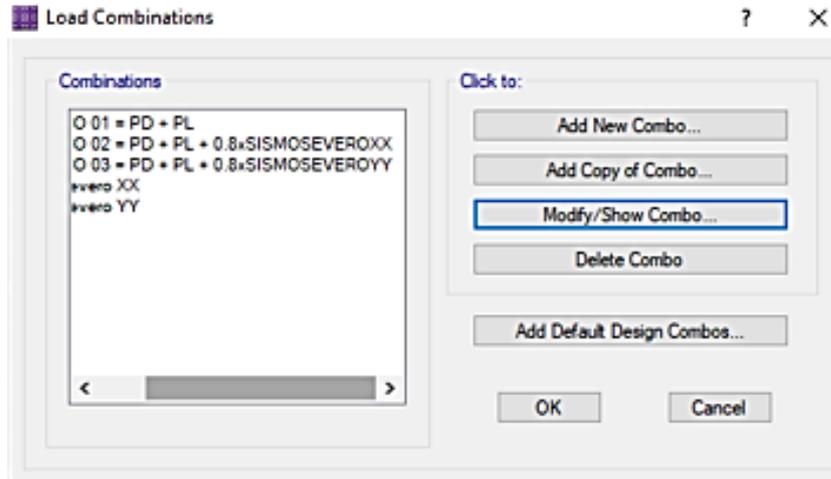


Figura 129. Combinaciones para cimentación – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: SAFE
Elaboración: El autor (2021).

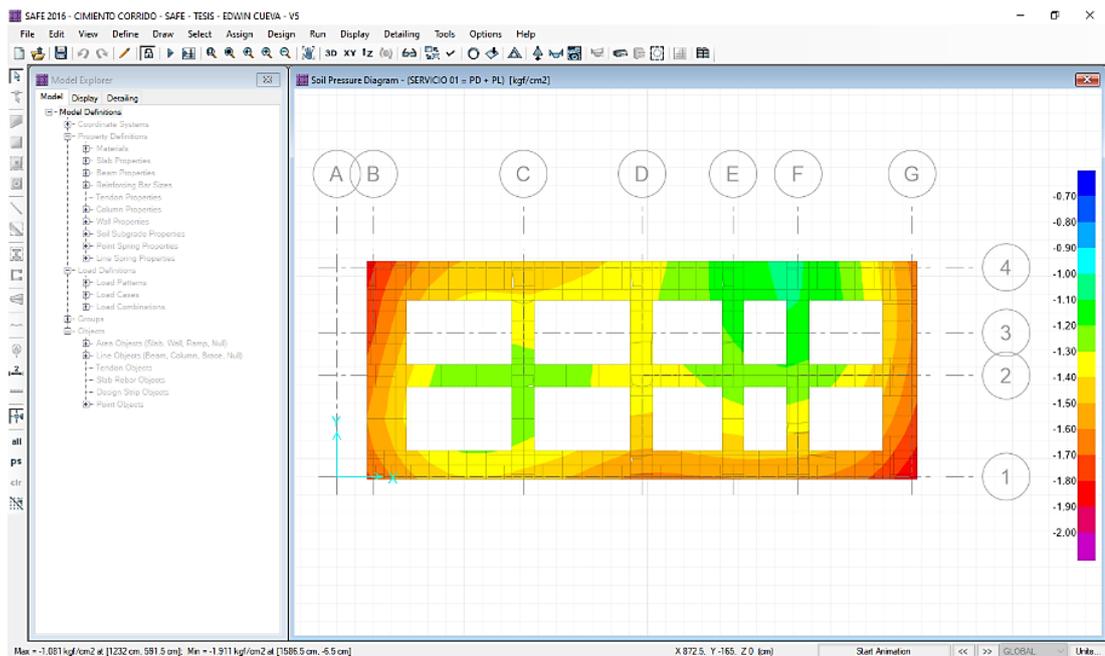


Figura 130. Carga de servicio “PD + PL” – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: SAFE
Elaboración: El autor (2021).

Estas cargas al someter el peso total de la edificación distribuida en la cimentación, ejerce una fuerza y a su vez presenta una deformación al suelo, en la siguiente gráfica se puede visualizar que la máxima deformación que presenta el suelo es de hasta -8.00 mm, siendo según la norma una deformación considerable 25 mm, es decir, la deformación que presenta la cimentación al suelo es menor a lo permitido por la norma, lo cual garantiza el suelo de fundación.

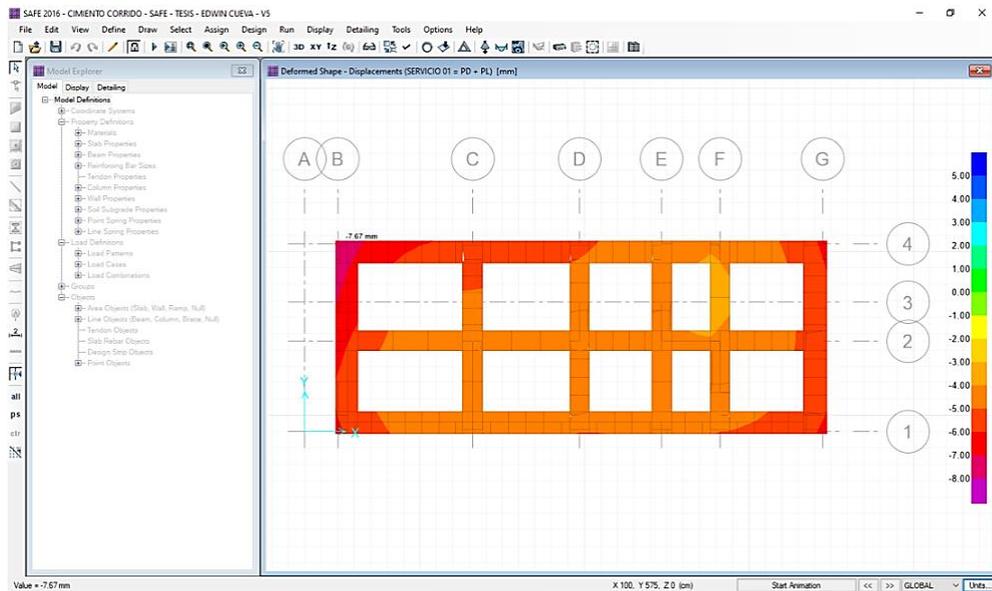


Figura 131. Deformaciones del cimiento corrido – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: SAFE
Elaboración: El autor (2021).

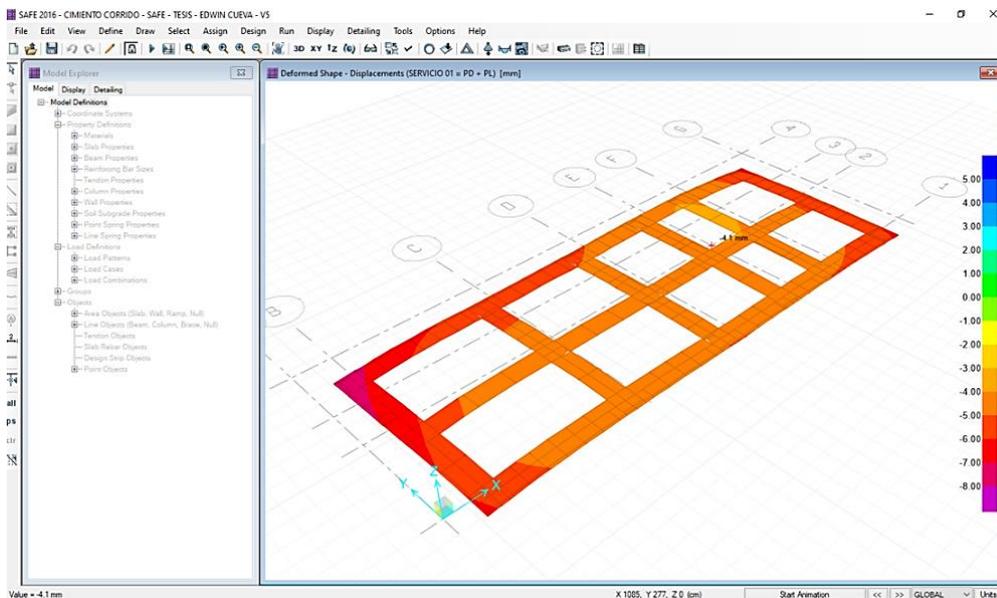


Figura 132. Deformaciones – desplazamiento en 3D – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: SAFE
Elaboración: El autor (2021).

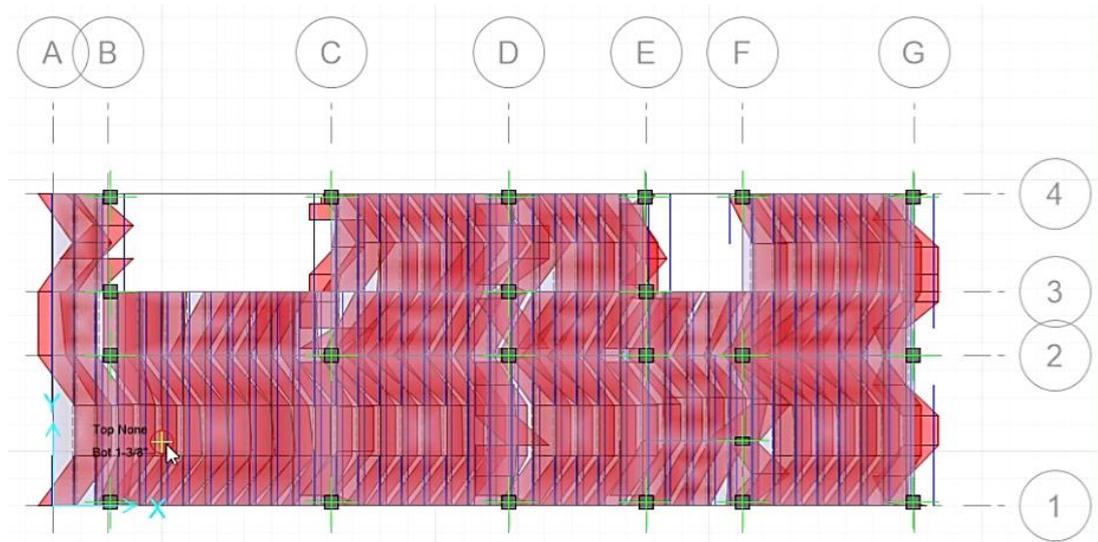


Figura 133. Refuerzo de losa aligerada – Paño B-C – Alternativa de edificación nueva.
 Fuente: SAFE.
 Elaboración: El autor (2021).

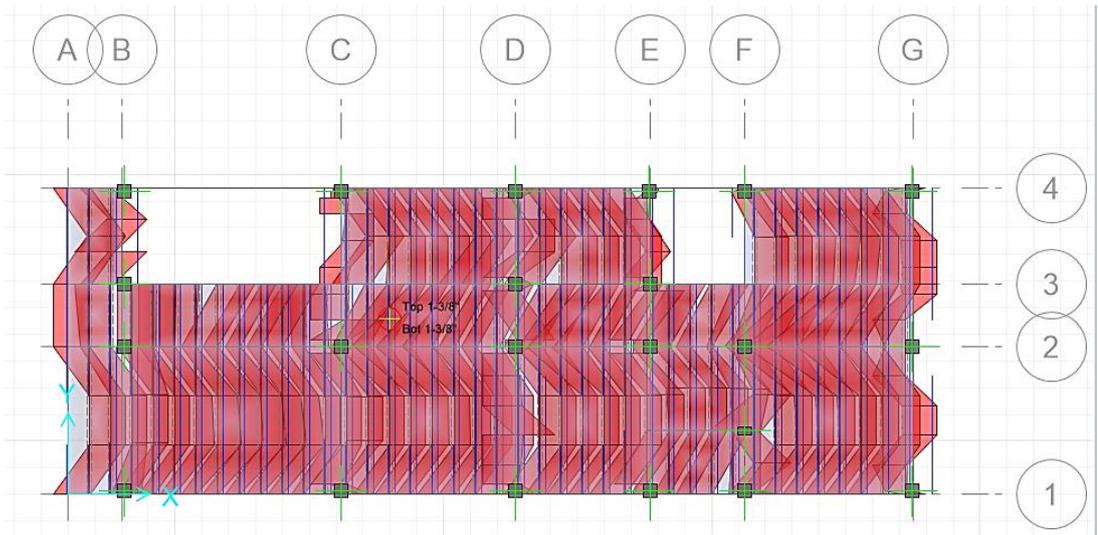


Figura 134. Refuerzo de losa aligerada – Paño C-D – Alternativa de edificación nueva.
 Fuente: SAFE.
 Elaboración: El autor (2021).

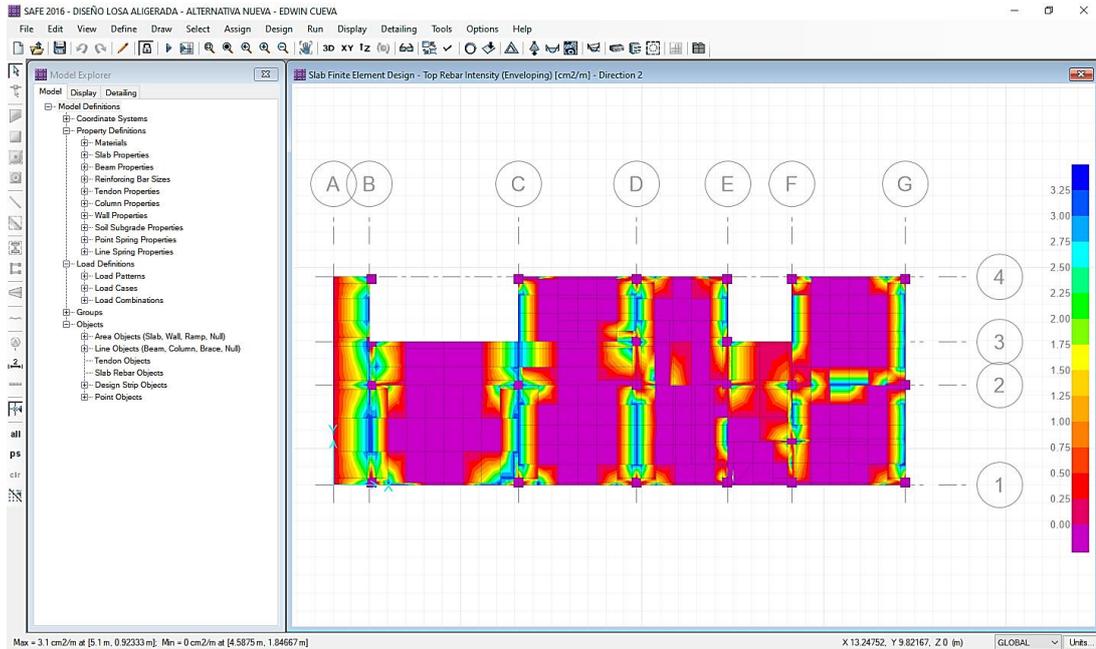


Figura 135. Método de los elementos finitos – Top Face - Losa aligerada – Alternativa de edificación nueva.

Fuente: SAFE.

Elaboración: El autor (2021).

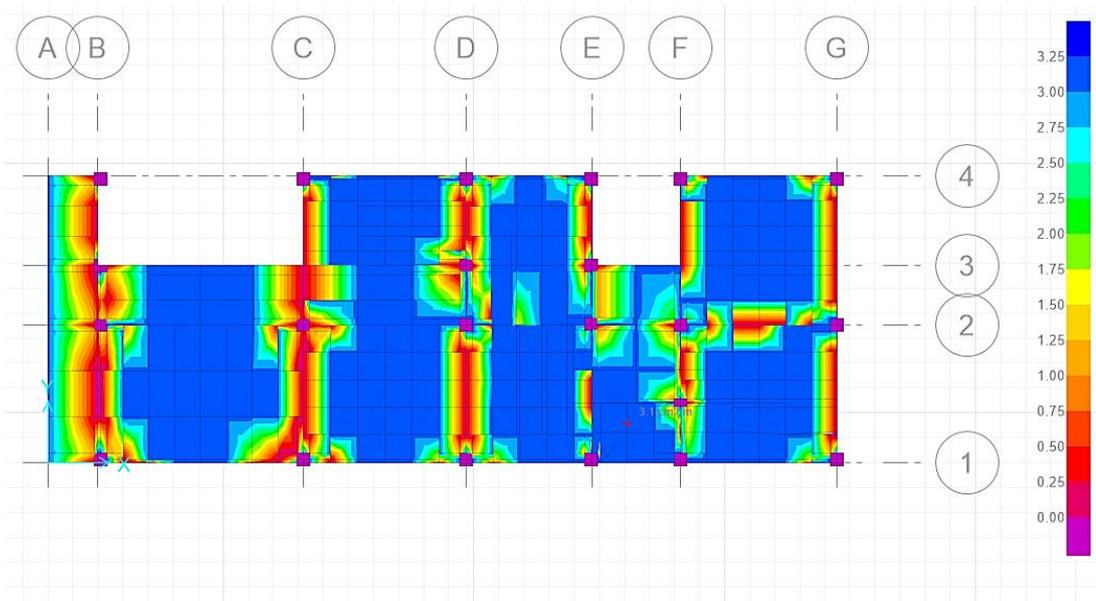


Figura 136. Método de los elementos finitos – Bottom Face - Losa aligerada – Alternativa de edificación nueva.

Fuente: SAFE.

Elaboración: El autor (2021).

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados del análisis de la vivienda existente

5.1.1. Modos y periodos resultantes

Como resultado del análisis modal, se mostraron los nueve modos de vibración de la edificación existente, teniendo en el primer modo de vibración $T_y = 0.696$ seg., un segundo modo de 0.551 seg. y un tercer modo $T_x = 0.464$ seg. Los periodos anteriormente mencionados superan por completo al periodo de 0.300 seg. que debería de dar como máximo en una edificación de tres niveles existentes.

Tabla 60

Modos de vibrar de la vivienda multifamiliar existente de tres niveles

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1 - TY	0.696	0.0434	0.611	0.3214
Modal	2	0.551	0.2985	0.325	0.3415
Modal	3 - TX	0.464	0.6082	0.0358	0.3091
Modal	4	0.199	0.0022	0.0171	0.0066
Modal	5	0.167	0.02	0.0075	0.0055
Modal	6	0.148	0.022	0.002	0.0139
Modal	7	0.118	0.0002	0.0011	0.0004
Modal	8	0.099	0.0017	0.0003	2.00E-04
Modal	9	0.092	0.0012	0.0001	0.0007

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 61

Periodos de vibración de la estructura existente.

EJE	T (seg)
DIRECCIÓN X	0.464
DIRECCIÓN Y	0.696

Elaboración: El autor (2021).

MODO 1 – (T = 0.696)

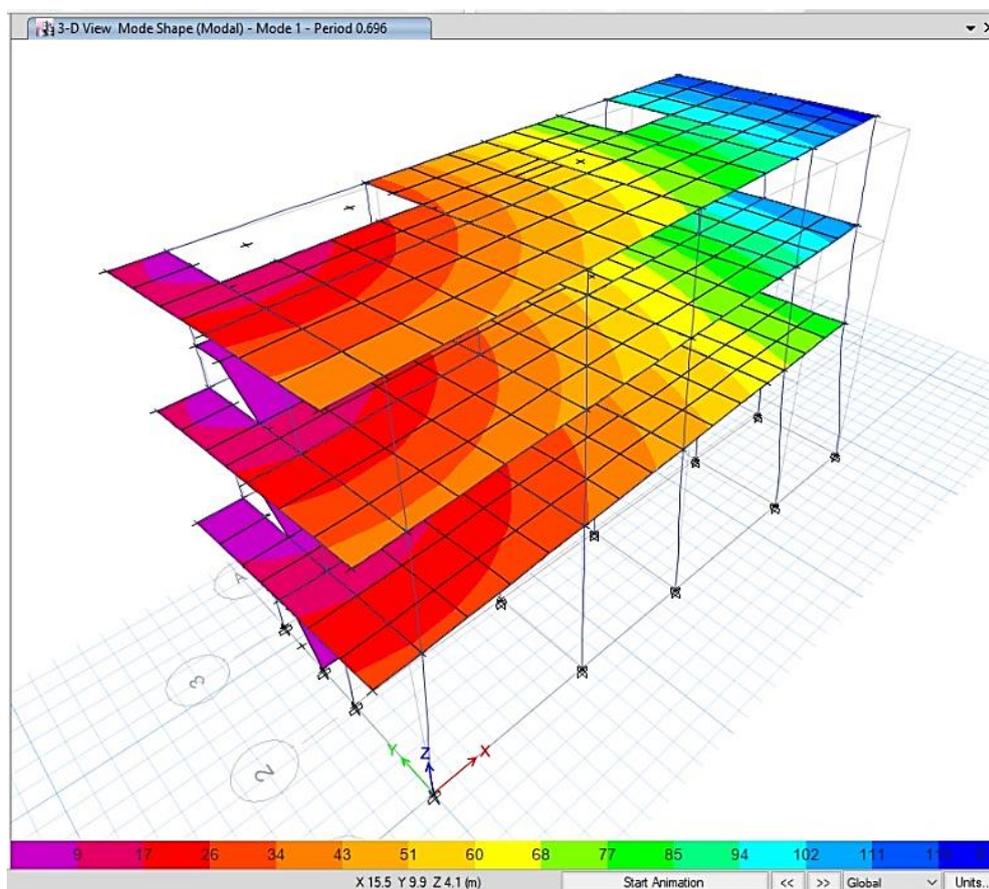


Figura 137. Modo de vibrar 1 – Vivienda existente.

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

MODO 2 – (T = 0.551)

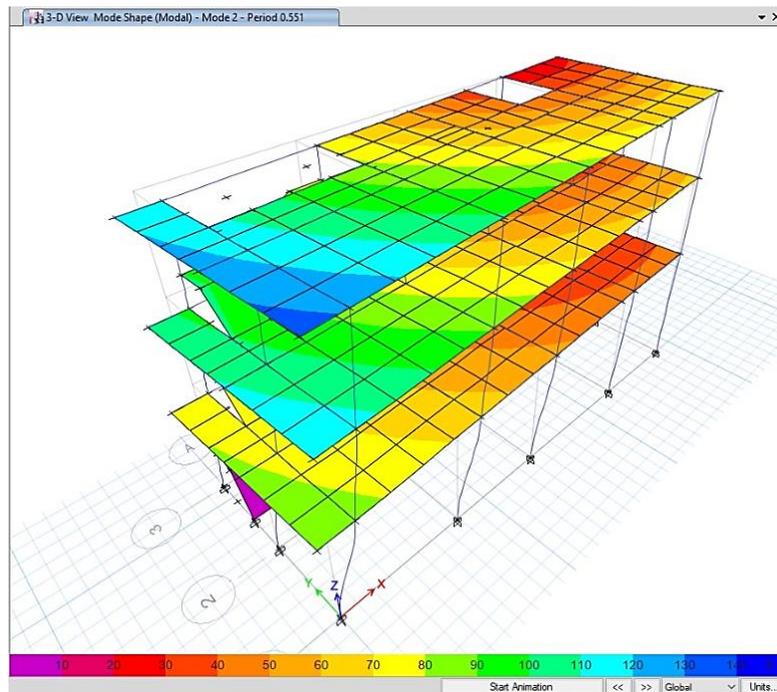


Figura 138. Modo de vibrar 2 – Vivienda existente.

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

MODO 3 – (T = 0.464)

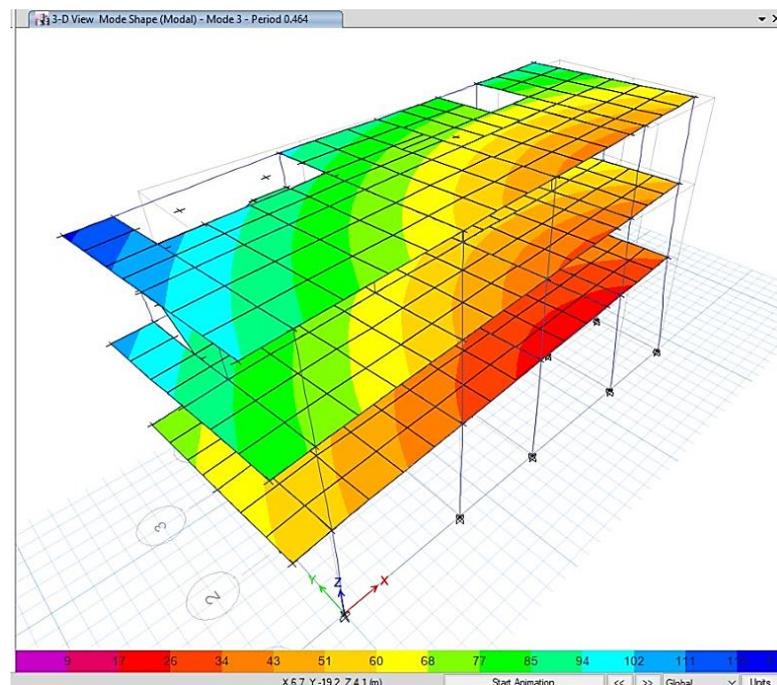


Figura 139. Modo de vibrar 3 – Vivienda existente.

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

5.1.2. Control de desplazamientos laterales

Para la vivienda existente, se tuvieron resultados de la deriva del sismo estático en dirección XX, en donde el primer piso no cumple, debido a que su deriva es 0.00721 y excede a lo estipulado por la norma que no debe de pasarse de 0.007, en cambio en el segundo y tercer si cumple porque está por debajo de la norma, en cambio la deriva del sismo estático en dirección YY, no cumple ni el primer piso ni segundo piso debido a que presentan derivas de 0.01556 y 0.01084 respectivamente.

Tabla 62

Desplazamientos laterales – Sismo estático – XX-YY – Vivienda existente

ANÁLISIS ESTÁTICO									
SISMO ESTÁTICO DIRECCIÓN X-X									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.007
					m	m	m		
PISO N° 03	SISMO ESTÁTICO XX	X	0.00066	22	-1	0	9.7	0.00396	CUMPLE
PISO N° 02	SISMO ESTÁTICO XX	X	0.001071	22	-1	0	6.9	0.00643	CUMPLE
PISO N° 01	SISMO ESTÁTICO XX	X	0.001201	15	14.75	0	4.1	0.00721	NO CUMPLE

SISMO ESTÁTICO DIRECCIÓN Y-Y									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.007
					m	m	m		
PISO N° 03	SISMO ESTÁTICO YY	Y	0.001028	15	14.75	0	9.7	0.00617	CUMPLE
PISO N° 02	SISMO ESTÁTICO YY	Y	0.001806	7	14.75	2.77	6.9	0.01084	NO CUMPLE
PISO N° 01	SISMO ESTÁTICO YY	Y	0.002594	15	14.75	0	4.1	0.01556	NO CUMPLE

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

Para la deriva del sismo dinámico en dirección XX, en donde el primer piso no cumple, debido a que su deriva es 0.00787 y excede a lo estipulado por la norma que no debe de pasarse de 0.007, en cambio en el segundo y tercer si cumple porque está por debajo de la norma; por otro lado, la deriva del sismo dinámico en dirección YY, no cumple ni el primer piso ni segundo piso debido a que presentan derivas de 0.02156 y 0.01109 respectivamente.

Estos resultados dan como indicio a que la estructura existente no está correctamente diseñada o no está cumpliendo con las condiciones mínimas estipuladas por la Norma E.030, es por eso que se opta por un reforzamiento estructural de manera tal que, al reforzar la vivienda existente con muros de corte, ésta modificada estructura cumpla con las derivas establecidas por la Norma E.030.

Tabla 63

Desplazamientos laterales – Sismo dinámico – XX-YY – Vivienda existente

ANÁLISIS DINÁMICO									
SISMO DINÁMICO DIRECCIÓN X-X									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.007
					m	m	m		
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO XX Max	X	0.000461	20	-1	5.75	9.7	0.00277	CUMPLE
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO XX Max	X	0.000918	20	-1	5.75	6.9	0.00551	CUMPLE
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO XX Max	X	0.001312	15	14.75	0	4.1	0.00787	NO CUMPLE

SISMO DINÁMICO DIRECCIÓN Y-Y									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.007
					m	m	m		
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO YY Max	Y	0.000815	15	14.75	0	9.7	0.00489	CUMPLE
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO YY Max	Y	0.001848	7	14.75	2.77	6.9	0.01109	NO CUMPLE
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO YY Max	Y	0.003593	15	14.75	0	4.1	0.02156	NO CUMPLE

Elaboración: El autor (2021).

5.1.3. Distribución de la fuerza cortante de entrepiso

Una vez realizado el análisis sísmico estático y el cálculo del peso total de la edificación, se obtuvo las fuerzas cortantes por cada nivel.

En la Figura 140. se muestra la fuerza cortante sísmico estático en la dirección X, de la vivienda existente, esta fuerza resultante de la operación de los factores de reducción Z, U, C, S, Ro, dio como resultado una fuerza $V_x = 51.05$ Ton, dicha misma fuerza fue dividida en los tres niveles existentes, dando una fuerza de 7.27 Ton (Primer nivel), 17.67 Ton (Segundo nivel) y 26.11 Ton (Tercer nivel).

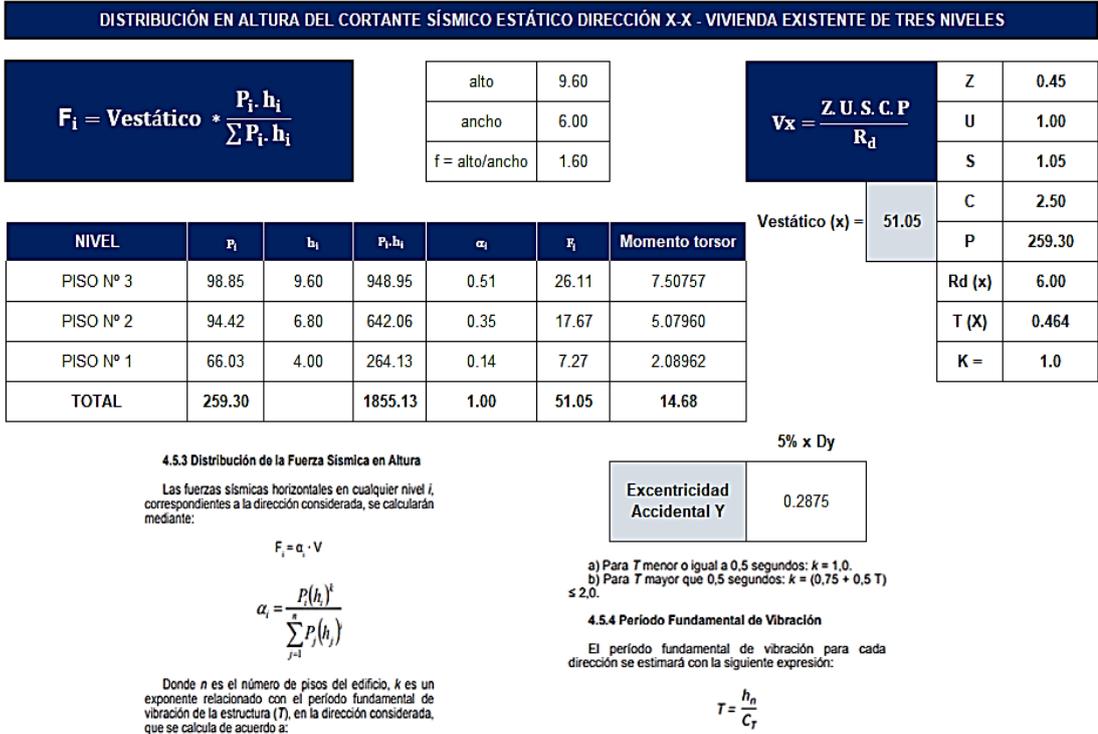


Figura 140. Cortante sísmico estático XX – Vivienda existente
Elaboración: El autor (2021).

En la Figura 141, se muestra las fuerzas cortantes distribuidas según la masa de entrepiso, esta fuerza es proporcional al peso de la edificación y a la altura de entrepiso de cada nivel de la edificación.

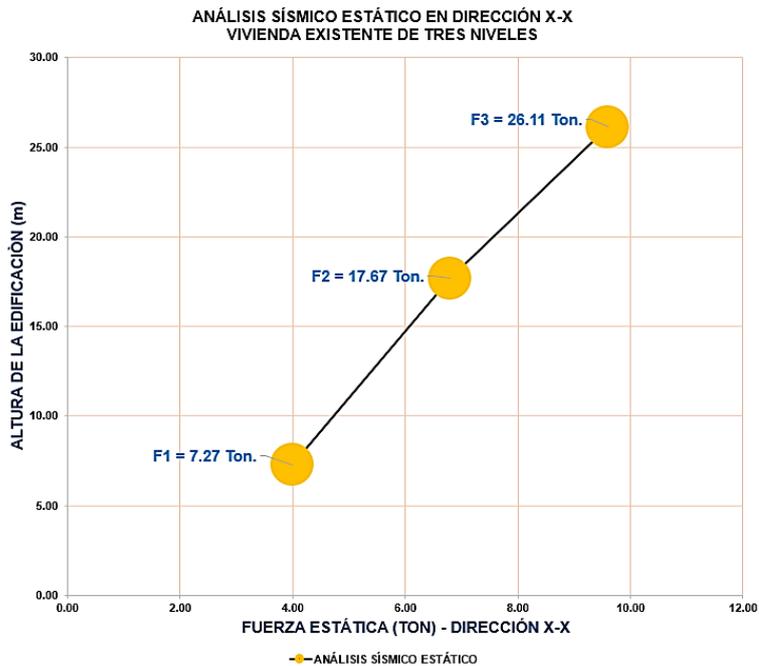


Figura 141. Distribución en altura del cortante sísmico estático XX – Vivienda existente
Elaboración: El autor (2021).

En la Figura 142. se muestra la fuerza cortante sísmico estático en la dirección Y, de la vivienda existente, esta fuerza resultante de la operación de los factores de reducción Z, U, C, S, Ro, dio como resultado una fuerza $V_y = 51.05$ Ton, dicha misma fuerza fue dividida en los tres niveles existentes, dando una fuerza de 7.27 Ton (Primer nivel), 17.67 Ton (Segundo nivel) y 26.11 Ton (Tercer nivel).

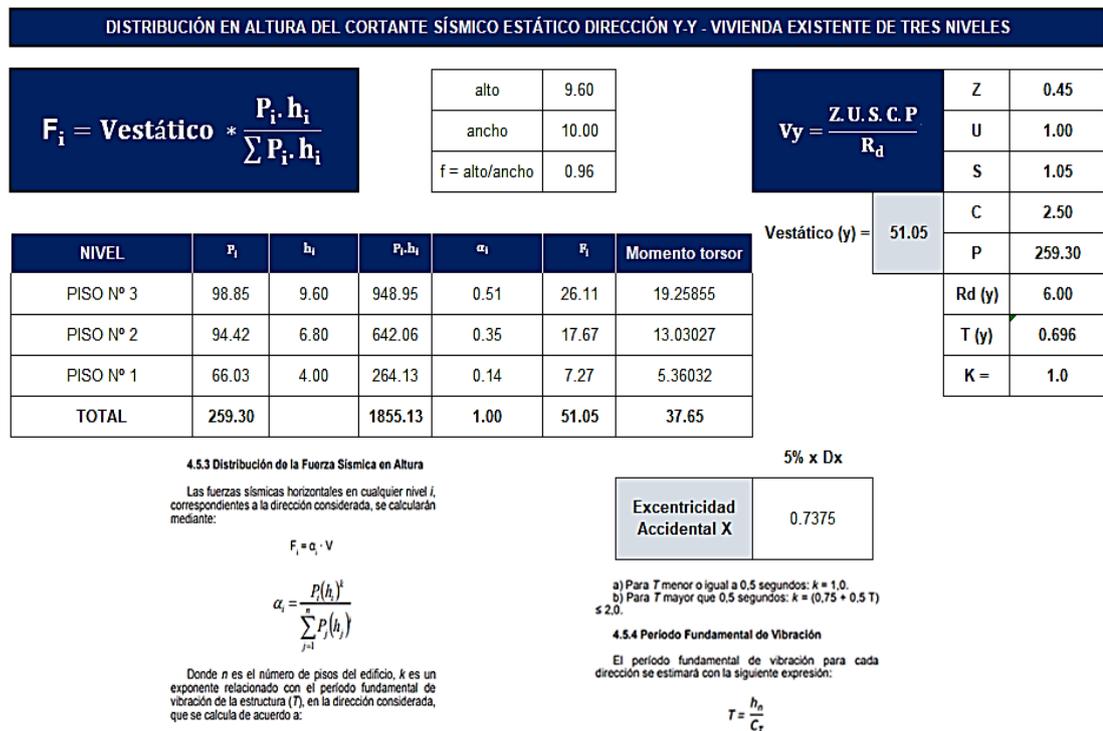


Figura 142. Cortante sísmico estático YY – Vivienda existente
Elaboración: El autor (2021).

En la Figura 143, se muestra las fuerzas cortantes distribuidas según la masa de entrepiso, esta fuerza es proporcional al peso de la edificación y a la altura de entrepiso de cada nivel de la edificación.

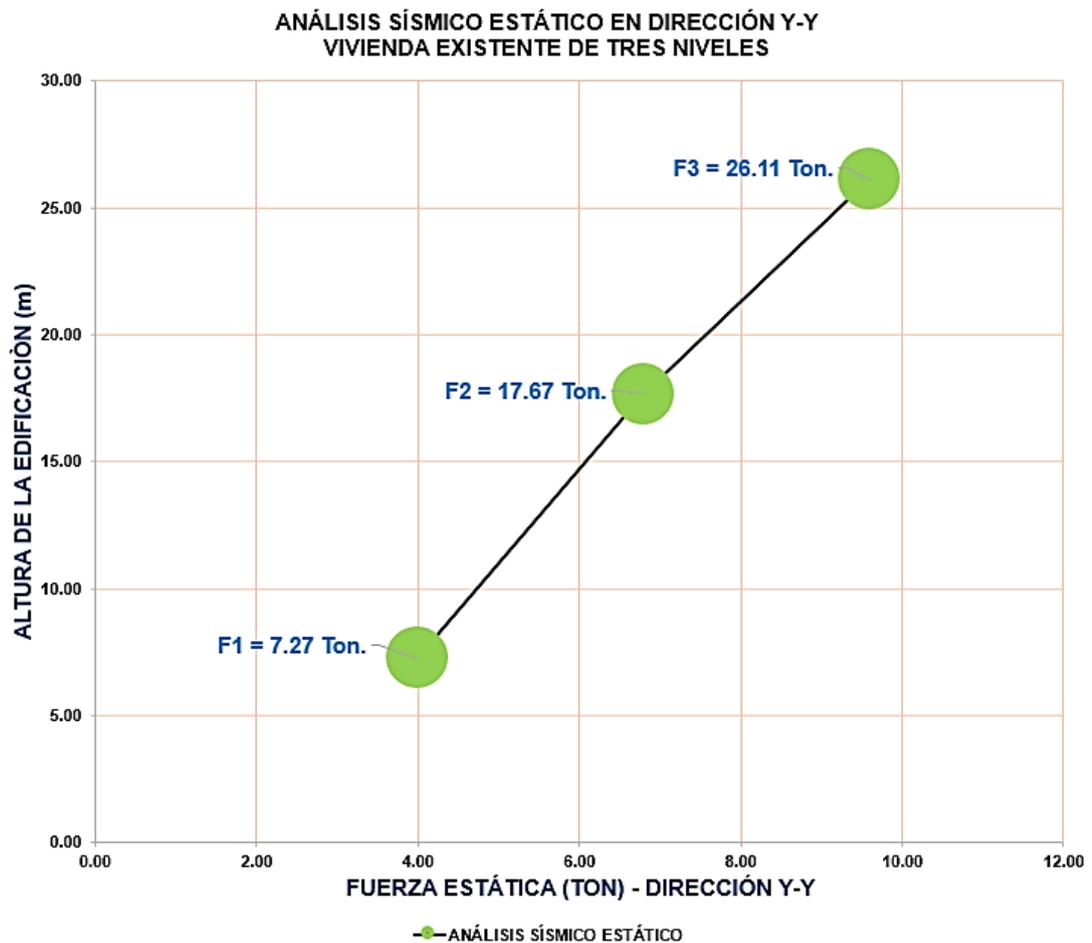


Figura 143. Distribución en altura del cortante sísmico estático YY – Vivienda existente
Elaboración: El autor (2021).

5.2. Resultados del análisis de la alternativa de ampliación de niveles

5.2.1. Modos y periodos resultantes

Como resultado del análisis modal, se muestran los periodos de vibración y el porcentaje de masa participativa para los 15 modos de vibración de la estructura para la alternativa de ampliación de niveles, se asignaron los 15 modos de vibración debido a que en cada nivel de una edificación presenta tres grados de libertad, es por eso por lo que con la alternativa de ampliación se tendrá 5 niveles por tres grados da un total de quince modos de vibración.

Tabla 64

Modos de vibrar – Alternativa de ampliación de niveles

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1 - TX	0.304	0.7493	0.0227	0.0013
Modal	2 - TY	0.281	0.0093	0.3746	0.3682
Modal	3	0.154	0.0183	0.3559	0.3721
Modal	4	0.078	0.1538	0.0011	0.0136
Modal	5	0.067	0.0128	0.0946	0.0693
Modal	6	0.037	0.0339	0.0006	0.0025
Modal	7	0.034	0.0028	0.0893	0.1161
Modal	8	0.027	0.0042	0.027	0.0175
Modal	9	0.024	0.0091	0.0003	0.0009
Modal	10	0.019	0.0012	0.0005	0.0001
Modal	11	0.018	0.0012	0.0003	0.0003
Modal	12	0.016	0.0008	0.0118	0.0241
Modal	13	0.016	0.0004	0.0128	0.003
Modal	14	0.015	0.0001	0.0001	0
Modal	15	0.014	0.0001	1.04E-05	0.0002

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 65

Periodos de vibración – Alternativa de ampliación de niveles

EJE	T (seg)
DIRECCIÓN X	0.304
DIRECCIÓN Y	0.281

Elaboración: El autor (2021).

MODO 1 – (T = 0.304)

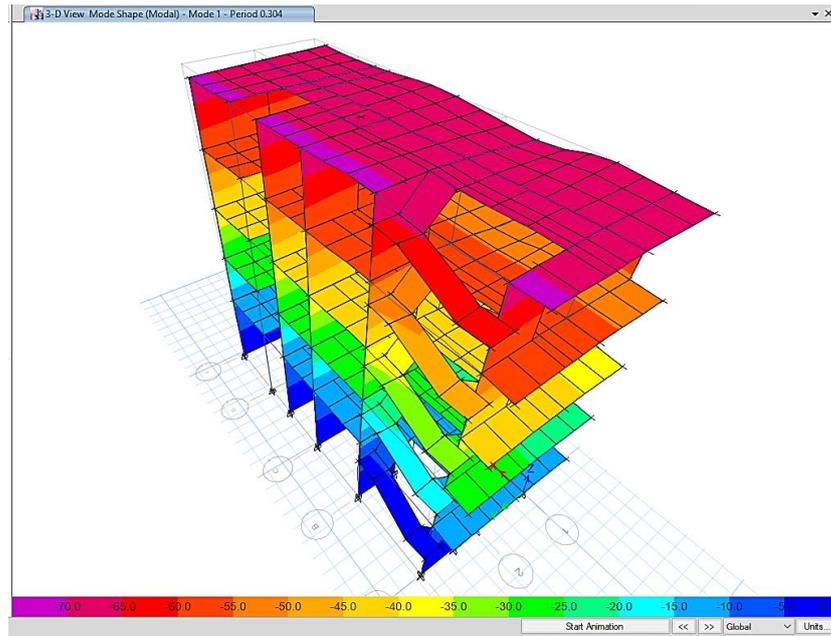


Figura 144. Modo de vibrar 1 – Alternativa de ampliación de niveles.
Fuente: ETABS
Elaboración: El autor (2021).

MODO 2 – (T = 0.281)

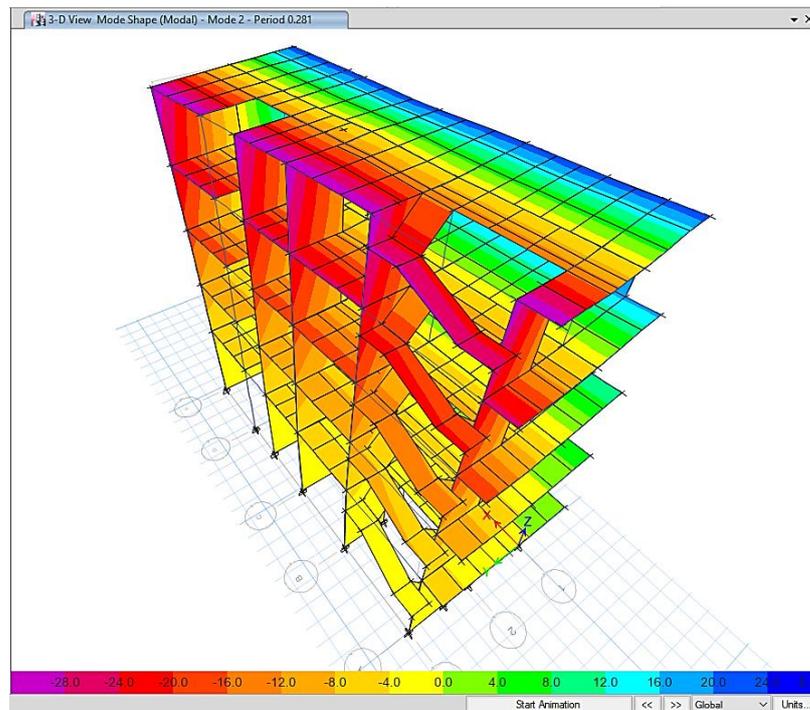


Figura 145. Modo de vibrar 2 – Alternativa de ampliación de niveles.
Fuente: ETABS
Elaboración: El autor (2021).

MODO 3 – (T = 0.154)

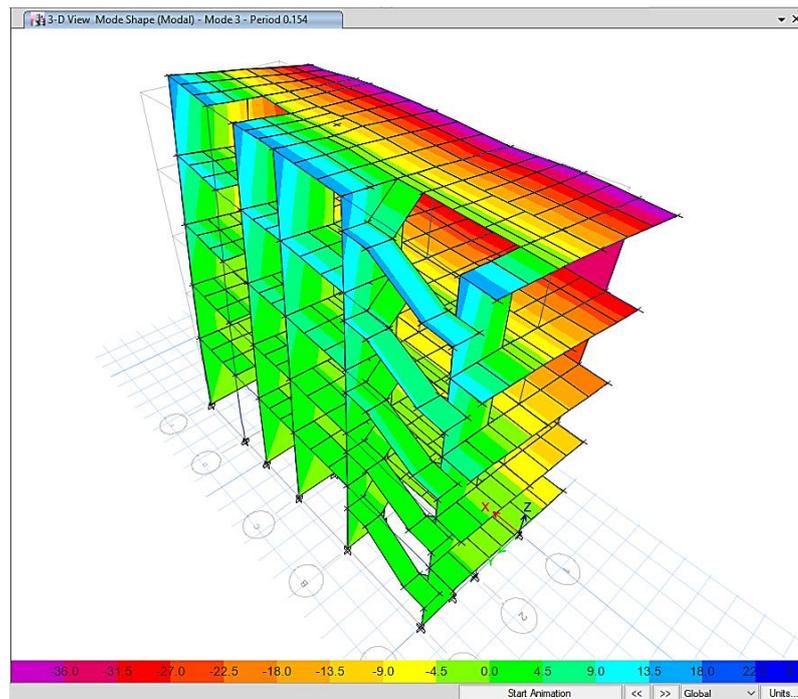


Figura 146. Modo de vibrar 3 – Alternativa de ampliación de niveles.

Fuente: ETABS

Elaboración: El autor (2021).

5.2.2. Control de desplazamientos laterales

Para la alternativa de ampliación de niveles, al ser reforzadas con muros de concreto armado, estos elementos proporcionaron rigidez a la edificación y conjuntamente al ser ampliada, el software ETABS, dio resultados positivos debido a que las derivas tanto del sismo estático como dinámico en el eje X-X e Y-Y arrojaron derivas por debajo de la norma, lo cual es un gran indicio a que la estructura se encuentra correctamente modelada y diseñada.

Tabla 66

Desplazamientos laterales – Sismo estático – XX – YY - Alternativa de ampliación de niveles

ANÁLISIS ESTÁTICO									
SISMO ESTÁTICO DIRECCIÓN X-X									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.007
					m	m	m		
PISO Nº 05	SISMO ESTÁTICO XX	X	0.000447	4	11.62	5.75	15.3	0.00235	CUMPLE
PISO Nº 04	SISMO ESTÁTICO XX	X	0.00049	4	11.62	5.75	12.5	0.00257	CUMPLE
PISO Nº 03	SISMO ESTÁTICO XX	X	0.000497	34	9.82	5.75	9.7	0.00261	CUMPLE
PISO Nº 02	SISMO ESTÁTICO XX	X	0.000449	34	9.82	5.75	6.9	0.00236	CUMPLE
PISO Nº 01	SISMO ESTÁTICO XX	X	0.000237	34	9.82	5.75	4.1	0.00124	CUMPLE

SISMO ESTÁTICO DIRECCIÓN Y-Y									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.007
					m	m	m		
PISO Nº 05	SISMO ESTÁTICO YY	Y	0.000464	22	-1	0	15.3	0.00244	CUMPLE
PISO Nº 04	SISMO ESTÁTICO YY	Y	0.000479	22	-1	0	12.5	0.00251	CUMPLE
PISO Nº 03	SISMO ESTÁTICO YY	Y	0.000464	22	-1	0	9.7	0.00244	CUMPLE
PISO Nº 02	SISMO ESTÁTICO YY	Y	0.000407	22	-1	0	6.9	0.00214	CUMPLE
PISO Nº 01	SISMO ESTÁTICO YY	Y	0.000185	31	0	4.045	4.1	0.00097	CUMPLE

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 67

Desplazamientos laterales – Sismo dinámico – XX – YY - Alternativa de ampliación de niveles

ANÁLISIS DINÁMICO									
SISMO DINÁMICO DIRECCIÓN X-X									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.007
					m	m	m		
PISO Nº 05	SISMO DINÁMICO XX Max	X	0.000399	4	11.62	5.75	15.3	0.00209	CUMPLE
PISO Nº 04	SISMO DINÁMICO XX Max	X	0.000437	4	11.62	5.75	12.5	0.00229	CUMPLE
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO XX Max	X	0.000447	34	9.82	5.75	9.7	0.00235	CUMPLE
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO XX Max	X	0.000411	34	9.82	5.75	6.9	0.00216	CUMPLE
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO XX Max	X	0.000224	34	9.82	5.75	4.1	0.00118	CUMPLE

SISMO DINÁMICO DIRECCIÓN Y-Y									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.007
					m	m	m		
PISO Nº 05	SISMO DINÁMICO YY Max	Y	0.000511	22	-1	0	15.3	0.00268	CUMPLE
PISO Nº 04	SISMO DINÁMICO YY Max	Y	0.000525	22	-1	0	12.5	0.00276	CUMPLE
PISO Nº 03	SISMO DINÁMICO YY Max	Y	0.000508	22	-1	0	9.7	0.00267	CUMPLE
PISO Nº 02	SISMO DINÁMICO YY Max	Y	0.000447	22	-1	0	6.9	0.00235	CUMPLE
PISO Nº 01	SISMO DINÁMICO YY Max	Y	0.000202	31	0	4.045	4.1	0.00106	CUMPLE

Elaboración: El autor (2021).

5.2.3. Distribución de la fuerza cortante de entrepiso

Una vez realizado el análisis sísmico estático y el cálculo del peso total de la edificación, se obtuvo las fuerzas cortantes por cada nivel.

En la Figura 147. se muestra la fuerza cortante sísmico estático en la dirección X, de la alternativa de ampliación de niveles, esta fuerza resultante de la operación de los factores de reducción Z, U, C, S, Ro, dio como resultado una fuerza $V_x = 113.12$ Ton, dicha misma fuerza fue dividida en los tres niveles existentes y los dos niveles proyectados, es decir, un total de cinco niveles, dando una fuerza de 11.62 Ton (Primer nivel), 16.72 Ton (Segundo nivel), 23.71 Ton (Tercer nivel), 29.85 Ton (Cuarto nivel) y 31.23 Ton (Quinto nivel).

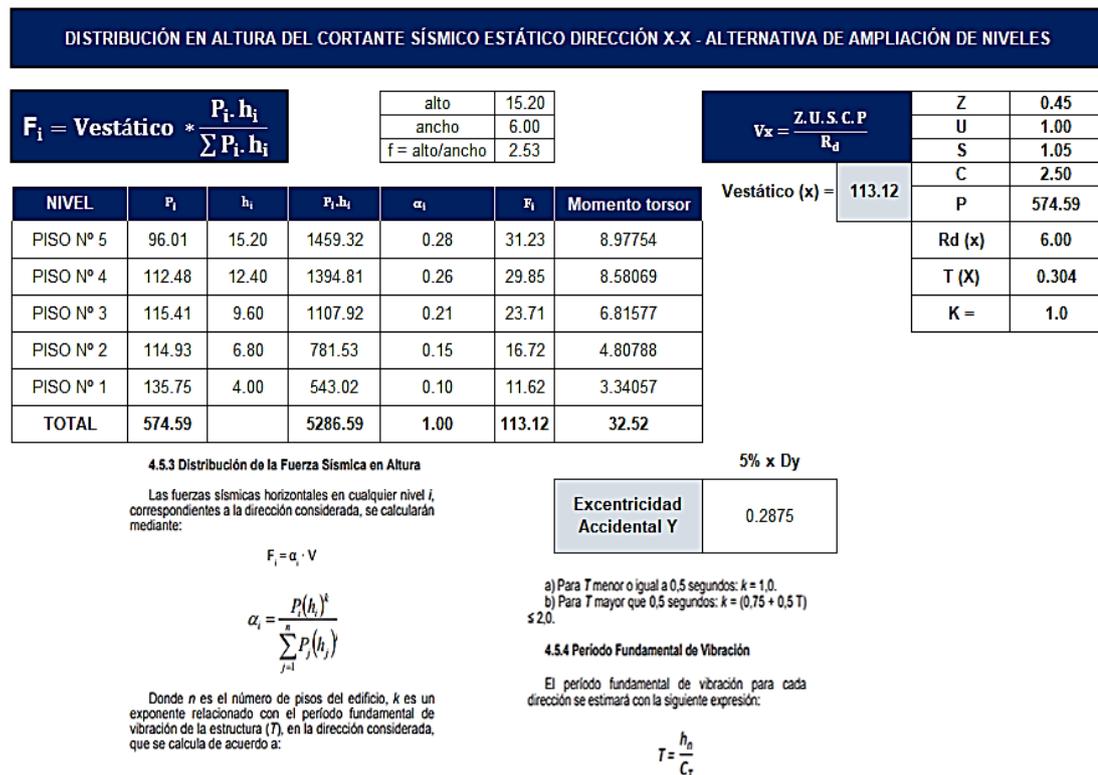


Figura 147. Cortante sísmico estático XX – Alternativa de ampliación de niveles
Elaboración: El autor (2021).

En la Figura 148, se muestra las fuerzas cortantes distribuidas según la masa de entrepiso, esta fuerza es proporcional al peso de la edificación y a la altura de entrepiso de cada nivel de la edificación.

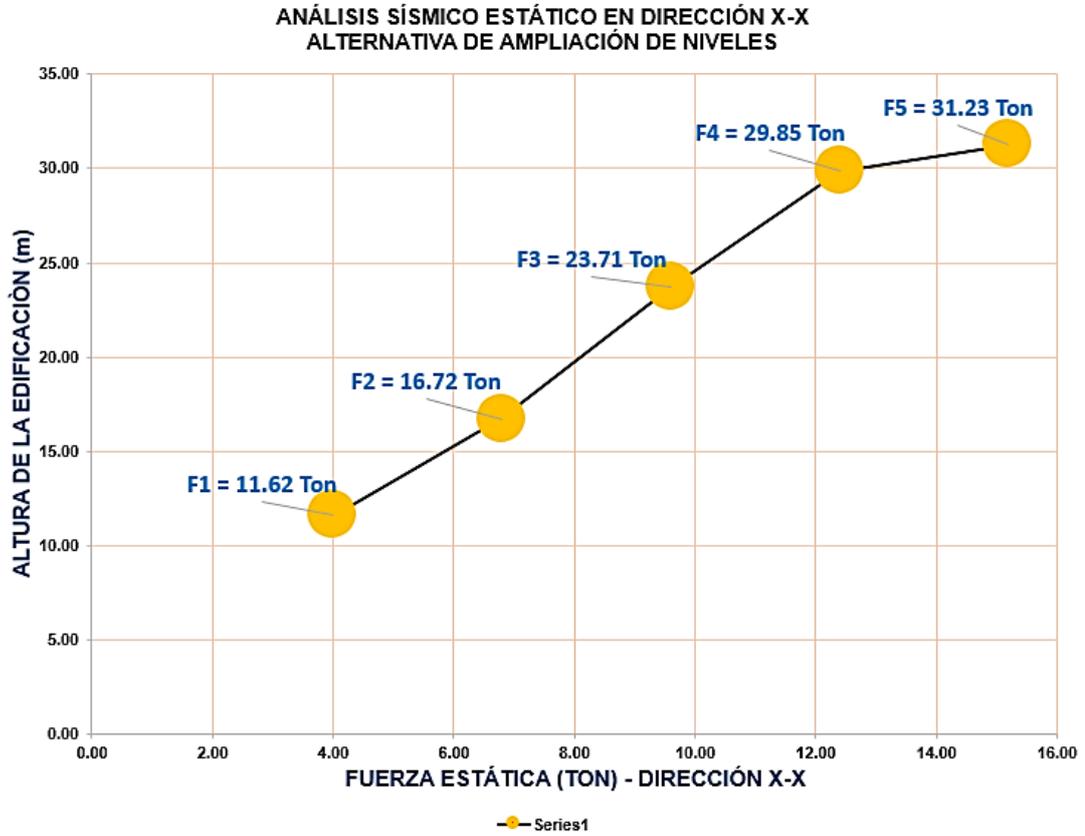


Figura 148. Distribución en altura del cortante sísmico estático XX – Alternativa de ampliación de niveles
Elaboración: El autor (2021).

En la Figura 149, se muestra la fuerza cortante sísmico estático en la dirección Y, de la alternativa de ampliación de niveles, esta fuerza resultante de la operación de los factores de reducción Z, U, C, S, Ro, dio como resultado una fuerza $V_y = 150.83$ Ton, dicha misma fuerza fue dividida en los tres niveles existentes y los dos niveles proyectados, es decir, un total de cinco niveles, dando una fuerza de 15.49 Ton (Primer nivel), 22.30 Ton (Segundo nivel), 31.61 Ton (Tercer nivel), 39.79 Ton (Cuarto nivel) y 41.63 Ton (Quinto nivel).

DISTRIBUCIÓN EN ALTURA DEL CORTANTE SÍSMICO ESTÁTICO DIRECCIÓN Y-Y - ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES

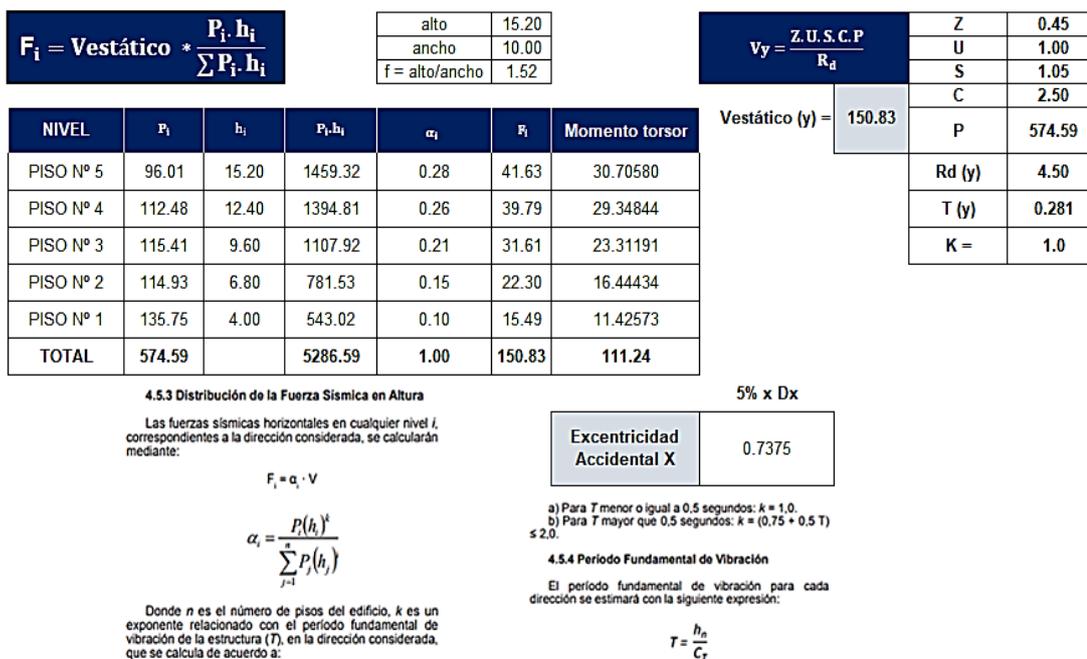


Figura 149. Cortante sísmico estático YY – Alternativa de ampliación de niveles
 Elaboración: El autor (2021).

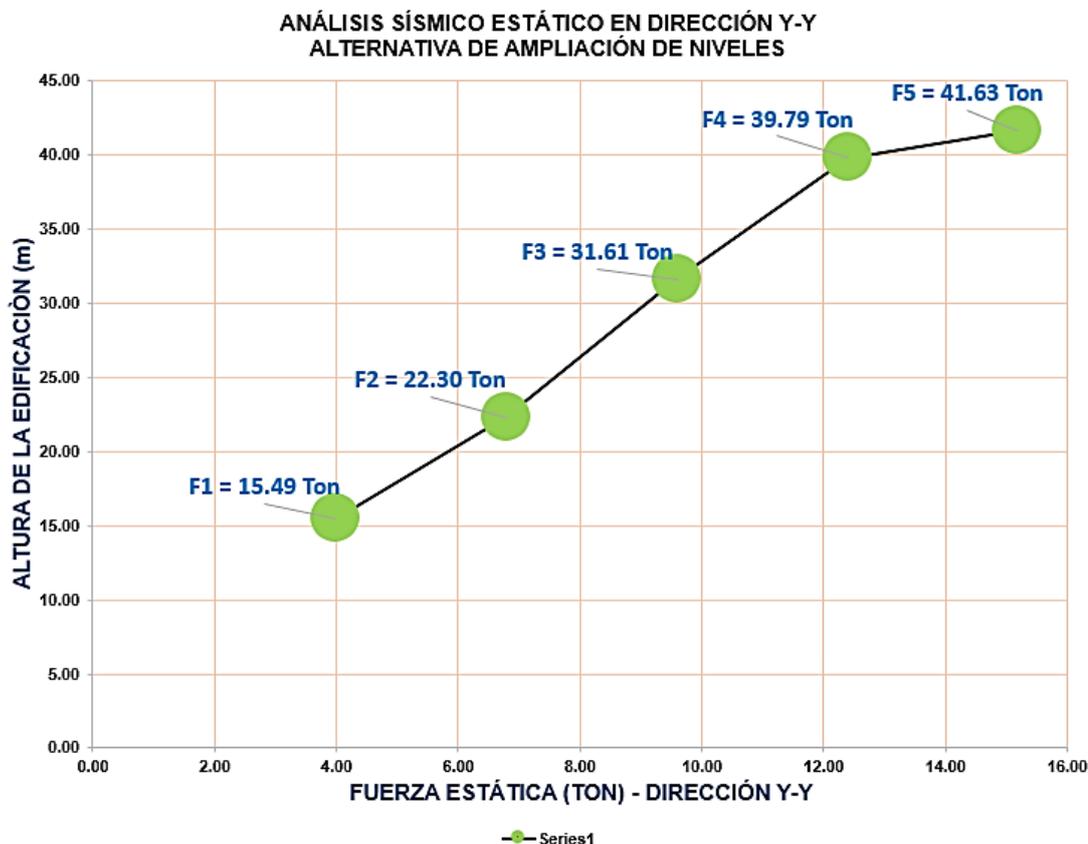


Figura 150. Distribución en altura del cortante sísmico estático YY – Alternativa de ampliación de niveles
 Elaboración: El autor (2021).

5.2.4. Factibilidad económica – alternativa de ampliación

La alternativa de ampliación de niveles a través de un reforzamiento con muros de corte presentó en la partida de demolición de la estructura existente un costo de S/. 16, 501.73 (incluido IGV) y en la partida de edificación de la ampliación del cuarto y quinto piso y el reforzamiento de toda la edificación con muros de corte un costo de S/. 262, 637.23 (incluido IGV); dando como presupuesto total un costo de S/. 279,138.96.

Tabla 68

Resumen de Presupuesto – Alternativa de ampliación de niveles

 USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA SAN MARTÍN DE PORRÉS		
PRESUPUESTO - ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES		
PROYECTO	: “VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 05 NIVELES”	
UBICACION	: PSJ. LAS VIOLETAS MZ L LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC, FLOR DE AMANCAES, DISTRITO DEL RÍMAC, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA	
FECHA	: 2021	
ELABORADO POR:	EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA	
Item	TITULO / PARTIDA / DESCRIPCION	PARCIAL (S/.)
01	ALTERNATIVA DE DEMOLICION	
01.01	DESMONTAJE DE VIVIENDA EXISTENTE	S/ 900.66
01.02	DEMOLICIONES	S/ 13,083.86
02	CONSTRUCCION ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES	
02.02	ESTRUCTURAS	
02.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/ 1,810.64
02.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/ 545.46
02.02.03	COLUMNAS	S/ 15,209.11
02.02.04	PLACAS	S/ 89,319.33
02.02.05	VIGAS	S/ 13,354.49
02.02.06	CISTERNA	S/ 9,880.43
02.02.07	LOSAS ALIGERADAS	S/ 18,787.50
02.02.08	ESCALERAS	S/ 4,699.64
02.03	ARQUITECTURA	
02.03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	S/ 12,177.34
02.03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	S/ 31,867.67
02.03.03	PISOS Y PAVIMENTOS	S/ 12,581.69
02.03.04	PINTURA	S/ 12,340.61
	TOTAL BRUTO	S/ 236,558.44
	IGV (18%)	S/ 42,580.52
	PRESUPUESTO TOTAL	S/ 279,138.96

Elaboración: El autor (2021).

5.3. Resultados del análisis de la alternativa de una edificación nueva

5.3.1. Modos y periodos resultantes

Como resultado del análisis modal, se muestran los periodos de vibración y el porcentaje de masa participativa para los 15 modos de vibración de la estructura para la alternativa de edificación nueva, se asignaron los 15 modos de vibración debido a que en cada nivel de una edificación presenta tres grados de libertad, es por eso por lo que con la alternativa de edificación nueva se tendrá 5 niveles por tres grados da un total de quince modos de vibración.

Tabla 69

Modos de vibrar – Alternativa de edificación nueva

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1 - TY	0.303	0.0006	0.6654	0.0911
Modal	2 - TX	0.194	0.4833	0.0288	0.2925
Modal	3	0.169	0.3394	0.0605	0.4331
Modal	4	0.084	1.84E-05	0.1597	0.0202
Modal	5	0.062	0.0999	0.0091	0.0395
Modal	6	0.056	0.0338	0.0162	0.0761
Modal	7	0.044	3.25E-05	0.0362	0.0075
Modal	8	0.035	0.0266	0.0015	0.003
Modal	9	0.032	0.0031	0.0044	0.0219
Modal	10	0.031	0.0001	0.0113	0.0014
Modal	11	0.026	0.0026	0.0021	0.0001
Modal	12	0.026	0.0057	0.0001	0.001
Modal	13	0.025	0.0006	0.0022	0.006
Modal	14	0.023	0.0017	0.0001	4.39E-05
Modal	15	0.021	0.0001	0.0004	0.0012

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 70

Periodos de vibración – Alternativa de edificación nueva

EJE	T (seg)
DIRECCIÓN X	0.194
DIRECCIÓN Y	0.303

Elaboración: El autor (2021).

MODO 1 – (T = 0.303)

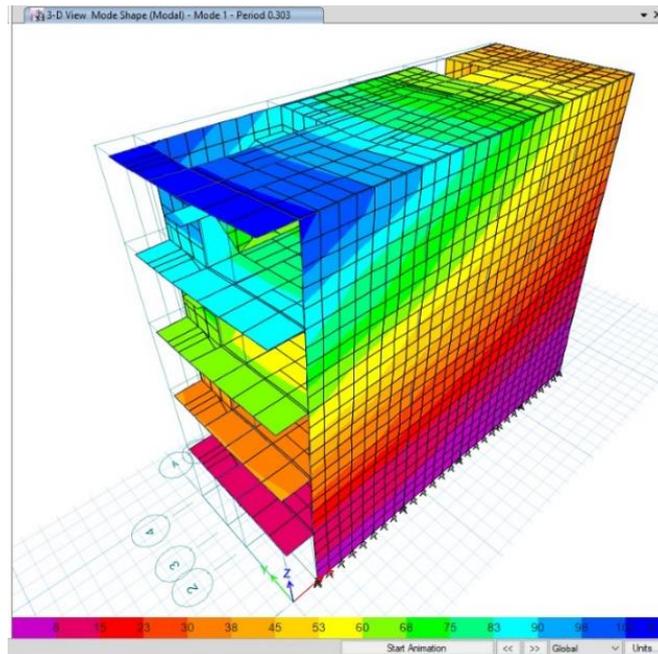


Figura 151. Modo de vibrar 1 – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: ETABS
Elaboración: El autor (2021).

MODO 2 – (T = 0.194)

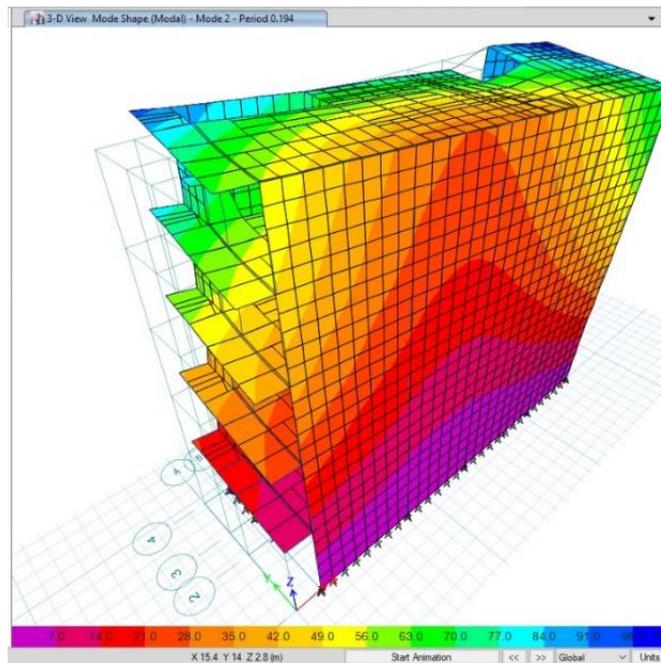


Figura 152. Modo de vibrar 2 – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: ETABS
Elaboración: El autor (2021).

MODO 3 – (T = 0.169)

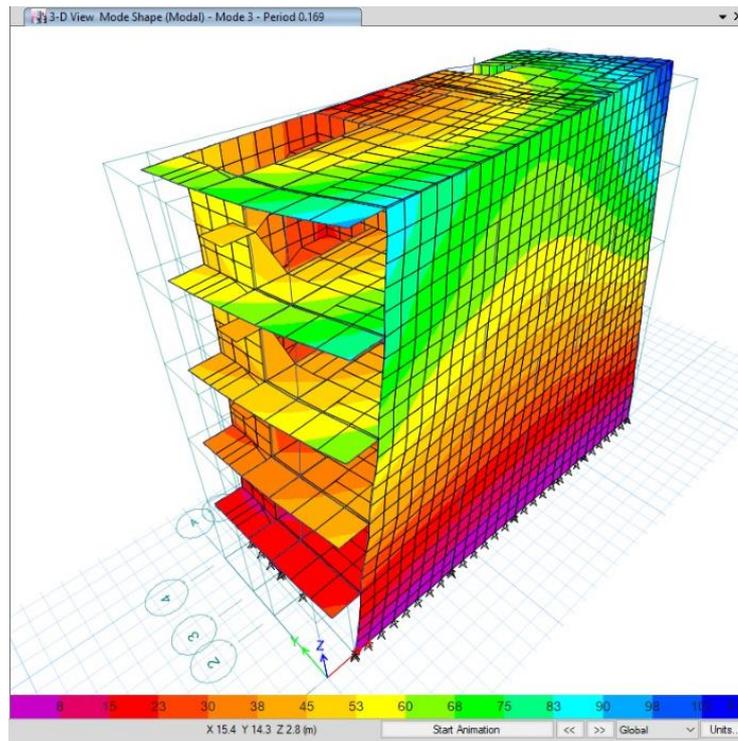


Figura 153. Modo de vibrar 3 – Alternativa de edificación nueva.
Fuente: ETABS
Elaboración: El autor (2021).

5.3.2. Control de desplazamientos laterales

Para la alternativa de edificación nueva, al ser diseñada bajo el sistema de muros de albañilería confinada, los muros portantes, vigas y columnas de confinamiento proporcionaron rigidez a la edificación, el software ETABS, dio resultados positivos debido a que las derivas tanto del sismo estático como dinámico en el eje X-X e Y-Y arrojaron derivas por debajo de la norma, lo cual es un gran indicio a que la estructura se encuentra correctamente modelada y diseñada.

Tabla 71

Desplazamientos laterales – Sismo estático – XX – YY – Alternativa de edificación nueva

ANÁLISIS ESTÁTICO									
SISMO ESTÁTICO DIRECCIÓN X-X									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.005
					m	m	m		
PISO Nº 05	Sismo Estático X1	X	0.000305	328	15.2283	5.75	14	0.00069	CUMPLE
PISO Nº 04	Sismo Estático X1	X	0.000395	328	15.2283	5.75	11.2	0.00089	CUMPLE
PISO Nº 03	Sismo Estático X1	X	0.000438	328	15.2283	5.75	8.4	0.00099	CUMPLE
PISO Nº 02	Sismo Estático X1	X	0.00042	328	15.2283	5.75	5.6	0.00095	CUMPLE
PISO Nº 01	Sismo Estático X1	X	0.000327	328	15.2283	5.75	2.8	0.00074	CUMPLE

SISMO ESTÁTICO DIRECCIÓN Y-Y									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.005
					m	m	m		
PISO Nº 05	Sismo Estático Y1	Y	0.001293	25	0	0	14	0.00267	CUMPLE
PISO Nº 04	Sismo Estático Y1	Y	0.001426	25	0	0	11.2	0.00294	CUMPLE
PISO Nº 03	Sismo Estático Y1	Y	0.001426	25	0	0	8.4	0.00294	CUMPLE
PISO Nº 02	Sismo Estático Y1	Y	0.001208	25	0	0	5.6	0.00249	CUMPLE
PISO Nº 01	Sismo Estático Y1	Y	0.000689	408	1	5.15	2.8	0.00142	CUMPLE

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 72

Desplazamientos laterales – Sismo dinámico – XX – YY – Alternativa de edificación nueva

ANÁLISIS DINÁMICO									
SISMO DINÁMICO DIRECCIÓN X-X									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.005
					m	m	m		
PISO Nº 05	Sismo Dinámico X Max	X	0.000251	328	15.2283	5.75	14	0.00056	CUMPLE
PISO Nº 04	Sismo Dinámico X Max	X	0.000325	328	15.2283	5.75	11.2	0.00073	CUMPLE
PISO Nº 03	Sismo Dinámico X Max	X	0.000365	328	15.2283	5.75	8.4	0.00082	CUMPLE
PISO Nº 02	Sismo Dinámico X Max	X	0.000361	328	15.2283	5.75	5.6	0.00081	CUMPLE
PISO Nº 01	Sismo Dinámico X Max	X	0.000301	328	15.2283	5.75	2.8	0.00068	CUMPLE

SISMO DINÁMICO DIRECCIÓN Y-Y									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DERIVA INELÁSTICA 0.75xR	CONDICIÓN < 0.005
					m	m	m		
PISO Nº 05	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.001724	25	0	0	14	0.00356	CUMPLE
PISO Nº 04	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.001955	25	0	0	11.2	0.00403	CUMPLE
PISO Nº 03	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.002006	25	0	0	8.4	0.00414	CUMPLE
PISO Nº 02	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.001772	25	0	0	5.6	0.00365	CUMPLE
PISO Nº 01	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.001101	408	1	5.15	2.8	0.00227	CUMPLE

Elaboración: El autor (2021).

5.3.3. Distribución de la fuerza cortante de entrepiso

Una vez realizado el análisis sísmico estático y el cálculo del peso total de la edificación, se procede a obtener las fuerzas cortantes por cada nivel.

En la Figura 154. se muestra la fuerza cortante sísmico estático en la dirección X, de la alternativa de edificación nueva, esta fuerza resultante de la operación de los factores de reducción Z, U, C, S, Ro, dio como resultado una fuerza $V_x = 204.28$ Ton, dicha misma fuerza fue dividida en los cinco niveles de la vivienda proyectada, dando una fuerza de 13.65 Ton (Primer nivel), 27.31 Ton (Segundo nivel), 40.96 Ton (Tercer nivel), 54.62 Ton (Cuarto nivel) y 67.73 Ton (Quinto nivel).

❖ Factor de reducción de fuerzas sísmicas (Ro):

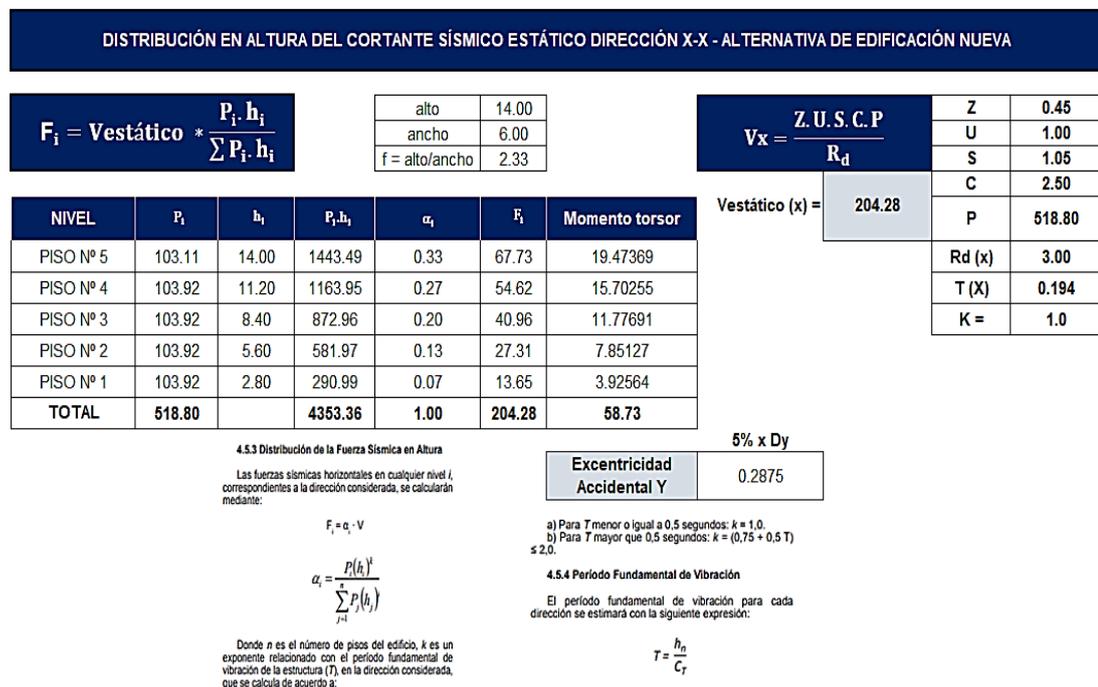


Figura 154. Cortante sísmico estático XX – Alternativa de edificación nueva
Elaboración: El autor (2021).

En la Figura 155, se muestra las fuerzas cortantes distribuidas según la masa de entrepiso, esta fuerza es proporcional al peso de la edificación y a la altura de entrepiso de cada nivel de la edificación.

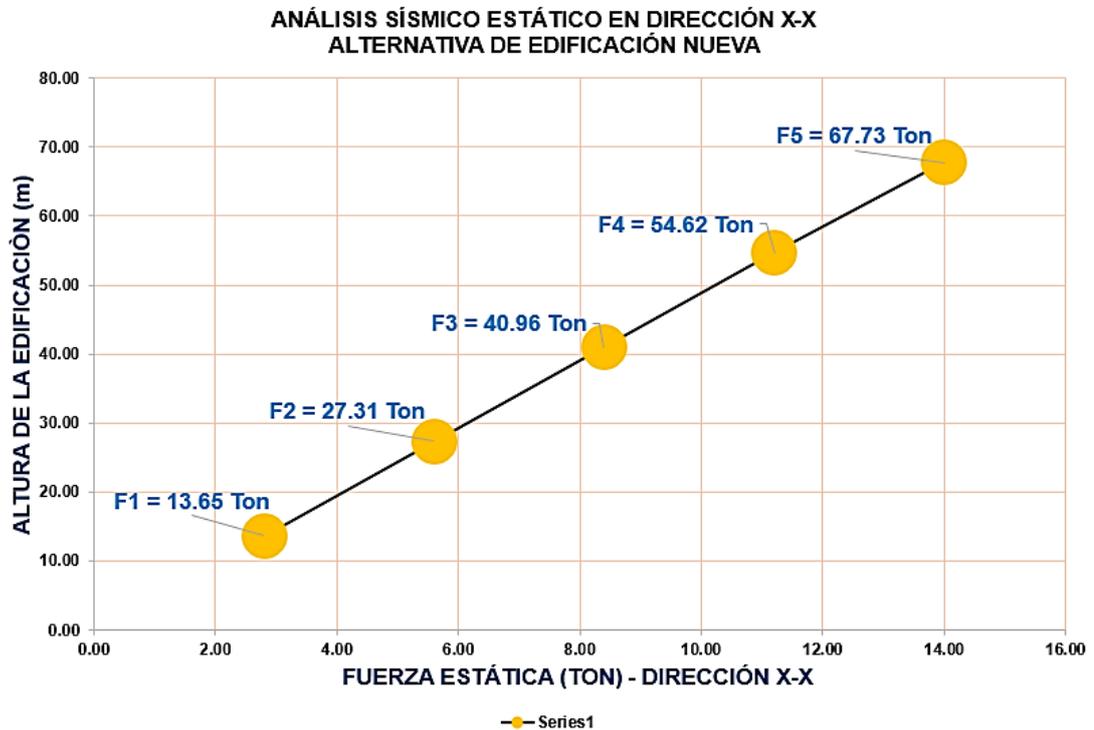


Figura 155. Distribución en altura del cortante sismo-estático XX – Alternativa de edificación nueva
Elaboración: El autor (2021).

En la Figura 156. se muestra la fuerza cortante sismo-estático en la dirección Y, de la alternativa de edificación nueva, esta fuerza resultante de la operación de los factores de reducción Z, U, C, S, Ro, dio como resultado una fuerza $V_x = 272.37$ Ton, dicha misma fuerza fue dividida en los cinco niveles de la vivienda proyectada, dando una fuerza de 18.21 Ton (Primer nivel), 36.41 Ton (Segundo nivel), 54.62 Ton (Tercer nivel), 72.82 Ton (Cuarto nivel) y 90.31 Ton (Quinto nivel).

DISTRIBUCIÓN EN ALTURA DEL CORTANTE SÍSMICO ESTÁTICO DIRECCIÓN Y-Y - ALTERNATIVA NUEVA

$$F_i = \text{Vestático} * \frac{P_i \cdot h_i}{\sum P_i \cdot h_i}$$

alto	14.00
ancho	10.00
f = alto/ancho	1.40

$$V_x = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R_d}$$

NIVEL	P _i	h _i	P _i ·h _i	α _i	F _i	Momento torsor
PISO Nº 5	103.11	14.00	1443.49	0.33	90.31	66.60567
PISO Nº 4	103.92	11.20	1163.95	0.27	72.82	53.70727
PISO Nº 3	103.92	8.40	872.96	0.20	54.62	40.28045
PISO Nº 2	103.92	5.60	581.97	0.13	36.41	26.85364
PISO Nº 1	103.92	2.80	290.99	0.07	18.21	13.42682
TOTAL	518.80		4353.36	1.00	272.37	200.87

Vestático (y) =	272.37
Excentricidad Accidental X	5% x Dx = 0.7375

4.5.3 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura
 Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

a) Para T menor o igual a 0.5 segundos: k = 1.0.
 b) Para T mayor que 0.5 segundos: k = (0.75 + 0.5 T) ≤ 2.0.

$$\alpha_i = \frac{p(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n p_j(h_j)^k}$$

4.5.4 Período Fundamental de Vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

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

Donde n es el número de pisos del edificio, k exponente relacionado con el período fundam. vibración de la estructura (T), en la dirección consid que se calcula de acuerdo a:

Figura 156. Cortante sísmico estático YY – Alternativa de edificación nueva
 Elaboración: El autor (2021).

En la Figura 138, se muestra las fuerzas cortantes distribuidas según la masa de entrepiso, esta fuerza es proporcional al peso de la edificación y a la altura de entrepiso de cada nivel de la edificación.

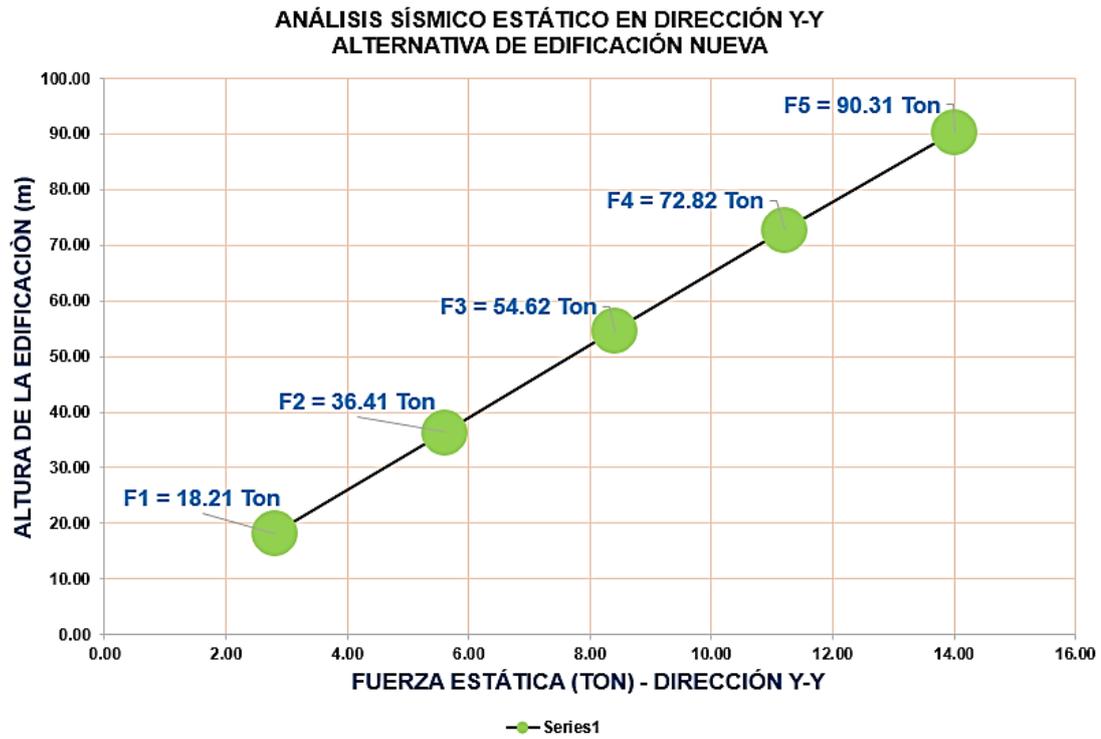


Figura 157. Distribución en altura del cortante sísmico estático YY – Alternativa de edificación nueva
 Elaboración: El autor (2021).

5.3.4. Factibilidad económica - alternativa de edificación nueva

La alternativa de una edificación nueva mediante el sistema de albañilería confinada presentó en la partida de demolición total de la estructura existente un costo de S/. 91,368.12 (incluido IGV) y en la partida de construcción de la nueva edificación un costo de S/. 593,609.09 (incluido IGV); dando como presupuesto total un costo de S/. 684,977.21.

Tabla 73

Resumen de Presupuesto – Alternativa de edificación nueva

 USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA SAN MARTÍN DE PORRES			
PRESUPUESTO - ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA			
PROYECTO	:"VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 06 NIVELES"		
UBICACION	:PSJ. LAS VIOLETAS MZ L.LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC, FLOR DE AMANCAES, DISTRITO DEL RÍMAC, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA		
FECHA	: 2021		
ELABORADO POR	EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA		
Cód.	TÍTULO / PARTIDA / DESCRIPCIÓN	PARCIAL (I.I.)	
01	ALTERNATIVA DE DEMOLICIÓN		
01.01	DESMONTAJE DE VIVIENDA EXISTENTE	S/	4,163.38
01.02	DEMOLICIONES	S/	73,267.23
02	CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA VIVIENDA NUEVA		
02.01	OBRAS PRELIMINARES	S/	903.60
02.02	ESTRUCTURAS		
02.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/	2,702.53
02.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/	9,464.73
02.02.02.03	SOBRECIMIENTO	S/	3,301.92
02.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
02.02.04	COLUMNAS	S/	41,904.02
02.02.05	VIGAS	S/	35,105.04
02.02.06	CISTERNA	S/	9,880.43
02.02.07	LOSAS ALIGERADAS	S/	46,974.38
02.02.08	ESCALERAS	S/	23,509.40
02.03	ARQUITECTURA		
02.03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	S/	227,801.28
02.03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	S/	51,124.08
02.03.03	PISOS Y PAVIMENTOS	S/	31,452.38
02.03.04	PINTURA	S/	18,934.76
	TOTAL BRUTO	S/	580,489.16
	IGV (18%)	S/	104,488.05
	PRESUPUESTO TOTAL	S/	684,977.21

Elaboración: El autor (2021).

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis

Luego de haber realizado un primer modelamiento y evaluación estructural de la vivienda existente de tres niveles, así como un segundo modelado y análisis sísmico de la alternativa de ampliación de niveles con un reforzamiento con muros de corte y de haber realizado un tercer modelamiento y diseño de la alternativa de una edificación nueva, así como de haber elaborado los planos respectivos para ambas alternativas que están en objeto de estudio, se complementó a cada alternativa con su respectivo metrado de las principales partidas para cada demolición y construcción de ambas alternativas que están siendo objeto de estudio, además, se elaboró un presupuesto de manera que pueda garantizar una comparación de costos, para ello se explicará los resultados de las hipótesis.

Cada una de las hipótesis se encuentra de acuerdo con lo especificado en la matriz de consistencia, ver Anexo 1, en el que se responde a la pregunta de los problemas específicos, cada hipótesis se encuentra en forma de tablas con su respectivo resultado obtenido, así como las observaciones de validez según sea el caso.

6.1.2. Contrastación de hipótesis específicas

❖ Contrastación de hipótesis 1:

Tabla 74

Contrastación de hipótesis específica H1

Hipótesis planteada	Resultados obtenidos	Observaciones
H1: La alternativa de edificación nueva disminuye en más de 20% los periodos de vibración frente a la alternativa de ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.	La alternativa de una edificación nueva presentó en el eje "X" un menor periodo de vibración, es decir, un 36.18% menos que la alternativa de ampliación de niveles, en cambio en el eje "Y" la alternativa de ampliación presentó un menor periodo de vibración, es decir un 7.83% menos que la alternativa de una edificación nueva	Se valida la hipótesis, ya que se verifica que el periodo de vibración presenta una disminución en más del 20% en la alternativa de una edificación nueva frente a la alternativa de ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

Elaboración: El autor (2021).

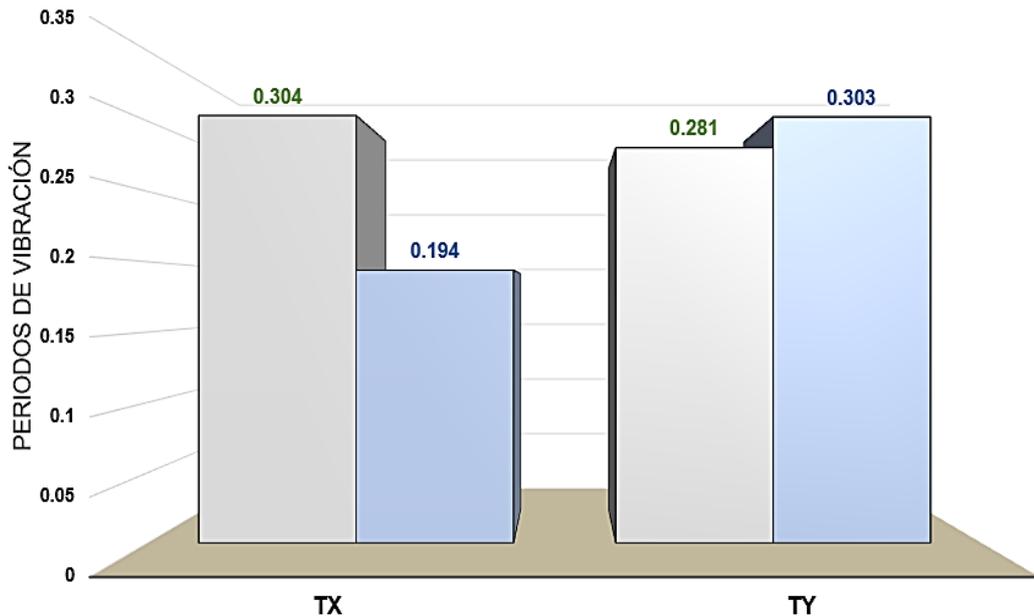
Tabla 75

Comparación de modos de vibración

MODOS DE VIBRAR DE LA ESTRUCTURA			
Modos	Alternativa de ampliación	Alternativa de una edificación nueva	Porcentaje de disminución
1	0.304	0.303	36.18%
2	0.281	0.194	7.26%
3	0.154	0.169	8.88%
4	0.078	0.084	7.14%
5	0.067	0.062	7.46%
6	0.037	0.056	33.93%
7	0.034	0.044	22.73%
8	0.027	0.035	22.86%
9	0.024	0.032	25.00%
10	0.019	0.031	38.71%
11	0.018	0.026	30.77%
12	0.016	0.026	38.46%
13	0.016	0.025	36.00%
14	0.015	0.023	34.78%
15	0.014	0.021	33.33%

Elaboración: El autor (2021).

COMPARACIÓN DE PERIODOS DE VIBRACIÓN "TX" - "TY"



	TX	TY
□ ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN	0.304	0.281
■ ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA	0.194	0.303

□ ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN ■ ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA

Figura 158. Comparación de periodos de vibración
Elaboración: El autor (2021).

❖ Contrastación de hipótesis 2:

Tabla 76

Contrastación de hipótesis específica H2

Hipótesis planteada	Resultados obtenidos	Observaciones
<p>H2: La alternativa de ampliación disminuye los desplazamientos laterales en el 1°, 2°, 3°, 4° y 5° nivel frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.</p>	<p>La alternativa de una edificación nueva presentó para un sismo dinámico en el eje “X” un menor desplazamiento, un promedio de 85.60% menor a lo estipulado por la norma E.030 para las derivas de albañilería, en cambio la alternativa de ampliación presentó un promedio de 71.23% menor a lo estipulado por la norma E.030 para las derivas de concreto armado.</p> <p>La alternativa de ampliación presentó para un sismo dinámico en el eje “Y” un menor desplazamiento, un promedio de 67.09% menor a lo estipulado por la norma E.030 para las derivas de concreto armado, en cambio la alternativa de una edificación nueva presentó un promedio de 29.40% menor a lo estipulado por la norma E.030 para las derivas de albañilería.</p>	<p>Se valida la hipótesis, ya que se verifica que los desplazamientos laterales presentan una disminución en la alternativa de ampliación tanto para el sismo dinámico en el eje “X” como en “Y” frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.</p>

Elaboración: El autor (2021).

❖ **Contrastación de hipótesis 3:**

Tabla 77

Contrastación de hipótesis específica H3

Hipótesis planteada	Resultados obtenidos	Observaciones
<p>H3: La alternativa de ampliación disminuye la fuerza cortante de entrepiso frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.</p>	<p>La alternativa de ampliación de niveles presentó en el eje “X” una menor fuerza cortante de entrepiso en todos los niveles, 14.87% menos en el primer piso, 38.78% en el segundo piso, 42.11% en el tercer piso, 45.35% en el cuarto piso y un 53.89% menos en el quinto piso en comparación a las fuerzas cortantes de entrepiso de la alternativa de una edificación nueva.</p> <p>Así mismo, la alternativa de ampliación presentó en el eje “Y” una menor fuerza cortante de entrepiso en todos los niveles, 14.94% menos en el primer piso, 38.75% en el segundo piso, 42.13% en el tercer piso, 45.36% en el cuarto piso y un 53.90% menos en el quinto piso en comparación a las fuerzas cortantes de entrepiso de la alternativa de una edificación nueva.</p>	<p>Se valida la hipótesis, ya que se verifica que las fuerzas cortantes de entrepiso presentan una disminución en la alternativa de ampliación tanto en el eje “X” como en “Y” frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.</p>

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 78

Comparación de las fuerzas cortantes de entrepiso en el eje X-X

FUERZA CORTANTE EN EJE X-X			
Nº de Piso	Alternativa de ampliación	Alternativa de una edificación nueva	Porcentaje de disminución
5	31.23	67.73	53.89%
4	29.85	54.62	45.35%
3	23.71	40.96	42.11%
2	16.72	27.31	38.78%
1	11.62	13.65	14.87%

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 79

Comparación de las fuerzas cortantes de entrepiso en el eje Y-Y

FUERZA CORTANTE EN EJE Y-Y			
Nº de Piso	Alternativa de ampliación	Alternativa de una edificación nueva	Porcentaje de disminución
5	41.63	90.31	53.90%
4	39.79	72.82	45.36%
3	31.61	54.62	42.13%
2	22.3	36.41	38.75%
1	15.49	18.21	14.94%

Elaboración: El autor (2021).

DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA CORTANTE DE ENTREPISO EN EL EJE X-X

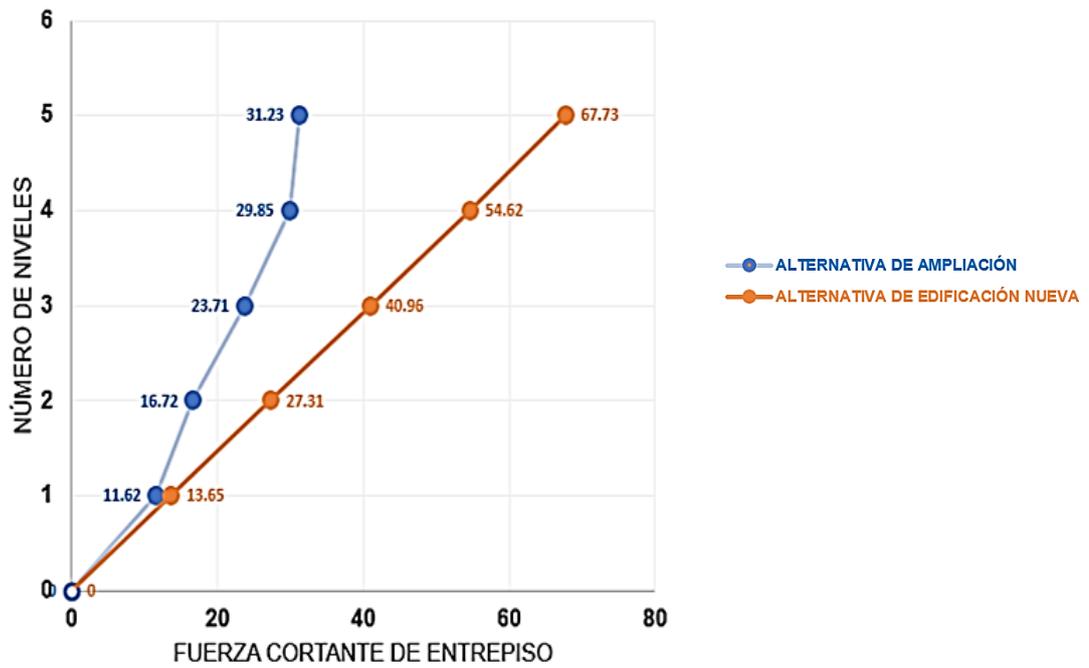


Figura 159. Fuerzas cortantes de entrepiso en el eje X-X
Elaboración: El autor (2021).

DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA CORTANTE DE ENTREPISO EN EL EJE Y-Y

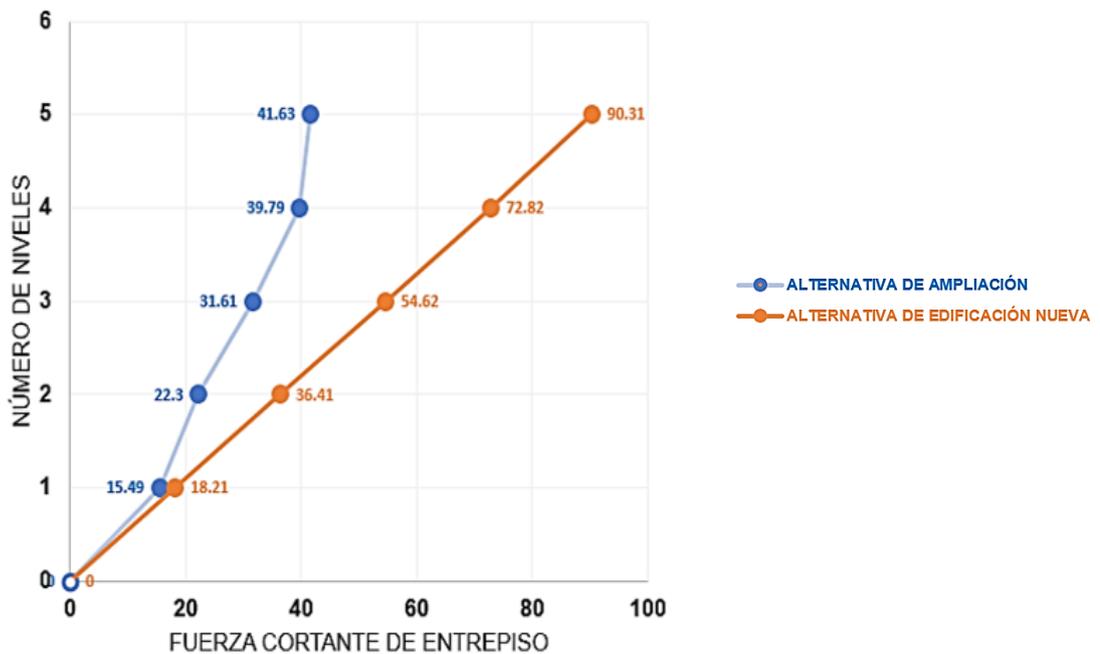


Figura 160. Fuerzas cortantes de entrepiso en el eje Y-Y
Elaboración: El autor (2021).

❖ Contrastación de hipótesis 4:

Tabla 80

Contrastación de hipótesis específica H4

Hipótesis planteada	Resultados obtenidos	Observaciones
<p>H4: La alternativa de ampliación optimiza en más del 30% la factibilidad económica frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.</p>	<p>La alternativa de ampliación de niveles a través de un reforzamiento con muros de corte presentó una mejor factibilidad económica, es decir, un 59.25% menos en comparación a la alternativa de una edificación nueva.</p>	<p>Se valida la hipótesis, ya que se verifica que la factibilidad económica presenta una disminución del presupuesto en la alternativa de ampliación de niveles frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.</p>

Elaboración: El autor (2021).

Tabla 81

Comparación del presupuesto

COMPARACIÓN DE PRESUPUESTO					
Descripción	Alternativa de una Edificación Nueva - Albañilería Confinada		Alternativa de Ampliación de Niveles con Reforzamiento de Muros de Corte		Porcentaje de disminución
Demolición de la estructura existente (incluido IGV)	S/	91,368.12	S/	16,501.73	81.94%
Construcción de la alternativa (incluido IGV)	S/	593,609.09	S/	262,637.23	55.76%
Total	S/	684,977.21	S/	279,138.96	59.25%

Elaboración: El autor (2021).

COMPARACIÓN DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

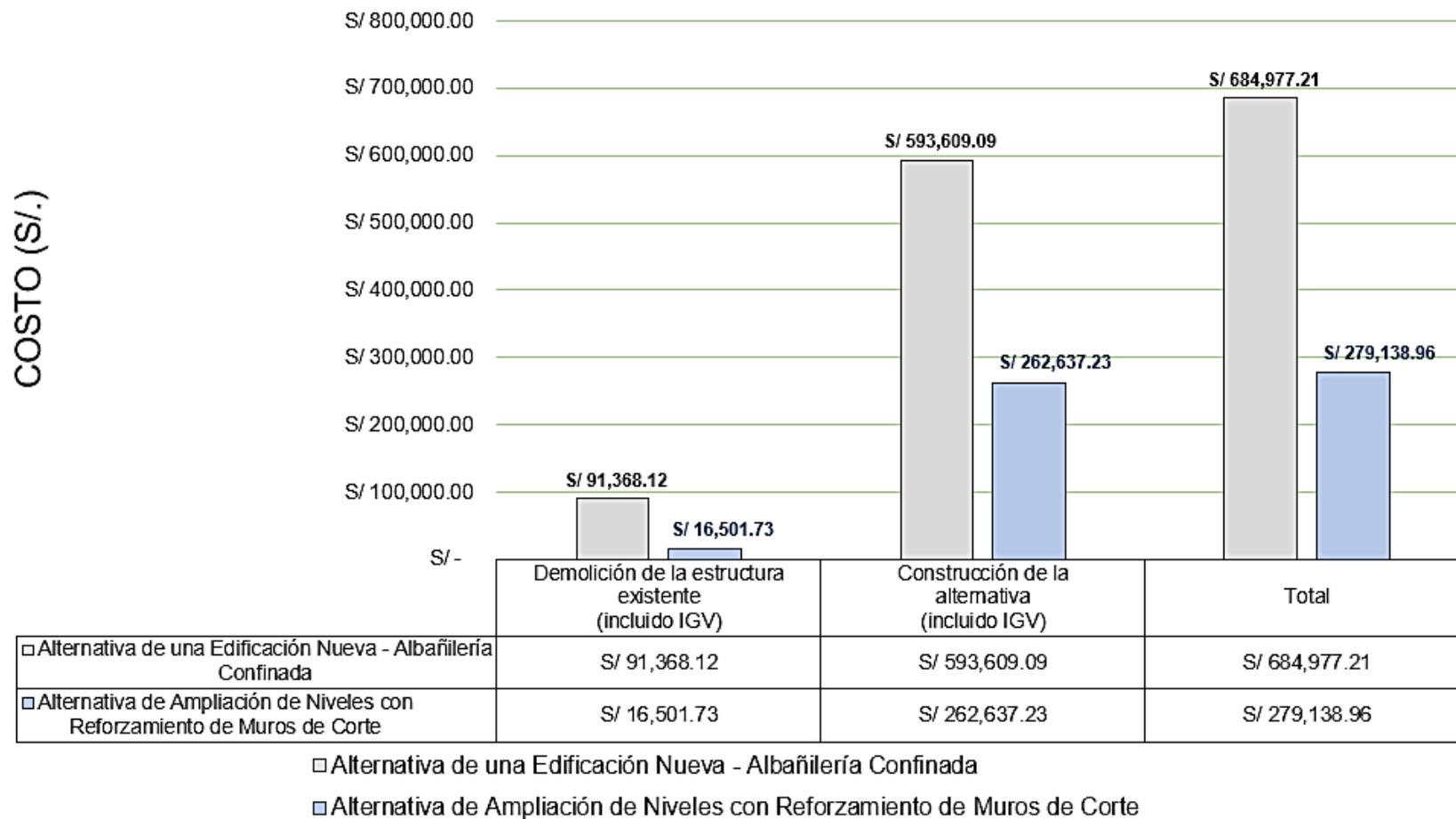


Figura 161. Comparación de la factibilidad económica
 Elaboración: El autor (2021).

6.1.2. Contrastación de hipótesis general

H: La alternativa de ampliación presenta un mejor comportamiento estructural y factibilidad económica en un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

Comentario:

Las alternativas de una edificación nueva y la alternativa de ampliación, ambas cumplen con los requisitos mínimos estipuladas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), para garantizar el diseño, y la seguridad de las personas que habiten el proyecto multifamiliar de cinco niveles.

La alternativa de ampliación de niveles a través de un reforzamiento con muros de corte presentó menores periodos de vibración, menores fuerzas cortantes de entrepiso, menores desplazamientos laterales en comparación a la alternativa de edificación nueva, además presentó, un presupuesto total de S/. 279,138.96.

En contraste, la alternativa de una edificación nueva a través del sistema estructural de albañilería confinada presentó menores periodos de vibración, mayores fuerzas cortantes de entrepiso, mayores desplazamientos laterales en comparación a la alternativa de ampliación de niveles, además presentó, un presupuesto total de S/. 684,977.21.

Se **valida** la hipótesis general, ya que se verifica que la alternativa de ampliación presenta un mejor comportamiento estructural, así como una mejor factibilidad económica frente a la alternativa de una edificación nueva en un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.

6.2. Contrastación con antecedentes

6.2.1. Contrastación con los antecedentes internacionales

Maldonado & Durán (2013), en su tesis titulada **Metodologías para evaluación y reforzamiento estructural de edificios de hormigón armado mediante muros de corte y fibras de carbono**, concluyeron que los muros de corte incrementan la rigidez de la estructura, disminuyendo los desplazamientos laterales y los periodos de vibración.

Tabla 82

Contrastación de antecedente internacional

Antecedente internacional	Resultados	Observaciones
Maldonado & Durán (2013)	Concluyeron que la implementación de muros de corte incrementa la rigidez, disminuye los desplazamientos laterales y los periodos de vibración en una estructura.	Los resultados coinciden con el estudio, porque para la alternativa de ampliación de niveles a través de un reforzamiento estructural con muros de concreto armado el periodo de vibración alcanzado con respecto a la vivienda existente disminuye el T_x de 0.464 a 0.304 seg. y en T_y de 0.696 a 0.281 seg. y los desplazamientos laterales disminuyeron considerablemente en comparación a lo estipulado por la Norma E.030.

Elaboración: El autor (2021).

6.2.2. Contrastación con los antecedentes nacionales

Belizario (2017), en su tesis titulada **Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación**, concluyó que el periodo alcanzado se acortó de 0.68 a 0.49 seg., teniendo más tiempo para evacuar la edificación.

Tabla 83

Contrastación de antecedente nacional - 01

Antecedente nacional	Resultados	Observaciones
Belizario (2017)	Concluyó que el periodo alcanzado se acortó de 0.68 a 0.49 seg., teniendo más tiempo para evacuar la edificación.	Los resultados coinciden con el estudio, porque para la alternativa de ampliación de niveles a través de un reforzamiento estructural con muros de concreto armado el periodo de vibración alcanzado con respecto a la vivienda existente disminuye el Tx de 0.464 a 0.304 seg. y en Ty de 0.696 a 0.281 seg. Y para la alternativa de una edificación nueva con el sistema estructural de albañilería confinada el periodo de vibración alcanzado con respecto a la vivienda existente disminuye el Tx de 0.464 a 0.194 seg. y en Ty de 0.696 a 0.303 seg.

Elaboración: El autor (2021).

Huanca & Terrones (2019), en su tesis titulada **Evaluación sísmica del reforzamiento estructural con muros de concreto armado con fines de ampliación de la Casa de la Mujer Florencia de Mora con la Norma E030-2018 en el departamento de La Libertad**, concluyeron que los desplazamientos obtenidos durante el modelamiento de la edificación existente arrojaron valores por encima de los valores contempladas en la Norma E.030, por lo que se resume en que necesita de un reforzamiento.

Tabla 84

Contrastación de antecedente nacional - 02

Antecedente nacional	Resultados	Observaciones
Huanca & Terrones (2019)	Concluyeron que los desplazamientos obtenidos durante el modelamiento de la edificación existente arrojaron valores por encima de los valores contempladas en la Norma E.030	Los resultados coinciden con el estudio, debido a que, la edificación existente de tres niveles presentó desplazamientos laterales por encima de la norma E.030 ya que las derivas excedían la deriva permitida de 0.007 para edificaciones con material predominante de concreto armado, ya que el sistema de la edificación existente es aporticada, por lo que surgió la necesidad de plantear un reforzamiento estructural.

Elaboración: El autor (2021).

CONCLUSIONES

1. El **comportamiento estructural** en ambas alternativas cumple con las exigencias de la normativa peruana vigente, sin embargo, la alternativa de ampliación de niveles presentó menores periodos de vibración, menores fuerzas cortantes de entrepiso, menores desplazamientos laterales y presentó una **factibilidad económica** muy superior en comparación a la alternativa de una edificación nueva.
2. El **periodo de vibración** en el eje "X" en la alternativa de una edificación nueva es significativamente inferior a la alternativa de ampliación de niveles en 36.18%.
3. El **periodo de vibración** en el eje "Y" en la alternativa de ampliación de niveles es inferior a la alternativa de una edificación nueva en 7.83%.
4. Los **desplazamientos laterales** por un sismo dinámico en el eje "X" en la alternativa de una edificación nueva es significativamente inferior a lo estipulado por la norma E.060 para las derivas de albañilería en 85.60%.
5. Los **desplazamientos laterales** por un sismo dinámico en el eje "Y" en la alternativa de una edificación nueva es significativamente inferior a lo estipulado por la norma E.060 para las derivas de albañilería en 29.40%.

6. **Los desplazamientos laterales** por un sismo dinámico en el eje “X” en la alternativa de ampliación de niveles es significativamente inferior a lo estipulado por la norma E.060 para las derivas de concreto armado en 71.23%.
7. **Los desplazamientos laterales** por un sismo dinámico en el eje “Y” en la alternativa de ampliación de niveles es significativamente inferior a lo estipulado por la norma E.060 para las derivas de concreto armado en 67.09%.
8. **Las fuerzas cortantes de entrepiso** en el eje “X” en la alternativa de ampliación de niveles es significativamente inferior a la alternativa de una edificación nueva en todos los niveles, en 14.87% en el primer piso, 38.78% en el segundo piso, 42.11% en el tercer piso, 45.35% en el cuarto piso y 53.89% en el quinto piso.
9. **Las fuerzas cortantes de entrepiso** en el eje “Y” en la alternativa de ampliación de niveles es significativamente inferior a la alternativa de una edificación nueva en todos los niveles, en 14.94% en el primer piso, 38.75% en el segundo piso, 42.13% en el tercer piso, 45.36% en el cuarto piso y 53.90% en el quinto piso.
10. **La factibilidad económica** en la alternativa de ampliación de niveles es significativamente superior a la alternativa de una edificación nueva en una disminución del 59.25% del presupuesto total.

RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos con la metodología “Pull Out” en varios puntos de los diferentes elementos estructurales para poder conocer la resistencia a la compresión del concreto y tener una evaluación estructural más detallada de una vivienda o edificación existente.
2. Realizar un ensayo de resistencia a la flexión a las varillas de acero de una edificación existente, para conocer las características y si cumple con las exigencias mínimas.
3. Implementar la metodología BIM para poder tener en cuenta las incompatibilidades de las especialidades en la etapa de proyecto y en el proceso constructivo, tener un modelamiento en 3D y valores más detallados para el metrado y posterior presupuesto.
4. Mejorar las consideraciones estructurales de próximos proyectos, al cumplir con la normativa vigente y optar por una adecuada supervisión de los procesos constructivos constantemente.
5. Implementar para la alternativa de ampliación de niveles mayores propuestas de reforzamiento, ya sea con un encamisado de columnas, con fibras de vidrio en vigas, con mallas electrosoldadas y analizar sus comportamientos estructurales.
6. Implementar para la alternativa de una edificación nueva diferentes tipos de sistemas estructurales, siempre garantizando el comportamiento estructural y la proporción costo – beneficio.

ANEXOS

	Página
Anexo 1. Matriz de consistencia	219
Anexo 2. Formato de encuesta N° 01 a ingenieros civiles	220
Anexo 3. Formato del perfil del ingeniero civil encuestado	222
Anexo 4. Formato de encuesta N° 02 a ingenieros civiles	223
Anexo 5. Perfiles de los ingenieros civiles encuestados	224
Anexo 6. Respuestas de las encuestas a los ingenieros civiles	225
Anexo 7. Ubicación del proyecto en plano de zonificación del Rímac	231
Anexo 8. Plano de ubicación del proyecto	232
Anexo 9. Certificados de parámetros urbanísticos y edificatorios	233
Anexo 10. Certificado de ensayo resistencia a la compresión de testigos de diamantina	234
Anexo 11. Recepción de muestras / solicitud de ensayos	235
Anexo 12. Resultados del ensayo de clasificación de suelos	236
Anexo 13. Curva granulométrica	237
Anexo 14. Resultado del ensayo de densidad de campo	238
Anexo 15. Resultado del ensayo de corte directo	239
Anexo 16. Plano de la especialidad de arquitectura – Vivienda existente	241
Anexo 17. Plano de cimentación y losa aligerada – Vivienda existente	242
Anexo 18. Planos de vigas – Vivienda existente	243
Anexo 19. Planos de trabajos a intervenir en arquitectura – Alternativa de ampliación de niveles	244
Anexo 20. Planos de trabajos a intervenir en vigas y losas – Alternativa de ampliación de niveles	245
Anexo 21. Plano de cisterna – Alternativa de ampliación	246
Anexo 22. Plano detalle de refuerzo de placa – Alternativa de ampliación	247
Anexo 23. Plano de losa aligerada – Alternativa de ampliación de niveles	248
Anexo 24. Plano de detalle de escaleras – Alternativa de ampliación de niveles	249

	Página
Anexo 25. Plano de vigas de concreto armado – Alternativa de ampliación de niveles	250
Anexo 26. Plano de densidad de muros – Alternativa de edificación nueva	251
Anexo 27. Plano de cimentación – Alternativa de edificación nueva	252
Anexo 28. Plano de detalle de escaleras – Alternativa de edificación nueva	253
Anexo 29. Plano de losa aligerada – Alternativa de edificación nueva	254
Anexo 30. Plano de vigas – Alternativa de edificación nueva	255
Anexo 31. Cálculo de dotación de agua	256
Anexo 32. Cálculo de la potencia de bomba	267
Anexo 33. Diseño de cisterna	258
Anexo 34. Plano de detalle de cisterna en ambas alternativas	264
Anexo 35. Diseño de viga de concreto armado	265
Anexo 36. Diseño de columna de concreto armado	268
Anexo 37. Diseño de placas de concreto armado	269
Anexo 38. Resumen de presupuesto – Alternativa de ampliación	270
Anexo 39. Resumen de presupuesto – Alternativa de una edificación nueva	271
Anexo 40. Laminado en Sketchup de la vivienda existente y nueva	272

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

 USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA <h2 style="text-align: center;">MATRIZ DE CONSISTENCIA</h2>														
Título de la investigación:		COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA												
Elaborado por:		Edwin Jesús Cueva Villanueva												
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES			METODOLOGÍA								
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	Variables	Dimensión	Indicadores									
¿En qué medida el análisis estructural y factibilidad económica definirá la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?	Realizar el análisis estructural y factibilidad económica para definir la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.	La alternativa de ampliación presenta un mejor comportamiento estructural y factibilidad económica de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.	Alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar (Variable Independiente)	Criterios para el diseño de un reforzamiento estructural	Calidad de los elementos estructurales (inspección ocular)	DISEÑO								
					Pruebas de calidad del concreto (diamantina)		No experimental y transversal							
					Estudio de Mecánica de Suelos (calicatas)		Enfoque cuantitativo							
				Criterios para el diseño de una nueva edificación	Simplicidad y simetría	Descriptivo – correlacional								
					Tipo de sistema estructural									
			Comportamiento estructural y factibilidad económica (Variable Dependiente)	Control por carga vertical (capacidad portante)	Vivienda multifamiliar existente de 90.00 m ² con 03 niveles con un sistema estructural del tipo aporticado en el distrito del Rímac, provincia y departamento de Lima.	Cargas verticales (CM + CV) y cargas laterales (CS)	Análisis espectral	MUESTRA						
									Asentamiento tolerable	Ensayo de extracción de diamantina				
											Desplazamiento mínimo permisible	Estudio de mecánica de suelos (calicata)		
													Deformaciones y asentamientos	Modelado en softwares AutoCAD, sketchup, etabs y safe.
Cortante de entrepiso	Análisis dinámico	1. Elaboración de ensayos de extracción de diamantinas (concreto) y estudio de mecánica de suelos (calicata)												
			Evaluación presupuestaria	Cálculo del peso del edificio	2. Evaluación del proyecto con resultados de laboratorio, modelado en etabs (reforzamiento)									
Distribución de la fuerza sísmica	3. Criterios de estructuración de ambas alternativas, análisis estático y dinámico.													
		Metrados	4. Elaboración de presupuestos de ambas alternativas, metrados.											
Costos y presupuestos														
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS											
¿Cómo se determinará los periodos de vibración en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?	Determinar los periodos de vibración en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.	La alternativa de una edificación nueva disminuye en más de 20% los periodos de vibración frente a la alternativa de ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.	Comportamiento estructural y factibilidad económica (Variable Dependiente)	Periodos de vibración	Análisis espectral	PROCEDIMIENTO								
¿Cómo se determinará los desplazamientos laterales en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?	Determinar los desplazamientos laterales en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.	La alternativa de ampliación disminuye los desplazamientos laterales en el 1°, 2°, 3°, 4° y 5° nivel frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.		Desplazamientos laterales	Desplazamiento mínimo permisible		Ensayo de extracción de diamantina							
¿Cómo se determinará la fuerza cortante de entrepiso en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?	Determinar la fuerza cortante de entrepiso en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.	La alternativa de ampliación disminuye la fuerza cortante de entrepiso frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.		Cortante de entrepiso	Distribución de la fuerza sísmica		2. Evaluación del proyecto con resultados de laboratorio, modelado en etabs (reforzamiento)							
¿Cómo se determinará la factibilidad económica en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac?	Determinar la factibilidad económica en la alternativa de una edificación nueva o ampliación de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.	La alternativa de ampliación optimiza en más del 30% la factibilidad económica frente a la alternativa de una edificación nueva de un proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en el distrito del Rímac.						Evaluación presupuestaria	Metrados	3. Criterios de estructuración de ambas alternativas, análisis estático y dinámico.				
Costos y presupuestos	4. Elaboración de presupuestos de ambas alternativas, metrados.													

ANEXO 2. FORMATO DE ENCUESTA N° 01 A INGENIEROS CIVILES



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ENCUESTA N° 01

TESIS:	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
PRESENTADO POR:	EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA
ENCUESTADO:	
CIP:	
1. ¿Cuál es la importancia de hacer una “COMPARACIÓN ESTRUCTURAL Y ECONÓMICA ENTRE UNA EDIFICACIÓN NUEVA Y UNA REFORZADA CON MUROS DE CONCRETO ARMADO EN UN PROYECTO MULTIFAMILIAR EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA”?	
2. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
3. ¿Qué aspectos se deben de tener en cuenta en el estudio para el “COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA”?	
4. ¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	

5. ¿Cuál es el problema principal que genera la “COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA”?

¿Qué problemáticas existen referente al tema de tesis presentado?, en los siguientes aspectos:

Mano de Obra: (influencia del personal involucrado)

Maquinaria: (influencia de las herramientas y softwares utilizados en el diseño)

Medición: (norma a tener en cuenta)

Método: (cuál es el factor crítico en el diseño)

FIRMA DEL PROFESIONAL ENCUESTADO

ANEXO 3. FORMATO DEL PERFIL DEL INGENIERO CIVIL ENCUESTADO



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PERFIL DEL PROFESIONAL ENCUESTADO

NOMBRE:			
DNI:		CIP:	
CORREO:		CELULAR:	
EXPERIENCIA PROFESIONAL:			

FIRMA DEL PROFESIONAL ENCUESTADO

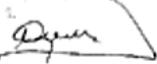
ANEXO 4. FORMATO DE ENCUESTA N° 02 A INGENIEROS CIVILES



ENCUESTA N° 02	
TESIS:	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
PRESENTADO POR:	EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA
ENCUESTADO:	
CIP:	
<p>1. ¿Qué importancia cree usted que tenga el presente tema de investigación?</p> <p>A. Muy importante B. Importante C. Neutral D. Poco importante E. No es importante</p>	<p>2. ¿Qué sectores se verían beneficiados con el presente Tema de Investigación?</p> <p>A. Población del distrito del Rímac B. Estudiantes de Ingeniería Civil C. Profesionales D. Trabajadores de Construcción Civil E. Otros</p>
<p>3. ¿A lo largo de su experiencia profesional ha utilizado esta metodología?</p> <p>A. Muchas veces B. Algunas veces C. Ocasionalmente D. Casi nunca E. Nunca</p>	<p>4. ¿Está de acuerdo con el Título del presente tema de investigación?</p> <p>A. Totalmente de acuerdo B. De acuerdo C. Neutral D. Debería mejorar E. No estoy de acuerdo</p>
<p>5. ¿Qué grado de complejidad tiene el presente tema de investigación?</p> <p>A. Muy difícil B. Algo difícil C. Normal D. Fácil E. Muy fácil</p>	<p>6. Según su experiencia profesional ¿es viable realizar un reforzamiento estructural o mejor construir una edificación nueva?</p> <p>A. Es factible realizar un reforzamiento. B. Es imposible hacer un reforzamiento. C. Es mejor demoler y construir uno nuevo. D. Dependerá del estado de la edificación existente.</p>

FIRMA DEL PROFESIONAL ENCUESTADO

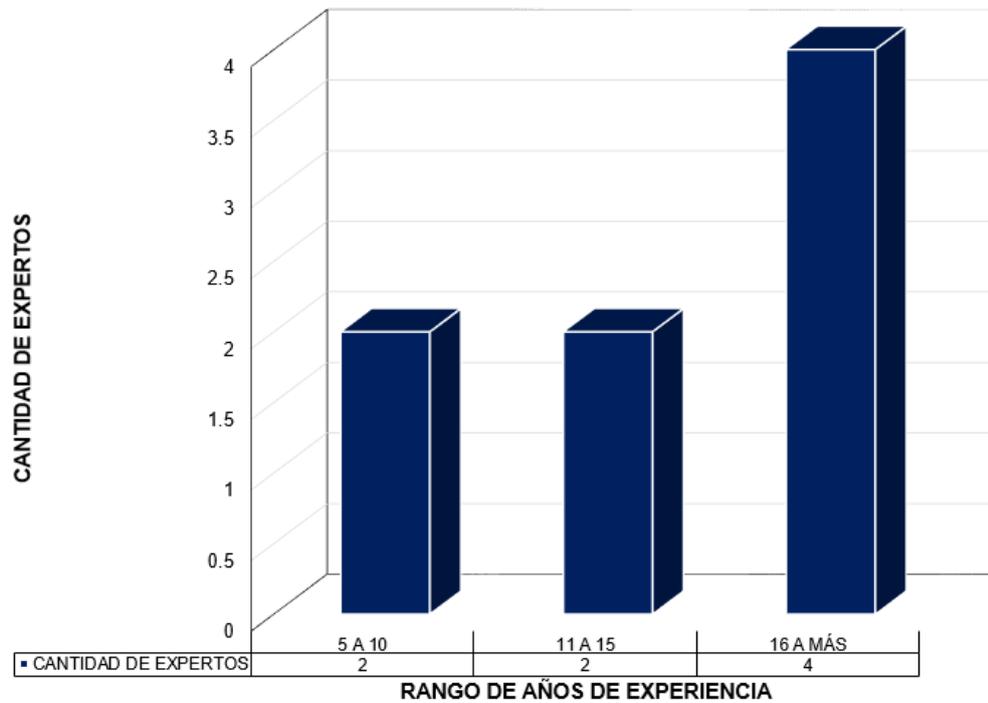
ANEXO 5. PERFILES DE LOS INGENIEROS CIVILES ENCUESTADOS

NOMBRE DEL EXPERTO	CONTACTO	CIP	UNIVERSIDAD	ESPECIALIZACIÓN	AÑOS DE EXPERIENCIA	CARGOS Y FUNCIONES	FIRMA
NÉSTOR CÁRDENAS SÁNCHEZ	vkningenieros@gmail.com	58975	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)	MAESTRÍA ESTRUCTURAL	25 AÑOS	DELEGADO MUNICIPAL EN ESTRUCTURAS	 NÉSTOR RAUL CÁRDENAS SANCHEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 58975
						INSPECTOR MUNICIPAL	
						MIEMBRO DE LA NORMA E.020 DE CARGAS	
						DOCENTE UNFV	
						PONENTE CURSO SAP 2000, ETABS Y SAFE EN EL COLEGIO DE INGENIEROS	
						CONSULTOR EN ESTRUCTURAS Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL	
						EXPERTO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LAS ESTRUCTURAS	
ALBERTO HERRERA VARGAS	bto1503@hotmail.com	197763	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)	MAESTRÍA ESTRUCTURAL	10 AÑOS	ASISTENTE DE LICITACIONES PARA OBRAS PÚBLICAS JEFE DE OFICINA TÉCNICA - IVD EL DERBY JEFE DE OFICINA TÉCNICA - PUENTE FORTALEZA JEFE DE OFICINA TÉCNICA - PUENTES ICA	 ALBERTO HERRERA VARGAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 197763
LUIS HUARHUA YPARRAGUIRRE	945298698	49110	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)	MAESTRÍA ESTRUCTURAL	25 AÑOS	ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS ESPECIALISTA EN OBRAS PORTUARIAS SUPERVISOR DEL PNSU (MINISTERIO DE VIVIENDA)	Luis Huarhua Yparraguirre CIP 49110
CARLOS MANUEL PAREJA CÓRDOVA	mcparreja@outlook.com	-	UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS (UPC)	MATEMÁTICA PURA	5 AÑOS	ASISTENTE DE OBRA (EMPRESA GEOTÉCNICOS LATINAS S.A) ASISTENTE DE INGENIERIA (EMPRESA ELECTRODIESEL NOR ORIENTE)	
				INGENIERO CIVIL		ANALISTA DE COSTROS (OFICINA TÉCNICA) ELABORACIÓN DE METRADOS (EMPRESA PRODUCTIVA)	
				INGENIERO INDUSTRIAL		GERENCIA DE DESARROLLO ECONÓMICO-LOCAL Y COMERCIALIZACIÓN-LICENCIAS EN EL CALLAO GERENCIA DE DESARROLLO URBANO EN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CALLAO	
CÉSAR ALEJANDRO JIMÉNEZ RUIDÍAS	cesarirui28@gmail.com	41653	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)	COSTOS Y PRESUPUESTOS	29 AÑOS	RESIDENCIA Y SUPERVISIÓN DE OBRAS EN EDIFICACIÓN Y VIALES SERVICIO DE CONSULTORIA EN TEMAS DE INGENIERIA CIVIL ELABORACIÓN DE EXPEDIENTES TÉCNICOS DE OBRA DOCENTE EN LA USMP (PAVIMENTOS-COSTOS Y PRESUPUESTOS-CAMINOS Y MAS)	 CESAR ALEJANDRO JIMENEZ RUIDIAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 41653
ELÍAS BOLÍVAR SAUÑE	ebolivars@coinscel.com	198931	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	ESPECIALISTA EN COSTOS Y PRESUPUESTOS	15 AÑOS	JEFE DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA (COINSCCEL SAC - EPS GRAU)	COINSCCEL S.A.C. Ing. Elias Bolivar Sauñe Reg. CIP N° 198931 Especialista en Costos y Presupuestos
				ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS		INGENIERO CONSULTOR (EMPRESA AGUASURV SAC)	
				GERENCIA Y GESTIÓN DE PROYECTOS		JEFE DE TOPOGRAFIA Y GEODESIA (COINSCCEL SAC - PTAP CURUMUY)	
				TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		INGENIERO COORDINADOR DE PROYECTOS	
ALBERTO A. GONZALES EFFIO	betoefio@hotmail.com	41715	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)	MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN ESTRUCTURAS	15 AÑOS	SUPERVISOR DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA	COINSCCEL S.A.C. Ing. Alberto A. Gonzales Effio Reg. CIP N° 41715 Especialista en Estructuras
				INGENIERÍA SISMORRESISTENTE			
				DIPLOMADO INTERNACIONAL INGENIERÍA ESTRUCTURAL			
JULIO CÉSAR QUIROZ CUEVA	jquirozcu@cjp.org.pe	47860	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA (UNC)	ESPECIALISTA EN COSTOS Y PRESUPUESTOS	27 AÑOS	CONSULTORIA Y EJECUCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y PRIVADAS CONSULTOR Y RESIDENTE DE OBRA ESPECIALISTA EN COSTOS Y PRESUPUESTOS	 INGENIERO CIVIL C.I.P. 47860 Especialista en Estructuras
			UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA(UNI)	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL		RESIDENTE DE OBRA (FM - MINERIA Y CONSTRUCCION SAC)	
				ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS (LCL CONTRATISTAS SAC)			
				ESPECIALISTA ESTRUCTURAL (HOUSE BUSSINES SAC)			

ANEXO 6.

RESPUESTAS DE LAS ENCUESTAS A LOS INGENIEROS CIVILES

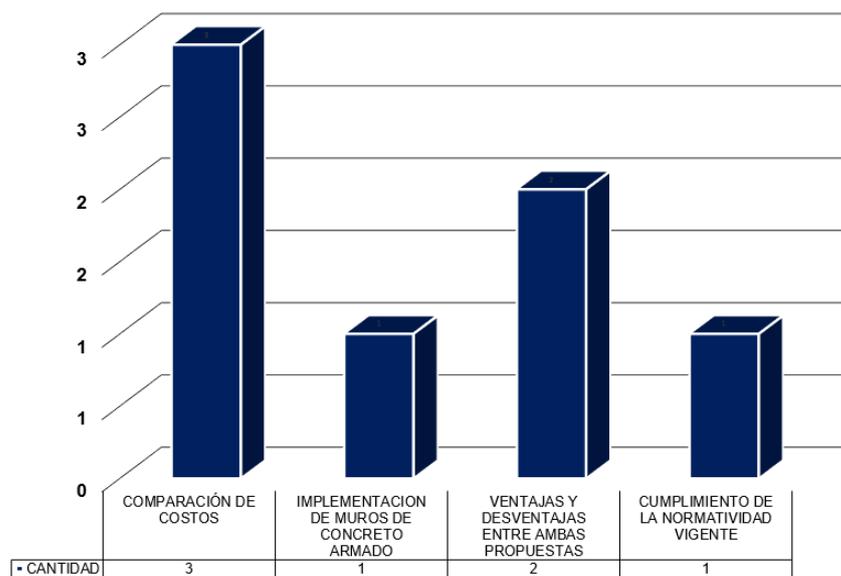
A. Datos Generales



Histograma de años de experiencia de los encuestados

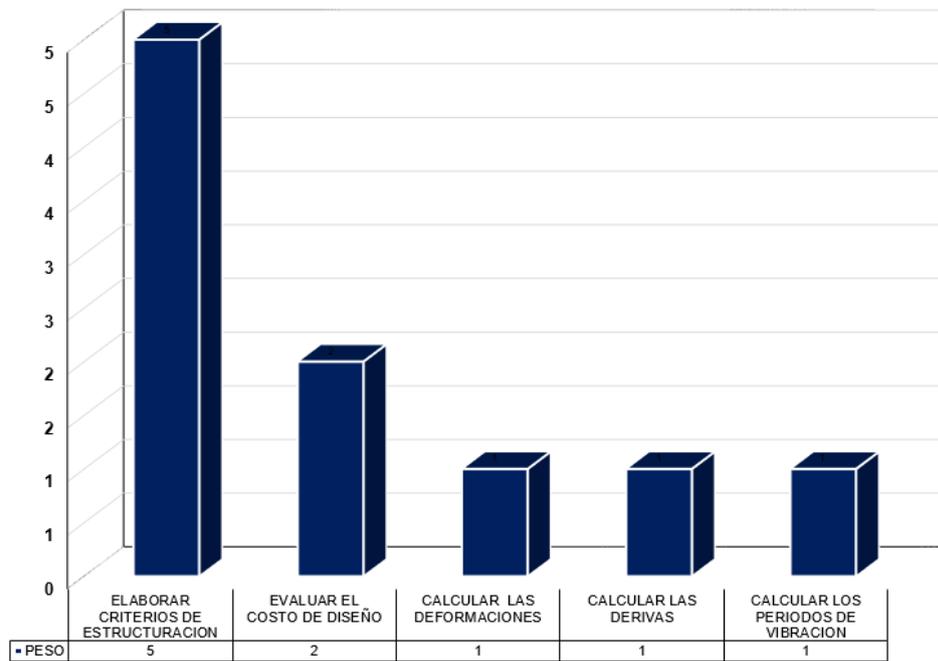
B. Preguntas Encuesta N° 01

1. Importancia de la investigación



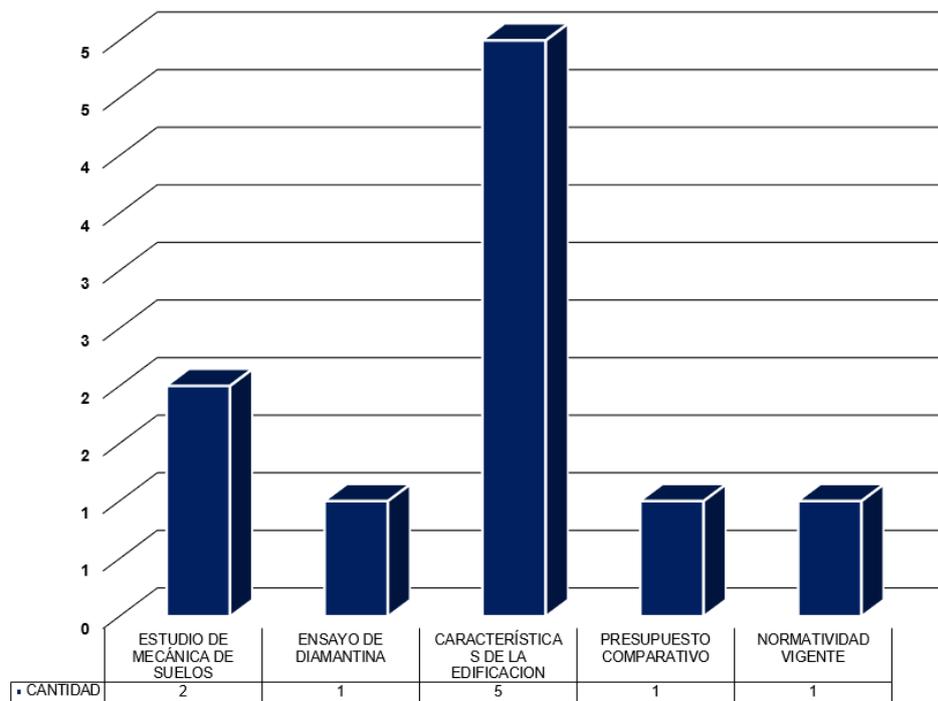
Histograma de importancia del proyecto

2. Objetivos que se podría plantear en esta investigación



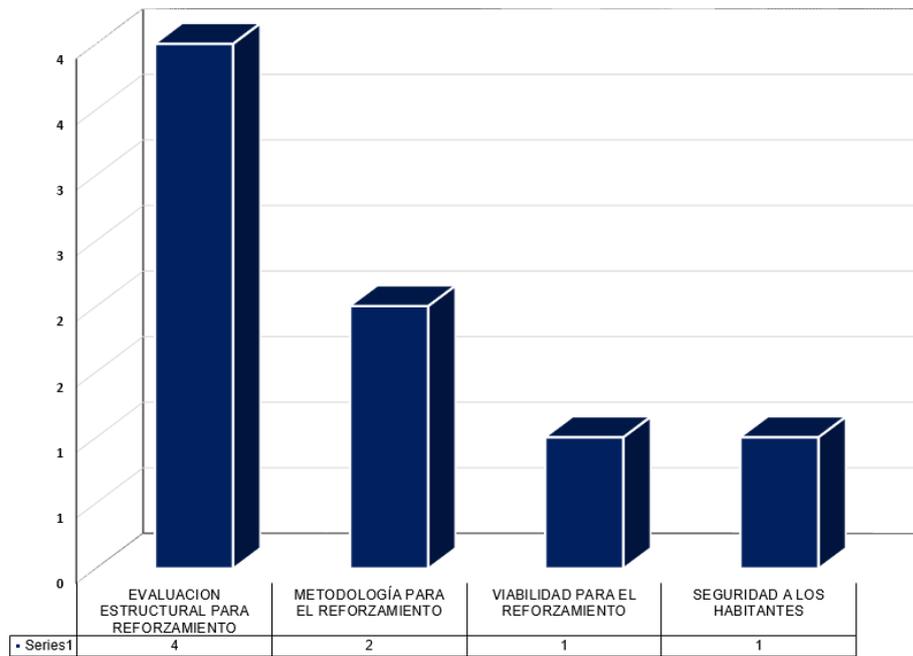
Histograma de objetivos

3. Aspectos para tener en cuenta en esta investigación



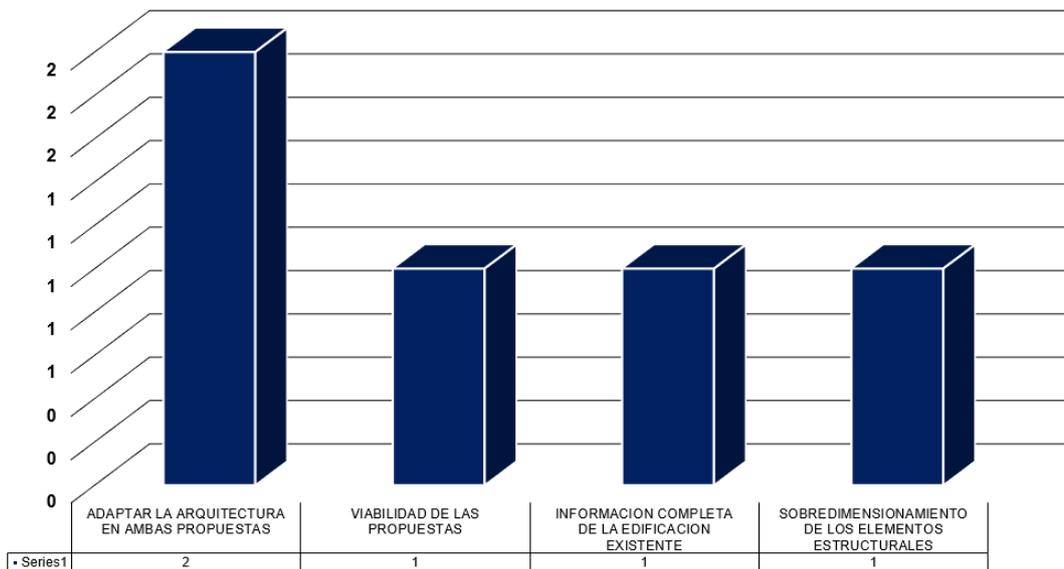
Histograma consideraciones para la investigación

4. Aportes en esta investigación



Histograma de aportes en la investigación

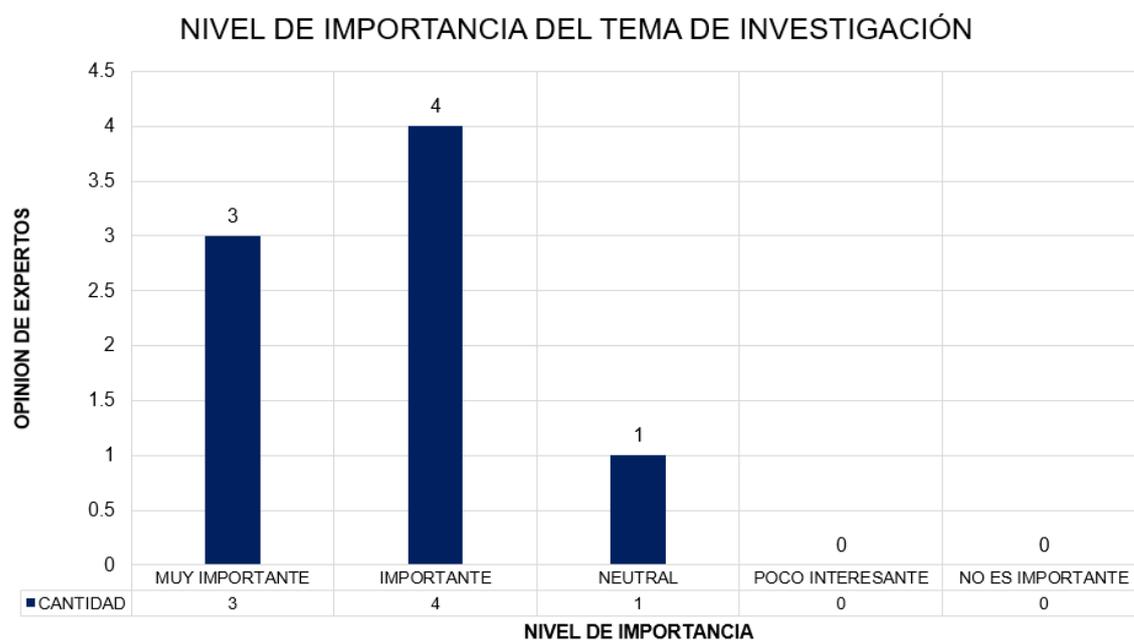
5. Problemática principal en esta investigación



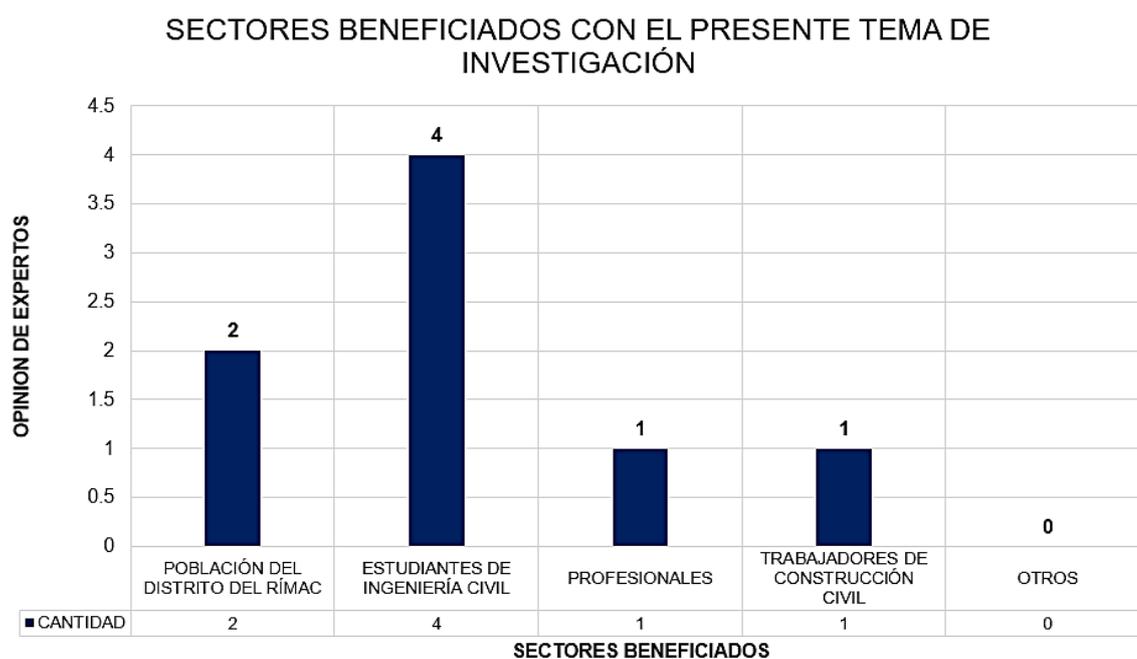
Histograma de problemática en la investigación

C. Preguntas Encuesta N° 02

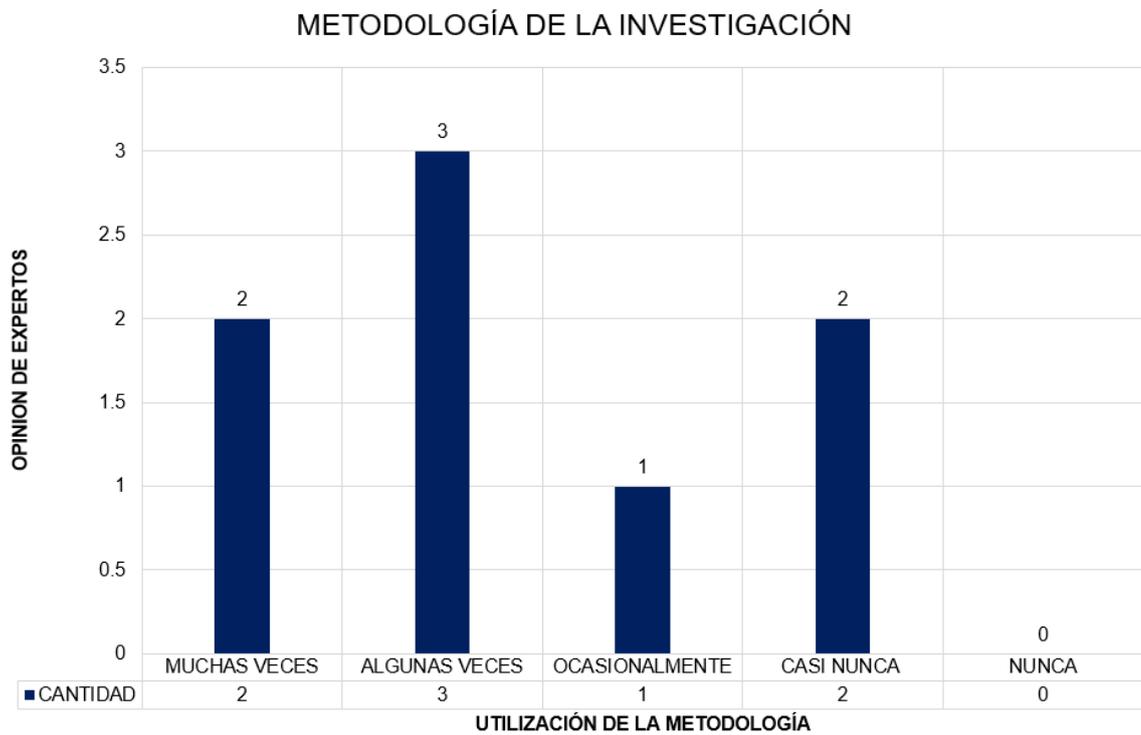
1. Nivel de importancia de la investigación



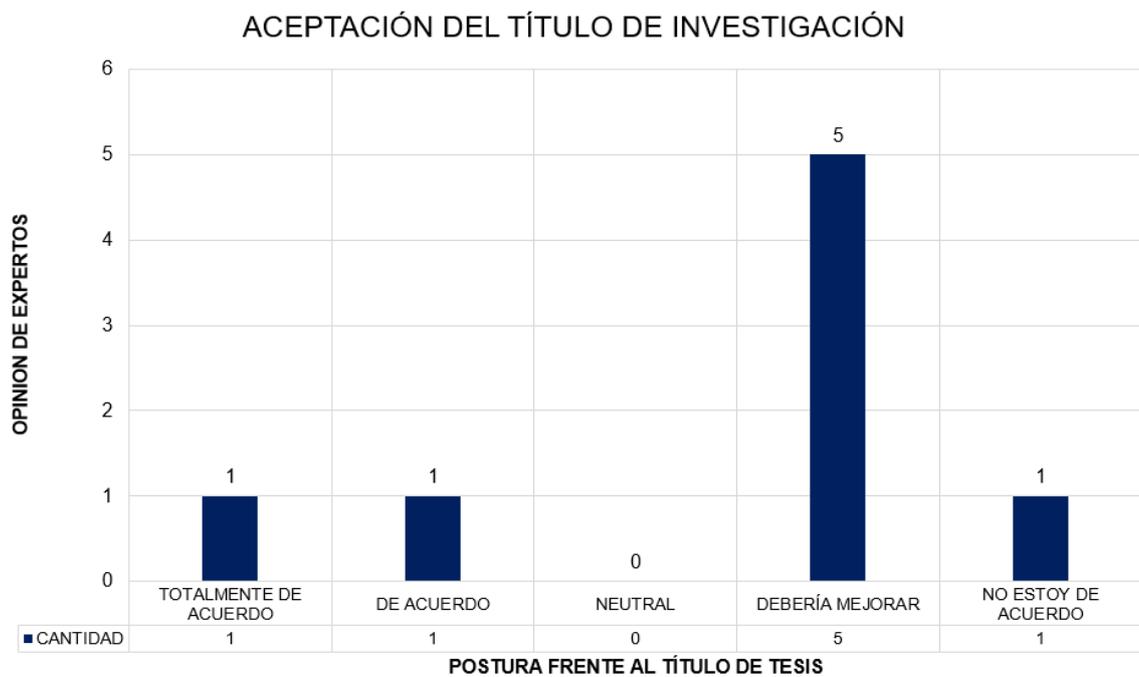
2. Sectores beneficiados con la investigación



3. Metodología empleada en la investigación



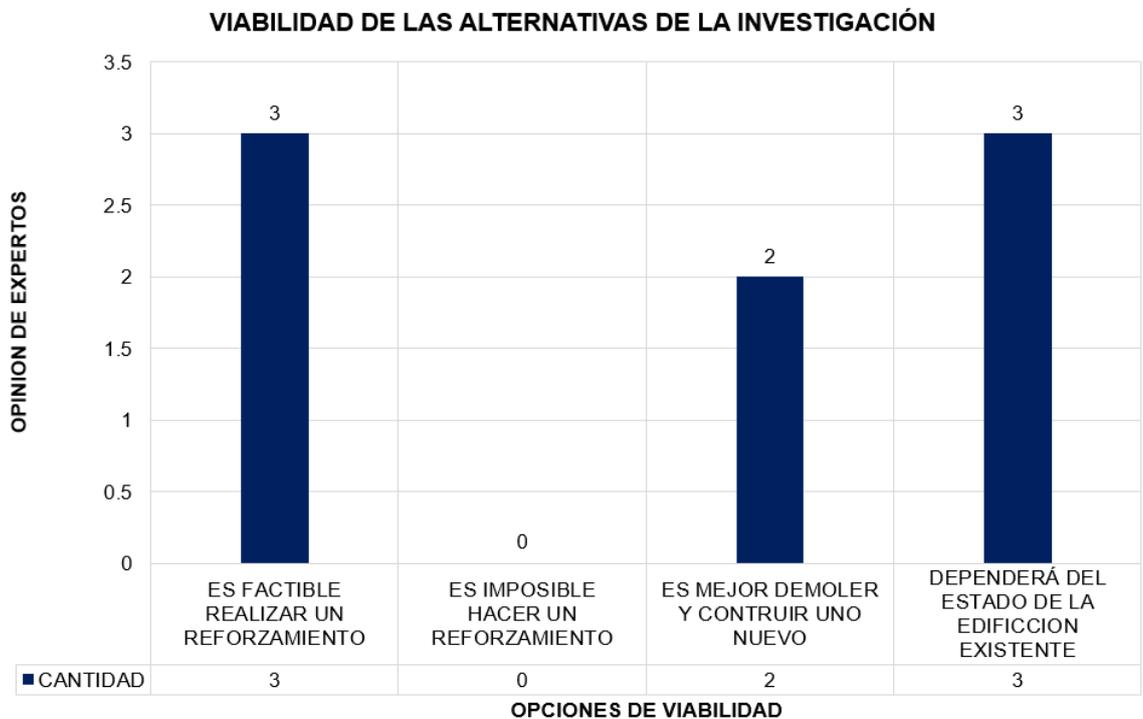
4. Aceptación del título de la investigación



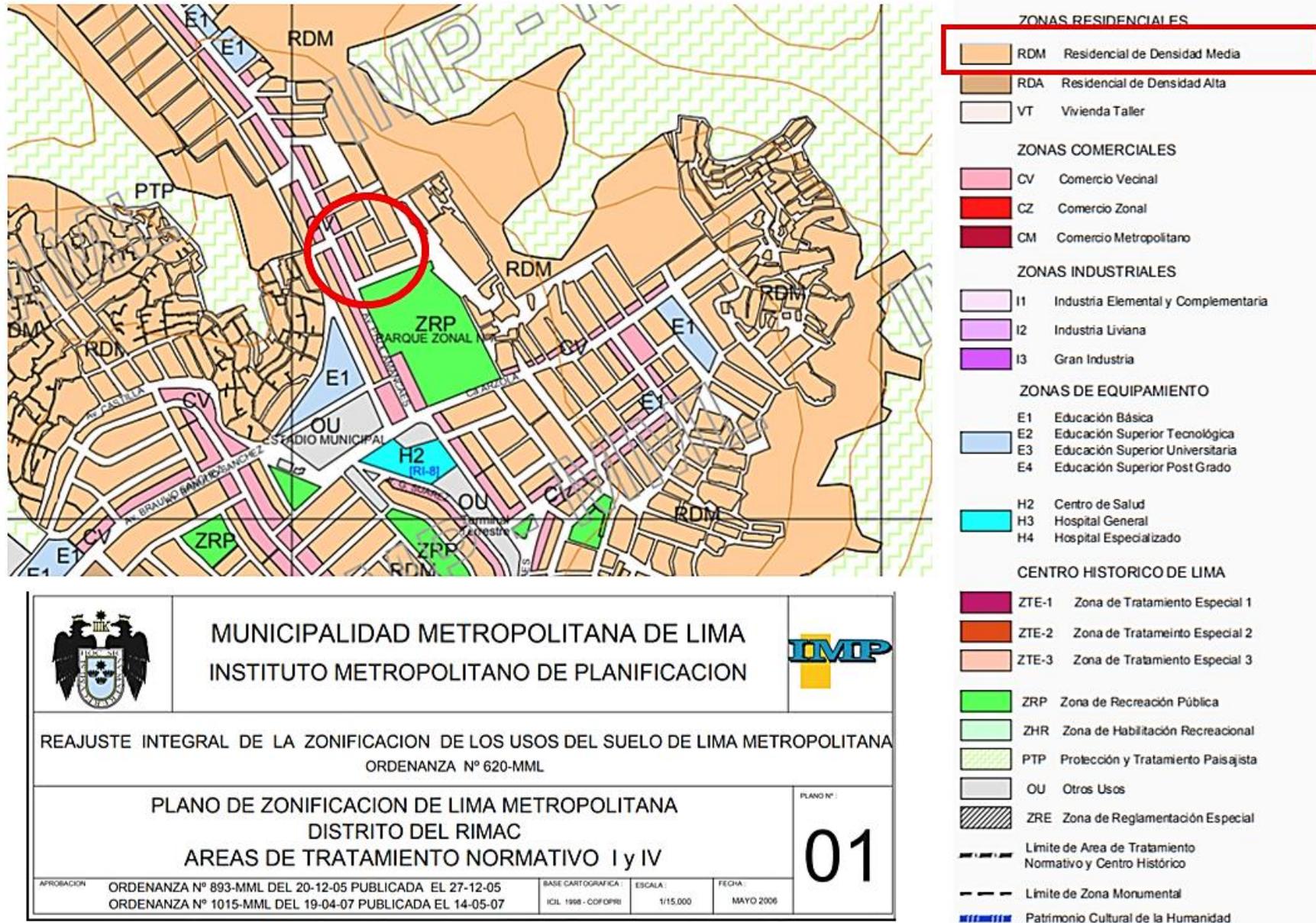
5. Complejidad de la investigación



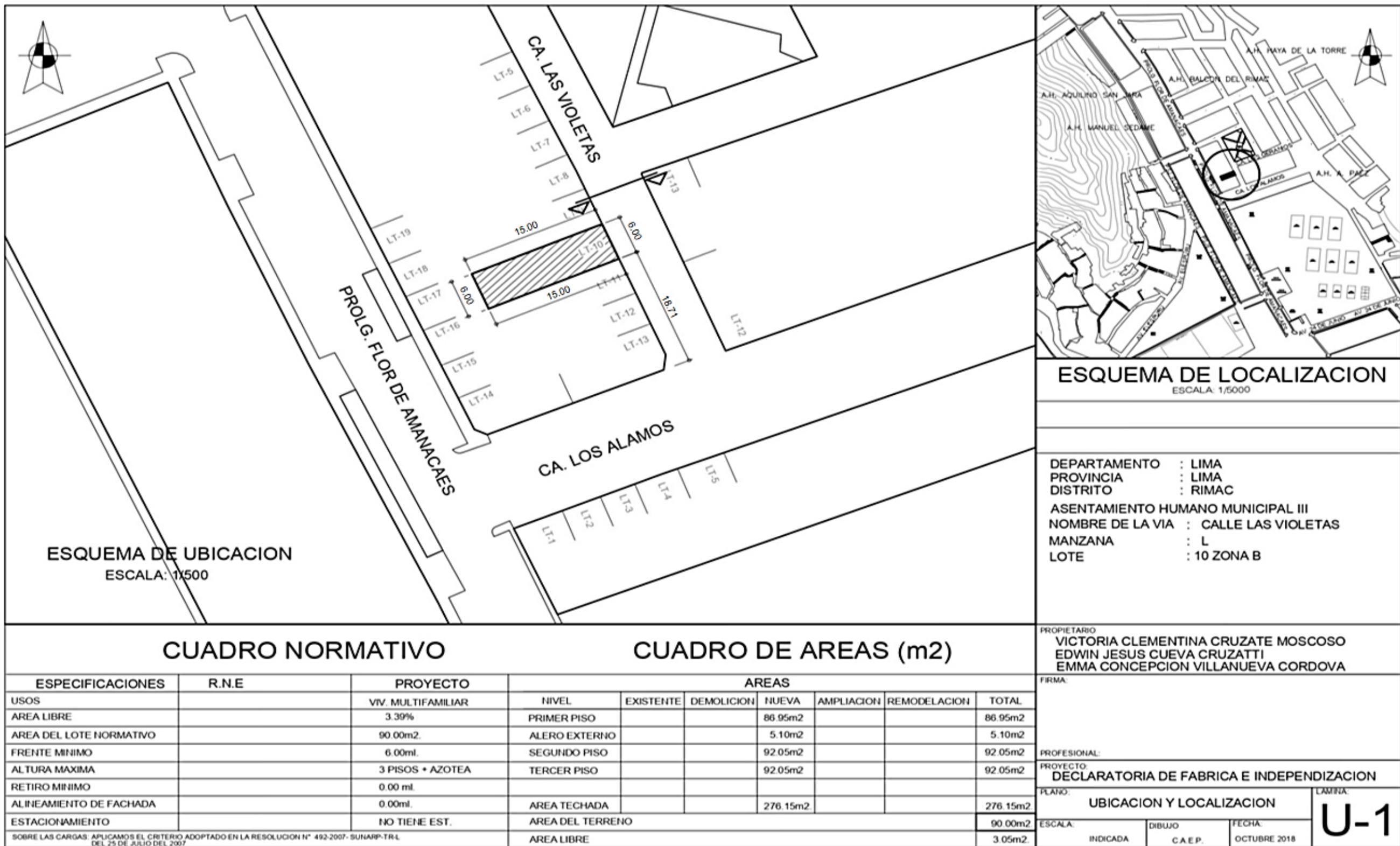
6. Viabilidad de las alternativas de estudio



ANEXO 7. UBICACIÓN DEL PROYECTO EN PLANO DE ZONIFICACIÓN DEL RÍMAC



ANEXO 8. PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESCALA: 1/5000

DEPARTAMENTO : LIMA
 PROVINCIA : LIMA
 DISTRITO : RIMAC
 ASENTAMIENTO HUMANO MUNICIPAL III
 NOMBRE DE LA VIA : CALLE LAS VIOLETAS
 MANZANA : L
 LOTE : 10 ZONA B

CUADRO NORMATIVO

CUADRO DE AREAS (m²)

ESPECIFICACIONES	R.N.E	PROYECTO	AREAS						
			NIVEL	EXISTENTE	DEMOLICION	NUEVA	AMPLIACION	REMODELACION	TOTAL
USOS		VIV. MULTIFAMILIAR	PRIMER PISO			86.95m ²			86.95m ²
AREA LIBRE		3.39%	ALERO EXTERNO			5.10m ²			5.10m ²
AREA DEL LOTE NORMATIVO		90.00m ² .	SEGUNDO PISO			92.05m ²			92.05m ²
FRENTE MINIMO		6.00ml.	TERCER PISO			92.05m ²			92.05m ²
ALTURA MAXIMA		3 PISOS + AZOTEA	AREA TECHADA			276.15m ² .			276.15m ²
RETIRO MINIMO		0.00 ml.	AREA DEL TERRENO						90.00m ²
ALINEAMIENTO DE FACHADA		0.00ml.	AREA LIBRE						3.05m ² .
ESTACIONAMIENTO		NO TIENE EST.							

PROPIETARIO
 VICTORIA CLEMENTINA CRUZATE MOSCOSO
 EDWIN JESUS CUEVA CRUZATTI
 EMMA CONCEPCION VILLANUEVA CORDOVA

FIRMA:
 PROFESIONAL:
 PROYECTO:
DECLARATORIA DE FABRICA E INDEPENDIZACION
 PLANO:
UBICACION Y LOCALIZACION
 ESCALA: INDICADA DIBUJO: C.A.E.P. FECHA: OCTUBRE 2018
U-1

SOBRE LAS CARGAS: APLICAMOS EL CRITERIO ADOPTADO EN LA RESOLUCION N° 492-2007- SUNARP-TR-L DEL 25 DE JULIO DEL 2007

ANEXO 9. CERTIFICADO DE PARÁMETROS URBANÍSTICOS Y EDIFICATORIOS



*AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DEL RÍMAC
 GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
 SUB GERENCIA DE OBRAS PRIVADAS Y CATASTRO

CERTIFICADO DE PARÁMETROS URBANÍSTICOS Y EDIFICATORIOS N° 062-2021-SGOPC-GDU-MDR

La Gerencia de Desarrollo Urbano, Sub Gerencia de Obras Privadas y Catastro que suscribe, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones; Ley 29090(29.09.2007) y su Reglamento (27/9/2008), Ord. 1015-07-MML de fecha (14.05.07).
Certifica que:

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Expediente : TUPA-2448-2021
 Solicitante : EDWIN JESUS CUEVA VILLANUEVA
 Ubicación del inmueble : Balcón del Rímac MZ L LT 10 -RIMAC

INFORMACIÓN TÉCNICA

Área de Tratamiento Normativo : I
 Zonificación : RDM – ZONA RESIDENCIAL DE DENSIDAD MEDIA

PARÁMETROS URBANÍSTICOS Y EDIFICATORIOS

De aplicación para todo el lote

Usos Permitidos: Unifamiliar, Multifamiliar y Conjunto Residencial.
Usos Compatible: Sólo los señalados en el Índice de Usos para la Ubicación de Actividades Urbanas, aprobado por la Ordenanza N° 1015-MML que aprueba el Reajuste Integral de la Zonificación de los Usos de Suelo publicado en el Diario Oficial El Peruano de fecha 14 de Mayo del 2007.
Retiro: 2.00 ml.
Eje de vía: $\frac{1}{2} (a) + r$
 (a= sección vial del PASAJE 3, r= retiro).

ZONA I	USOS PERMITIDOS	LOTE MÍNIMO (m2)	FRENTE MÍNIMO (m)	ÁREA LIBRE MÍNIMA	ALTURA MÁXIMA DE EDIFICACIÓN	DOTACIÓN ESTACIONAMIENTOS	ÁREA MÍNIMA UNIDAD DE VIVIENDA
Residencial De Densidad Media RDM	Vivienda Unifamiliar	80	5	25%	3 PISOS	No aplica	65.00 m2 para departamentos de (3 dormitorios)
	Multifamiliar	90 - 150	6	30%	3 - 5		
	Conjunto Residencial	800	20	50%	6	01 Estacionamientos X Cada 2 Viviendas	

FECHA DE EXPEDICIÓN: 13.04.2021

FECHA DE CADUCIDAD: 13.04.2024

Se extiende el presente certificado para los fines pertinentes.

Notas:

- Para el cálculo de las proyecciones de altura se considera un parapeto de 1.20 m de altura.
- Las alturas máximas permitidas serán a nivel de techo terminado y no de azotea.
- Las actividades Urbanas señaladas como compatibles en el índice de uso señaladas como RDM y RDA, deberán desarrollarse como complemento de la actividad residencial, ocupando un área máxima del 35% del área de lote.

Otros Particulares:

- Los criterios de diseño serán los establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones aprobado mediante D. S. N° 029-2019-VIVIENDA de fecha 06 De Noviembre del 2019 y sus anexos o modificaciones. Para usos especiales serán los establecidos según las normas vigentes.
- Se contará como dormitorio todo ambiente cuyas dimensiones permitan dicho uso.
- Se deberá respetar el Jardín de Aislamiento/ retiro de ser el caso.
- Se podrá construir vivienda unifamiliar en cualquier lote superior a 90m2.
- El presente certificado no autoriza la ejecución de la obra.
- En zonas RDM se permitirá el uso complementario de comercio a pequeña escala y talleres artesanales hasta un área máxima equivalente al 35% del área del lote, según lo indicado en el Índice de Usos para la Ubicación de Actividades Urbanas.
- Según el Reglamento Nacional de Edificaciones Capítulo IV -Dimensiones mínimas de los Ambientes (h min = 2.30)

Observaciones:

- La numeración que se consigna en el presente certificado es solo referencial de numeración, tampoco acredita habilitación urbana ni subdivisión de lotes.

Rímac, 13 de abril del 2021



Arq. Carlos Augusto Warthon Villegas
 SUB GERENTE DE OBRAS PRIVADAS Y CATASTRO

Av. Antón Sánchez cdra. 1 s/n, esquina con Calle los Virreyes N° 205 – Rímac
 Teléfono: 500-4040

ANEXO 10. CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE DIAMANTINA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DIAMANTINOS	Código	FOR-LTC-CO-037
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C42

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA
OBRA : "VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 05 NIVELES"
UBICACIÓN : PSJ. LAS VIOLETAS MZ L LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC.
Fecha de ensayo: 23/04/2021

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Rotura	Altura (cm)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Relacion altura / diametro	Factor de Corrección de Resistencia	Carga Maxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
1	D1	23/04/21	12.60	6.7	35.25	1.88	0.988	5354.2	150.1
2	D2	23/04/21	12.80	6.7	35.25	1.91	0.990	5038.9	141.6

OBSERVACIONES:

- * Muestra extraída mediante perforadora diamantina.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

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

(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

ANEXO 12. RESULTADO DEL ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-129



INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

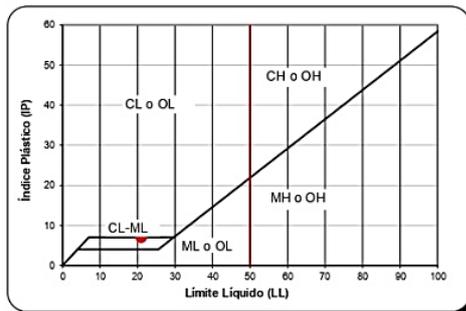
INFORME N° : LABGEO-21-121.01

Fecha de Emisión : 19/05/2021
Fecha de Recepción : 3/05/2021

CLIENTE : Edwin Jesús Cueva Villanueva
DIRECCIÓN : Psj. Las Violetas Mz. L Lt. 10 Asent. H. Balcón del Rimac
SOLICITANTE : Edwin Jesús Cueva Villanueva
PROYECTO : Proyecto multifamiliar 05 niveles, Rimac

UBICACIÓN : Psj. Las Violetas Mz L Lt. 10 Asent. H. Balcón de Rimac, Flor de Amancaes

IDENTIFICACIÓN	C-1		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)	1.30
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)	FORMA :	Sub angular		DUREZA :	Duro y Durable	T.M.V. 3 in.
	COLOR DE MUESTRA :	Pardo Oscuro		CLASIFICACIÓN VISUAL:	GP-GC	



Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)

FECHA DE EJECUCIÓN	05/05/2021
Límite Líquido (LL)	21
Límite Plástico (LP)	14
Índice Plástico (IP)	7
% Retenido malla No. 40	86
N.P. (No Plástico)	



Determinación del Contenido de Humedad (ASTM D2216)	
Método de Ensayo	A
FECHA DE EJECUCIÓN :	03/05/2021
Masa de tara (g)	301
Masa de tara + muestra húmeda (g)	6 839
Masa de tara + muestra seca (g)	6 722
Contenido de humedad (%)	2
Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple
Más de un tipo de material en la muestra	No

Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCS)
GP - GC
Nombre de Grupo
Poorly graded gravel with clay and sand
Nombre de Grupo local
Grava mal graduada con arcilla y arena

DATOS DE LOS ENSAYOS					
Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado ASTM D4318	Límite Líquido	Multipunto
	ASTM D4318	Húmeda		Límite Plástico	Manual

Observaciones : Se encontro gravas mayor a 3in. 17.1%

CHRISTIAN ROMERO CRISTOBAL
JEFE DE LABORATORIO

ROMERO CRISTOBAL
CHRISTIAN HENRY
Fecha: 19/05/2021 15:07
Firmado con www.tocapu.pe

DAVID LEONCIO VAREZ LOPEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CP. N° 57142

VASQUEZ LOPEZ DAVID
LEONCIO
LABGEO CRVV S.A.C.
Fecha: 19/05/2021 15:10
Firmado con www.tocapu.pe



Jefe de Laboratorio

Director de Laboratorio
CIP-57142

Sello

Referencia	ASTM D2216-19	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17e1	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Ensayos realizados en las instalaciones de la Av. Nicolás Aylón N° 9746 (Carretera Central km 13) - Ate vitarte por el personal acreditado.

Los resultados solo estan relacionado con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-91 / Ver. 02

Laboratorio: Av. Nicolás Aylón N° 9746 (Av. Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima

Página 1 de 2

Tel.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817

e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com

www.labgeo-crvv.com

ANEXO 13. CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-129



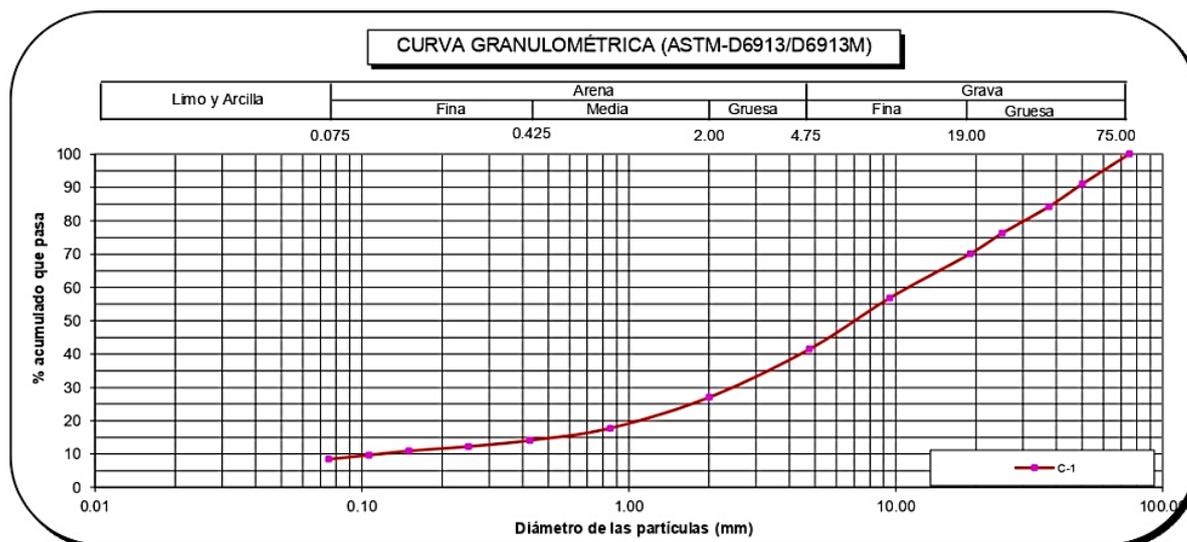
INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INFORME N° : LABGEO-21-121.01

Fecha de Emisión : 19/05/2021
Fecha de Recepción : 3/05/2021

IDENTIFICACIÓN	C-1	MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)	1.30
BAÑO ULTRASÓNICO	No	APARATO DE AGITACIÓN	No		

Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M				A		
FECHA DE EJECUCIÓN :				4/05/2021		
Malla		Masa retenida g	% que pasa (1 ó 0.1%)	Tipo Tamizado		
N°	Abertura (mm)					
3 in.	75.00	0	100	Compuesto		
2 in.	50.00	6 813	91	Fraccionamiento		
1 ½ in.	37.50	5 155	84	Tamiz N°	%PR	
1 in.	25.00	6 105	76	No. 4	59	
¾ in.	19.00	4 659	70	Tamiz N°	%PR	
¾ in.	9.50	10 062	57	---	---	
No. 4	4.75	11 668	41	Cu	96.35	
No. 10	2.00	108.20	27	Cc	4.38	
No. 20	0.850	69.50	18	% Grava	% GG	
No. 40	0.425	27.40	14		% GF	
No. 60	0.250	13.60	12	% Arena	% AG	
No. 100	0.150	10.20	11		% AM	
No. 140	0.106	9.30	10		% AF	
No. 200	0.075	8.80	8	% Finos		
					30	59
					29	33
					14	8
					13	
					6	
					8	



Referencia	ASTM D2216-19	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17e1	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Ensayos realizados en las instalaciones de la Av. Nicolás Ayllón N°9746 (Carretera Central km 13) - Ate vitarte por el personal acreditado.

Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

ANEXO 14. RESULTADO DEL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO



INFORME DE ENSAYO

DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO BALON POR REEMPLAZO DE AGUA)

INFORME : LABGEO-21-D-08.01A

Fecha de emisión : 19/05/2021

Fecha de ensayo : 1/05/2021

SOLICITANTE : Edwin Jesús Cueva Villanueva

DIRECCION : Psj. Las Violetas Mz. L Lt. 10 Asent. H. Balcón del Rímac

PROYECTO : Proyecto multifamiliar 05 niveles, Rímac

UBICACIÓN : Psj. Las Violetas Mz L Lt. 10 Asent. H. Balcón de Rímac, Flor de Amancaes

DENSIDAD HÚMEDA		
ENSAYO		D-02
PROGRESIVA		---
DEPOSITO DE DESMONTE		---
PROFUNDIDAD (m)		---
CLASIFICACION SUCS (Visual)		SM
Peso del material extraído	g	31724
Volumen de agua	cm ³	16000
Densidad del agua	g/cm ³	1.00
Densidad húmeda	g/cm³	1.983

CONTENIDO DE HUMEDAD		
Contenido de humedad	%	2.50

RESULTADOS		
Densidad húmeda	g/cm ³	1.98
Contenido de humedad	%	2.50
Densidad seca	g/cm ³	1.934

Observaciones: _____

**ROMERO CRISTOBAL
CHRISTIAN HENRY**

Fecha: 19/05/2021 15:18
Firmado con www.tocapu.pe

Christian Romero C.
Jefe de Laboratorio

**VASQUEZ LOPEZ DAVID
LEONCIO**

LABGEO CRVV S.A.C.
Fecha: 19/05/2021 15:19
Firmado con www.tocapu.pe

Ing. David Vasquez L.
Director de Laboratorio

CIP-57142



Sello

Referencia ASTM D5030/D5030M-13 Standard Test Methods for Density of Soil and Rock in Place by the Water Replacement Method in a Test Pit

Los resultados solo estan relacionado con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

ANEXO 15. RESULTADO DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

 LabGeo _{CRVV} Laboratorio Geotécnico & de Concreto	INFORME DE ENSAYO CORTE DIRECTO ASTM D3080 / D3080M
--	--

INFORME N° : LABGEO-21-121.02

Fecha de Emisión : 19/05/2021

SOLICITANTE : Edwin Jesús Cueva Villanueva

Fecha de Recepción : 03/05/2021

DIRECCIÓN : Psj. Las Violetas Mz. L Lt. 10 Asent. H. Balcón del Rímac

PROYECTO : Proyecto multifamiliar 05 niveles, Rímac

UBICACIÓN : Psj. Las Violetas Mz L Lt. 10 Asent. H. Balcón de Rímac, Flor de Amancaes

Calicata : C-1

Muestra : ---

Prof. (m) : 1.30

SUCS : GP-GC

Estado de la muestra : Remoldeada

Velocidad (mm/min) : 0.25

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	(kg/cm ²)	0.5		1.0		2.0	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	(cm)	2.05	1.97	2.04	1.86	2.05	1.81
Lado	(cm)	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	1.98	2.28	1.98	2.38	1.98	2.46
Humedad(%)	(%)	3	14	3	13	3	12
Densidad Seca(g/cm ³)	(g/cm ³)	1.93	2.01	1.93	2.11	1.93	2.19

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte		Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte		Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte	
	Tangencial (kg/cm ²)	Normalizado (kg/cm ²)		Tangencial (kg/cm ²)	Normalizado (kg/cm ²)		Tangencial (kg/cm ²)	Normalizado (kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.19	0.02	0.03	0.19	0.03	0.03	0.19	0.11	0.06
0.39	0.12	0.24	0.39	0.13	0.13	0.39	0.21	0.11
0.58	0.17	0.33	0.58	0.23	0.24	0.58	0.32	0.17
0.78	0.18	0.36	0.78	0.30	0.31	0.78	0.44	0.23
0.97	0.19	0.39	0.97	0.36	0.37	0.97	0.57	0.29
1.27	0.21	0.41	1.16	0.44	0.45	1.17	0.72	0.37
1.56	0.24	0.49	1.55	0.55	0.56	1.56	0.80	0.41
1.95	0.26	0.53	1.94	0.62	0.64	1.95	0.93	0.48
2.34	0.32	0.63	2.33	0.74	0.76	2.34	1.04	0.53
2.73	0.34	0.67	2.71	0.83	0.85	2.73	1.13	0.58
3.12	0.37	0.74	3.10	0.90	0.93	3.12	1.19	0.61
3.51	0.41	0.81	3.49	0.94	0.97	3.51	1.28	0.65
3.90	0.44	0.87	3.88	0.99	1.02	3.90	1.38	0.71
4.29	0.46	0.92	4.26	1.00	1.03	4.29	1.46	0.75
4.68	0.50	0.99	4.65	1.04	1.07	4.68	1.51	0.77
5.07	0.53	1.06	5.04	1.07	1.09	5.07	1.59	0.81
5.45	0.58	1.16	5.43	1.08	1.10	5.45	1.65	0.84
5.84	0.60	1.19	5.81	1.11	1.13	5.84	1.71	0.87
6.23	0.61	1.21	6.20	1.09	1.12	6.23	1.75	0.90
6.62	0.63	1.25	6.59	1.07	1.10	6.62	1.76	0.90
7.01	0.63	1.25	6.98	1.08	1.11	7.01	1.76	0.90
7.40	0.66	1.32	7.36	1.08	1.11	7.40	1.75	0.89
7.79	0.67	1.34	7.75	1.10	1.13	7.79	1.76	0.90
8.18	0.66	1.31	8.14	1.09	1.12	8.18	1.79	0.91
8.57	0.62	1.23	8.53	1.09	1.12	8.57	1.80	0.92
8.96	0.63	1.26	8.91	1.06	1.09	8.96	1.82	0.93
9.35	0.64	1.27	9.30	1.07	1.10	9.35	1.80	0.92
9.74	0.65	1.29	9.69	1.07	1.09	9.74	1.79	0.92
10.71	0.63	1.25	10.66	1.06	1.09	10.71	1.76	0.90
11.69	0.62	1.24	11.63	1.07	1.09	11.69	1.75	0.90
12.66	0.62	1.23	12.59	1.07	1.10	12.66	1.74	0.89
13.64	0.61	1.22	13.56	1.06	1.09	13.64	1.74	0.89
14.61	0.61	1.22	14.53	1.06	1.08	14.61	1.73	0.89
15.59	0.61	1.21	15.50	1.05	1.08	15.59	1.73	0.88

OBSERVACIONES: Ensayo ejecutado del pasante de la malla N°4, datos de densidad y humedad de remoldeo indicada por el cliente.

Referencia ASTM D3080-11 Standard Test Method fo Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

Los resultados solo estan relacionado con el item ensayado. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.

Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

Laboratorio: Av. Carretera Central 9746 - Ate Vitarte

INFORME N° LABGEO-21-121.02

Fecha de Emisión : 19/05/2021

PROYECTO Proyecto multifamiliar 05 niveles, Rímac

Fecha de Recepción : 03/05/2021

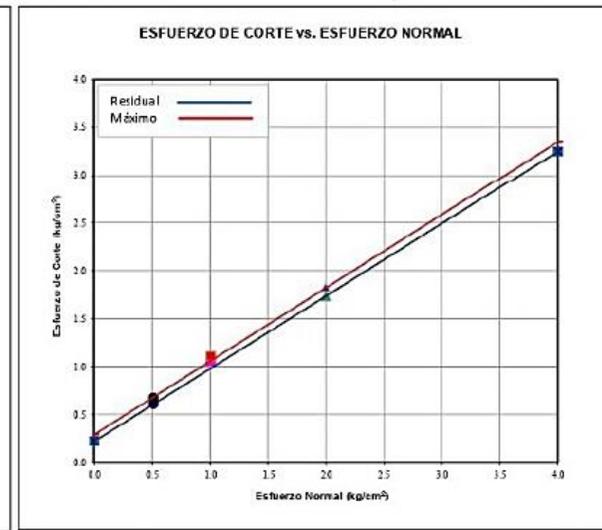
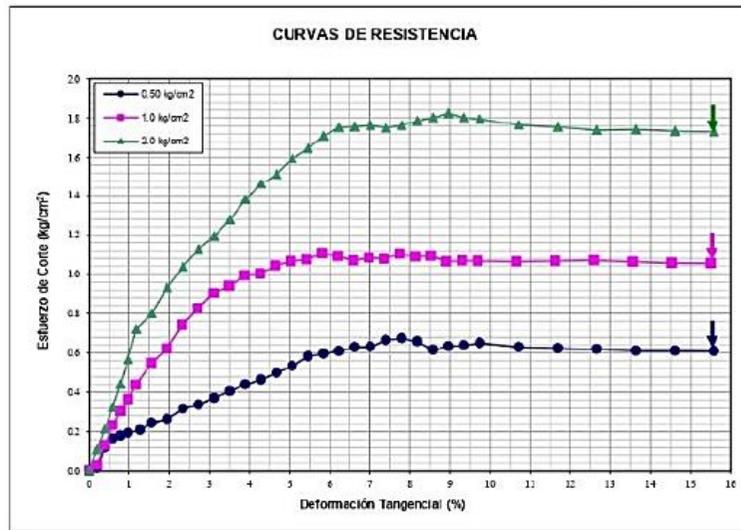
UBICACIÓN Psj. Las Violetas Mz L.LT. 10 Asent. H. Balcón de Rímac, Flor de Amancaes

Calicata : C-1
SUCS : GP-GC

Muestra : ---
Estado de la muestra : Remoldeada

Prof. (m) : 1.30
Velocidad (mm/min) : 0.25

RESULTADOS: Residual $c' = 0.22 \text{ kg/cm}^2$ $\psi' : 37.1^\circ$
Máximo $c' = 0.29 \text{ kg/cm}^2$ $\psi' : 37.4^\circ$



Los resultados del presente ensayo se basan en una línea de mejor ajuste determinada matemáticamente. La interpretación de los resultados debe ser realizada por un profesional con experiencia en Ingeniería Geotécnica.

OBSERVACIONES: Ensayo ejecutado del pasante de la malla N°4, datos de densidad y humedad de remoldeo indicada por el cliente.

CHRISTIAN HENRY
CHRISTIAN HENRY
JEFE DE LABORATORIO

ROMERO CRISTOBAL
CHRISTIAN HENRY

Fecha: 19/05/2021 15:04
Firmado con www.tocapu.pe

Jefe de Laboratorio

DAVID VASQUEZ LOPEZ
DAVID VASQUEZ LOPEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CP. N° 5742

VASQUEZ LOPEZ DAVID
LEONCIO
LABGEO CRVV S.A.C.
Fecha: 19/05/2021 15:08
Firmado con www.tocapu.pe

Director de Laboratorio
CP-5/142

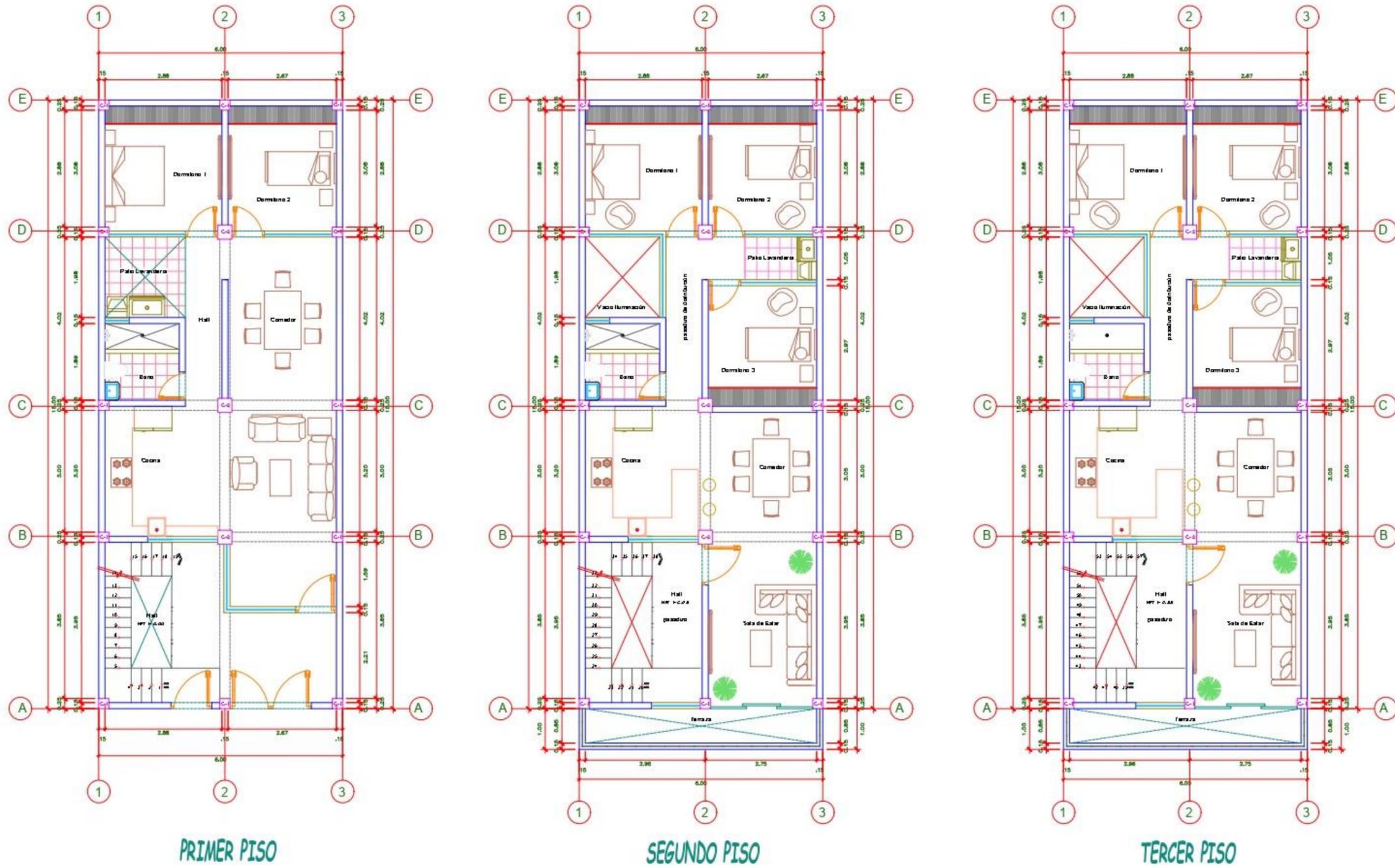


Selo

Referencia ASTM D3080-11 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

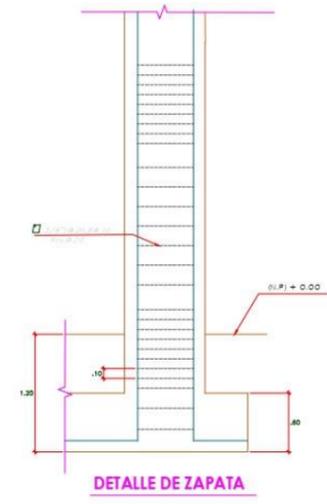
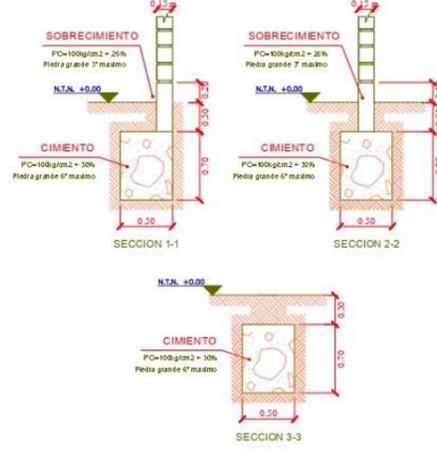
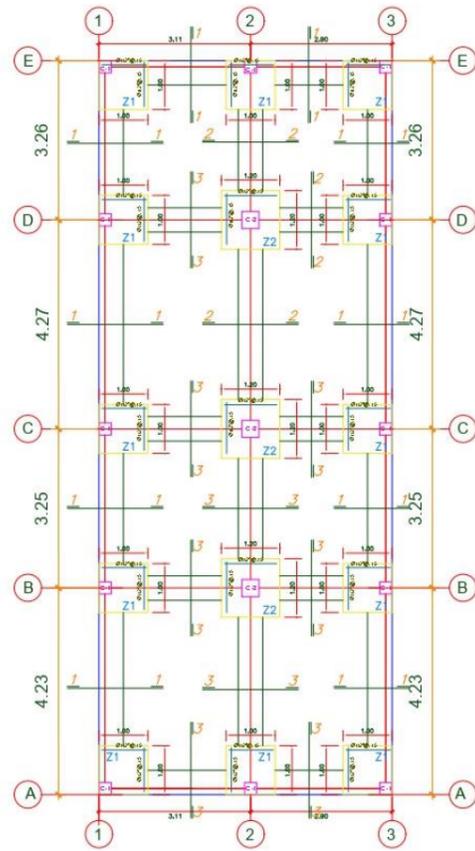
Los resultados solo están relacionados con el ítem ensayado. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

ANEXO 16. PLANO DE LA ESPECIALIDAD DE ARQUITECTURA – VIVIENDA EXISTENTE



Especialidad	
ARQUITECTURA	
Proyecto Arquitectónico	
EDIFICIO MULTIFAMILIAR	
Ubicación	
Paj. Las Violetas Mz L.Lt. 10 Asent. H. Balcón del Rimac	
Propietario	
VICTORIA CRUZATTI MOSCOYO Y SOCIEDAD CONYUGAL EMMA CONCEPCION VILLANUEVA CORDOVA Y EDWIN CUEVA CRUZATTI	
Proyecto	
Arq° Javier Orbegozo ARQUITECTOS Proyectos Consultorias e imagen Arquitectónica Tel. 990385729 jorbegozoarq@yahoo.es jorbegozoarq@gmail.com	
Plano	
Plantas de Distribución 1er Piso - 2do Piso 3er Piso	
Escala	Fecha
1/50	Agosto 2016
Dibujó	
AXO - X10 5/8x10 X01	
Llave	
A - 01	

ANEXO 17. PLANO DE CIMENTACIÓN Y LOSA ALIGERADA – VIVIENDA EXISTENTE

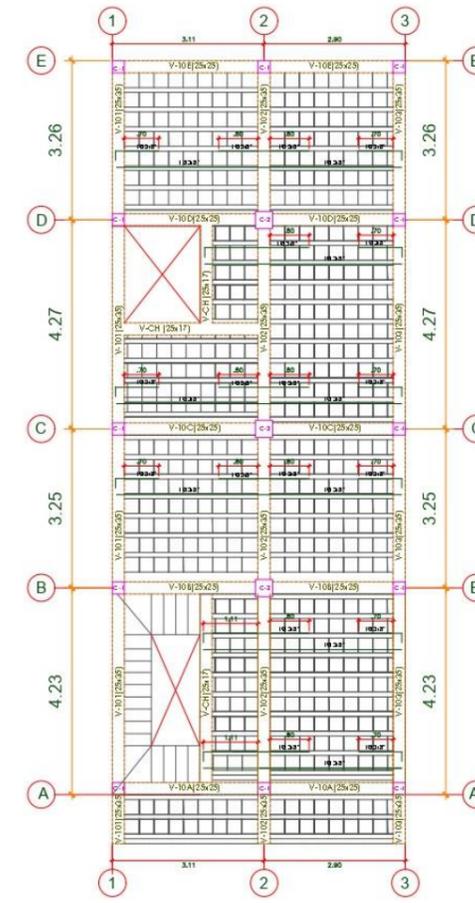
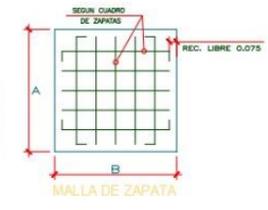


CUADRO DE COLUMNAS

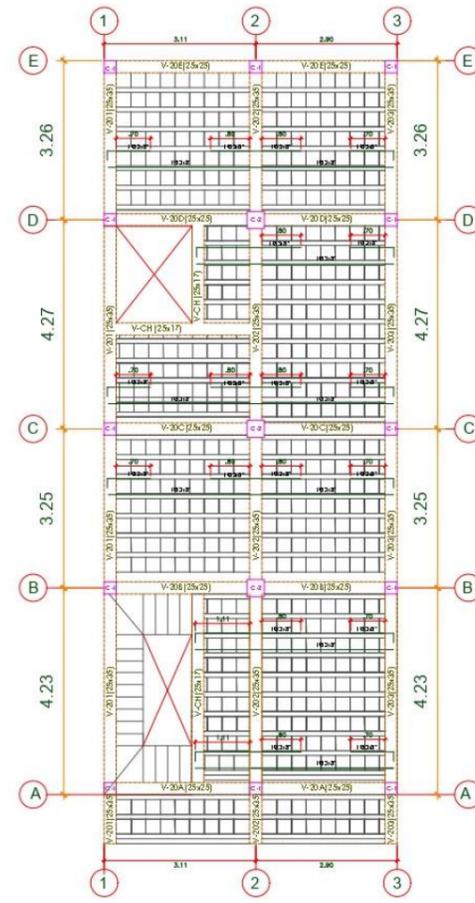
NIVEL	SECCION	C-1	C-2
1º PISO A 3º PISO			

CUADRO DE ZAPATAS

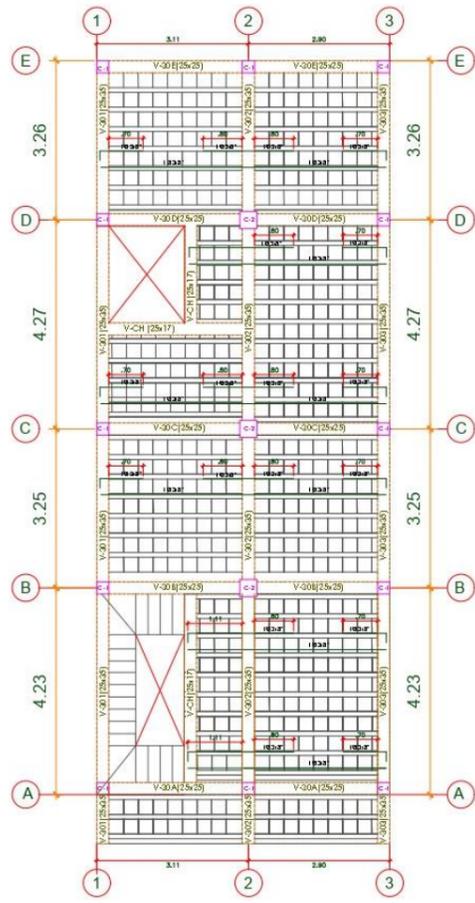
TIPO	DIMENSION AxB	H	PARRILLA
Z-1	1.00 x 1.00	0.60	1 Ø 1/2" Ø 0.15
Z-2	1.20 x 1.20	0.60	1 Ø 1/2" Ø 0.15



PRIMER - NIVEL



SEGUNDO - NIVEL



TERCER - NIVEL



SECCION TIPICA DE ALIGERADO(h=.20)
ESCALA:1/10

ESPECIFICACIONES CONCRETO

SOBRECIMIENTO
 CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 * VER f_c DE PISO EN CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE PISO
 - UTILIZAR CEMENTO PORTLAND TIPO I
 FERRO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

SOBRECIMIENTO
 CONCRETO COMISO $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$ (Temperatura maxima 45)
 FERRO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 + 25\% \text{ P.G.}$ (Temperatura maxima 37)

SOLADO (SOLO EN ZAPATAS) $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$, 15cm. DE ESPESOR

REGLAMIENTOS
 ZAPATA: 4 cm.
 PLACAS, MALLAS, COLUMNAS Y MOLD PERNILADAS: 4 cm.
 MOLD PERNILADAS Y COLUMNAS (en-10): 4 cm.
 MOLD CHALAS: 2.5 cm.
 LOSAS Y ALIGERADO: 2 cm.

PIARC

ESTRUCTURAS: CIMENTACION Y ENCOFRADOS

PROFESIONAL: ING° JULIO CESAR QUIROZ CUEVA - CIP 47860

PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR - CRUZATTI

PROPIETARIO: SR. EDWIN CUEVA CRUZATTI Y EMMA VILLANUEVA

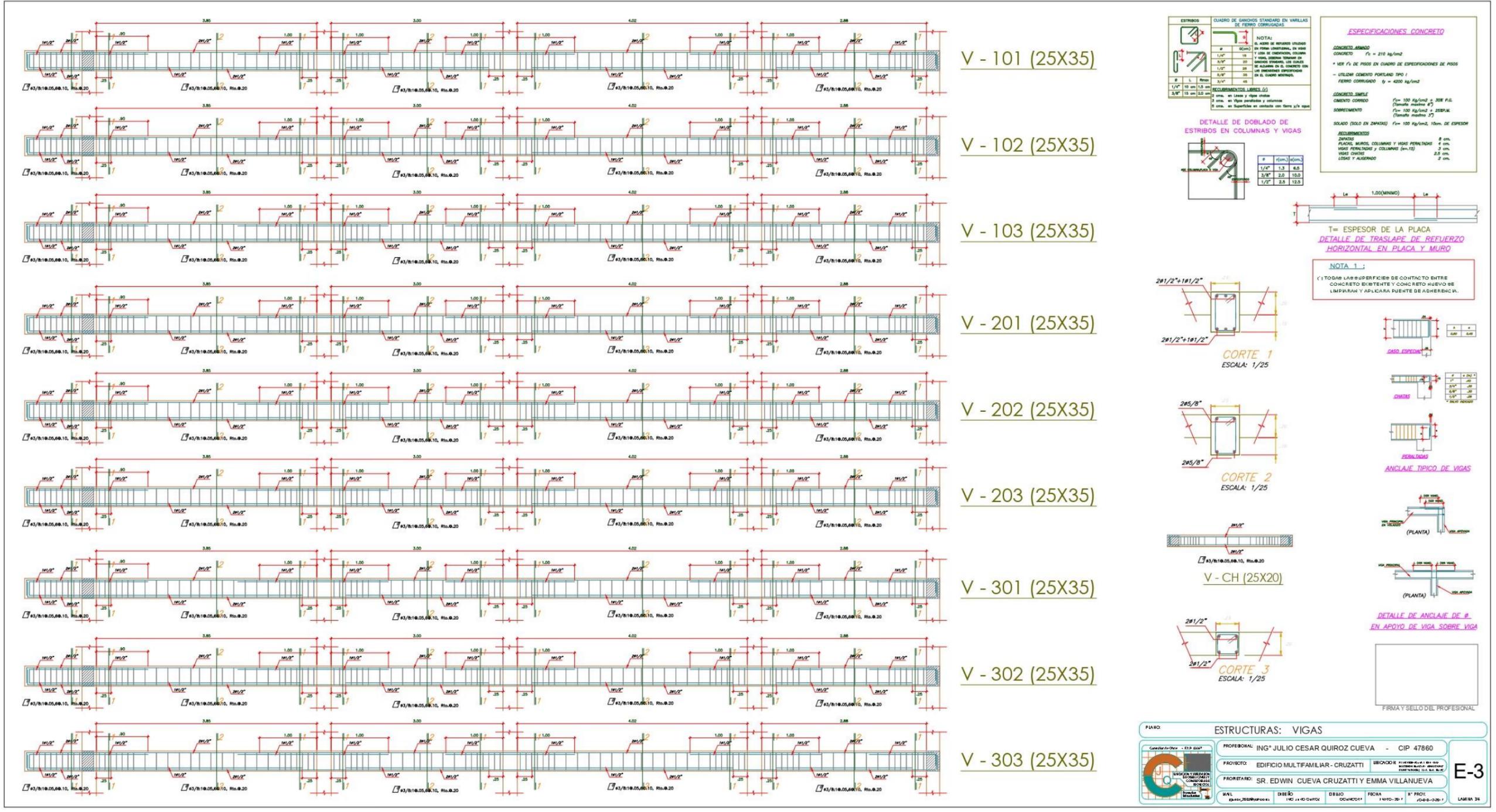
FECHA: 14/10/2017

HOJA: 01 DE 01

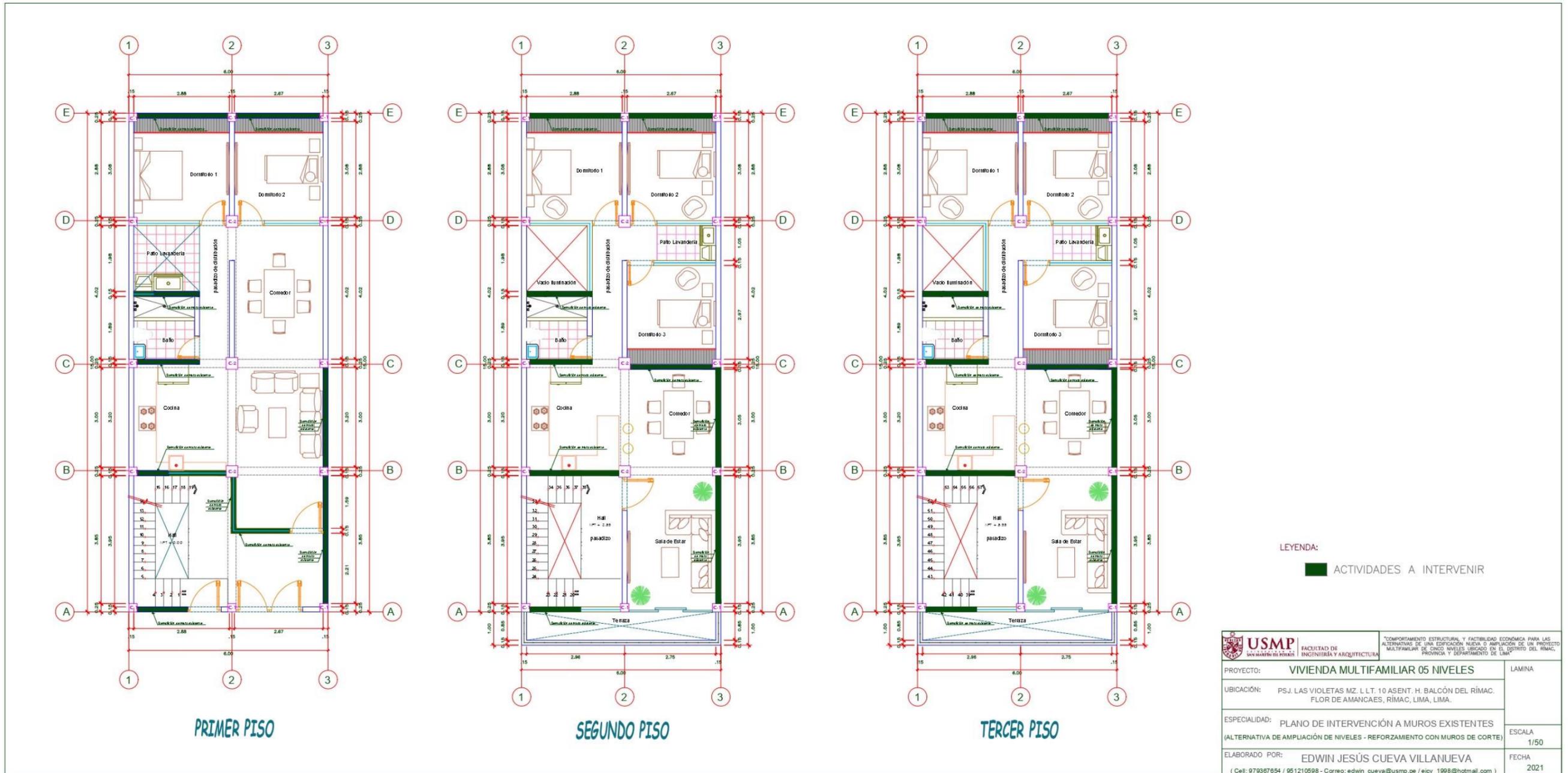
E-2

FIRMA Y SELLO DEL PROFESIONAL

ANEXO 18. PLANO DE VIGAS – VIVIENDA EXISTENTE

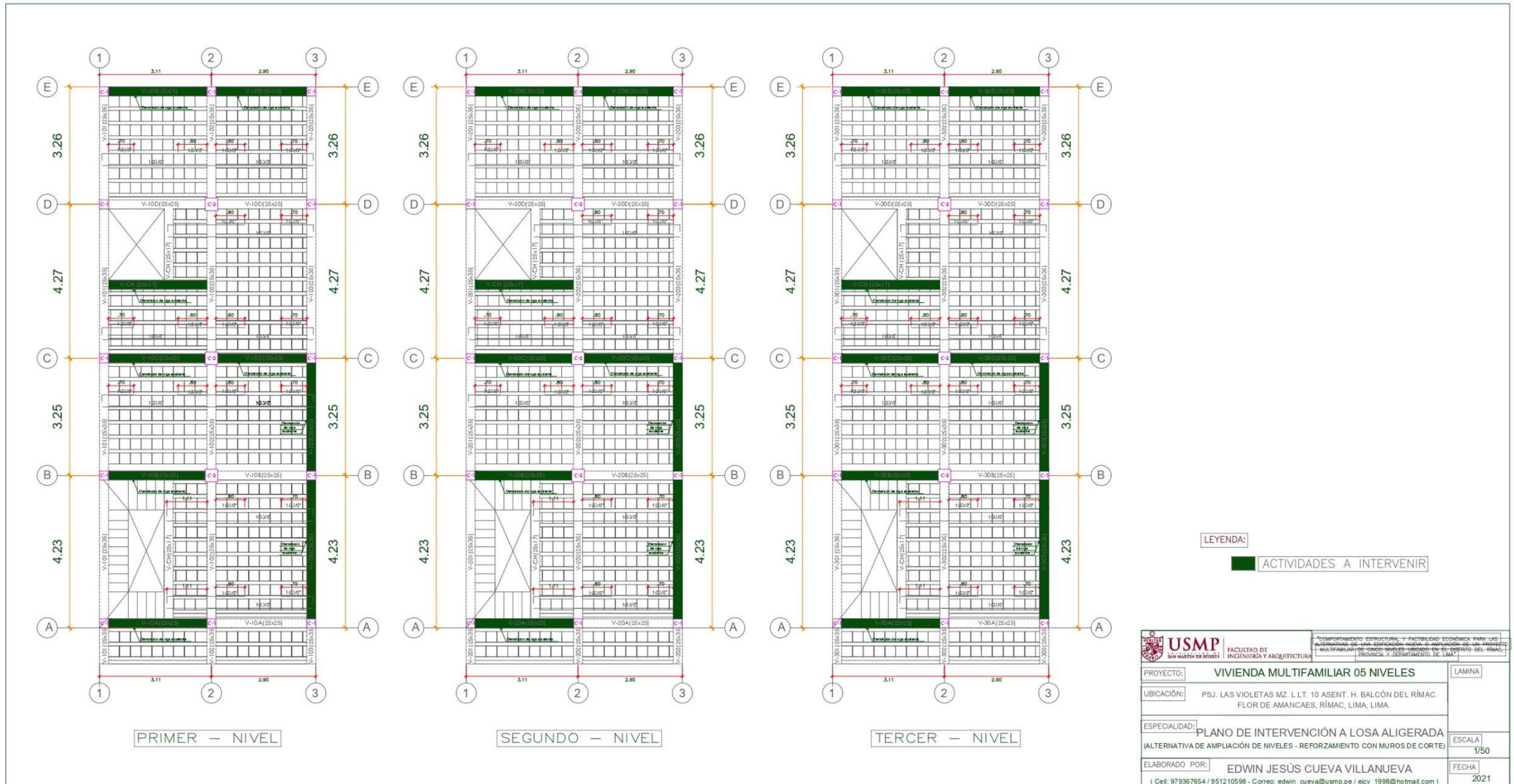


ANEXO 19. PLANO DE TRABAJOS A INTERVENIR EN ARQUITECTURA – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN

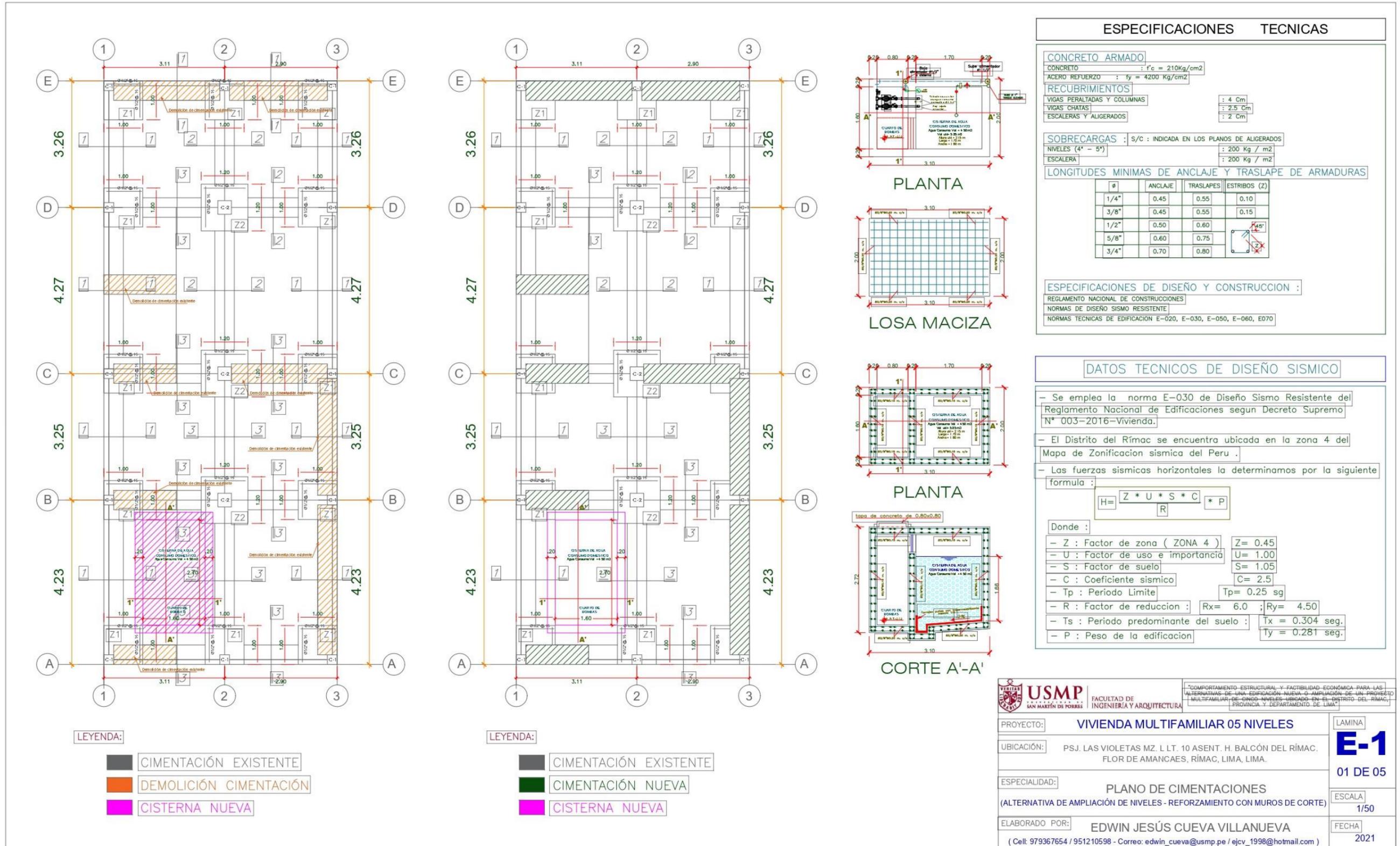


USMP UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	*COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA*	
	PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR 05 NIVELES	LAMINA
UBICACIÓN: PSJ. LAS VIOLETAS MZ. L.LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC. FLOR DE AMANCAES, RÍMAC, LIMA, LIMA.		
ESPECIALIDAD: PLANO DE INTERVENCIÓN A MUROS EXISTENTES (ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES - REFORZAMIENTO CON MUROS DE CORTE)	ESCALA 1/50	
ELABORADO POR: EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA (Cell: 979387654 / 951210598 - Correo: edwin_cueva@usmp.pe / ejcv_1998@hotmail.com)	FECHA 2021	

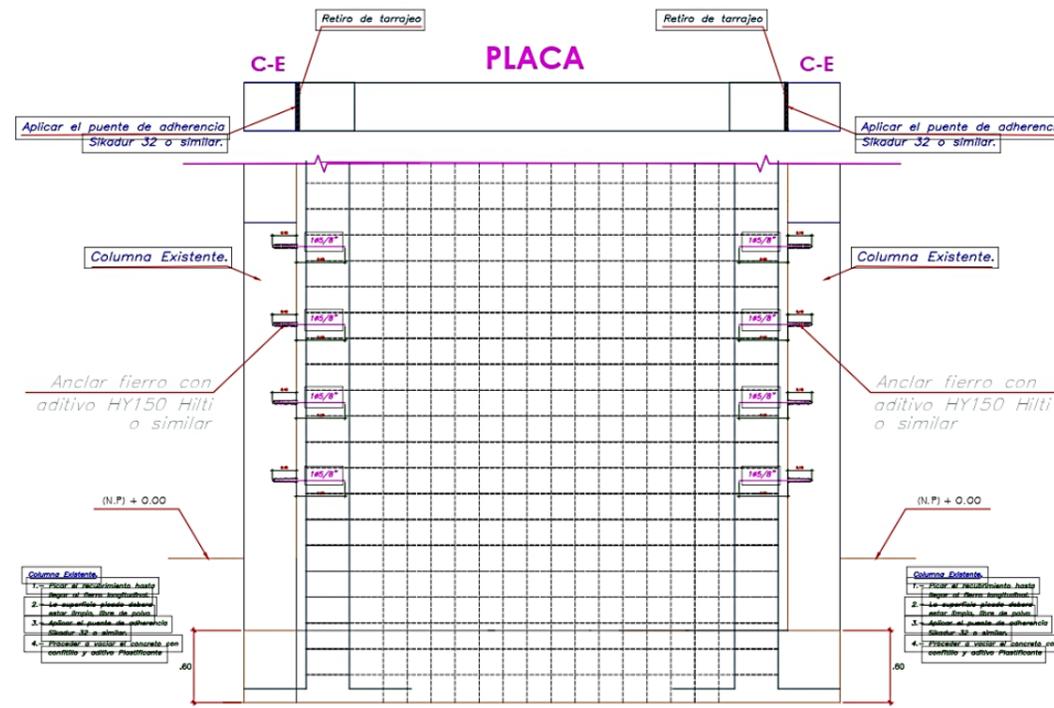
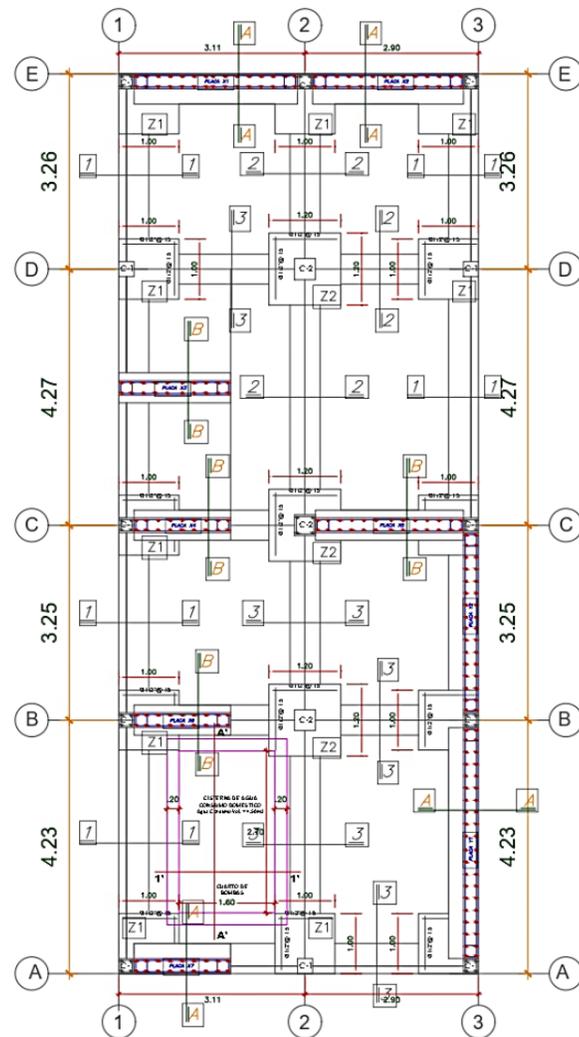
ANEXO 20. PLANO DE TRABAJOS A INTERVENIR EN VIGAS Y LOSAS – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN



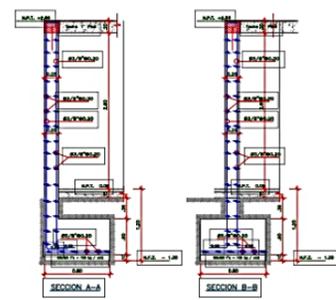
ANEXO 21. PLANO DE CISTERNA – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN



ANEXO 22. PLANO DETALLE DE REFUERZO DE PLACA – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN

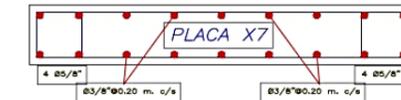
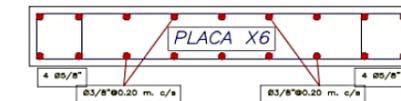
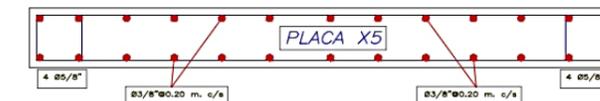
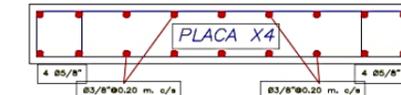
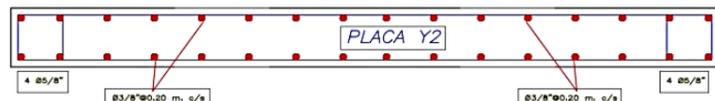
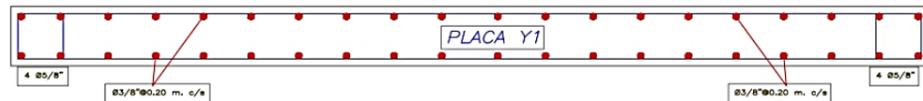
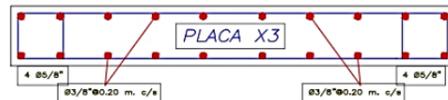
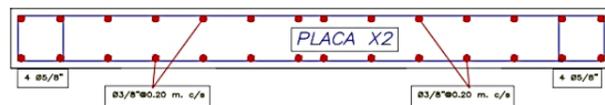
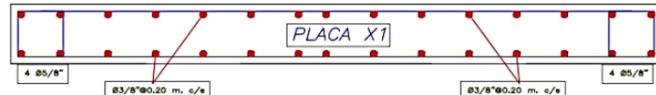


PROCEDIMIENTO DE UNION COLUMNA EXISTENTE - PLACA



CUADRO DE COLUMNAS		
NIVEL	SECCION	
4° PISO	C-1	25
	C-2	35
5° PISO	C-1	25
	C-2	35

Reinforcement details for columns: 4 #5/8", 1 #3/8" @ 0.5 @ 10, RTO @ 20 C/EXT.



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO			
CONCRETO	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
ACERO-REFUERZO	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$		
RECUBRIMIENTOS			
VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS	4 Cm		
VIGAS CHATAS	2.5 Cm		
ESCALERAS Y ALIGERADOS	2 Cm		
SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS			
NIVELES (4° - 5°)	200 Kg / m ²		
ESCALERA	200 Kg / m ²		
LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS			
#	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	0.20
5/8"	0.60	0.75	0.25
3/4"	0.70	0.80	0.30
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :			
REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES			
NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE			
NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-020, E-030, E-050, E-060, E070			

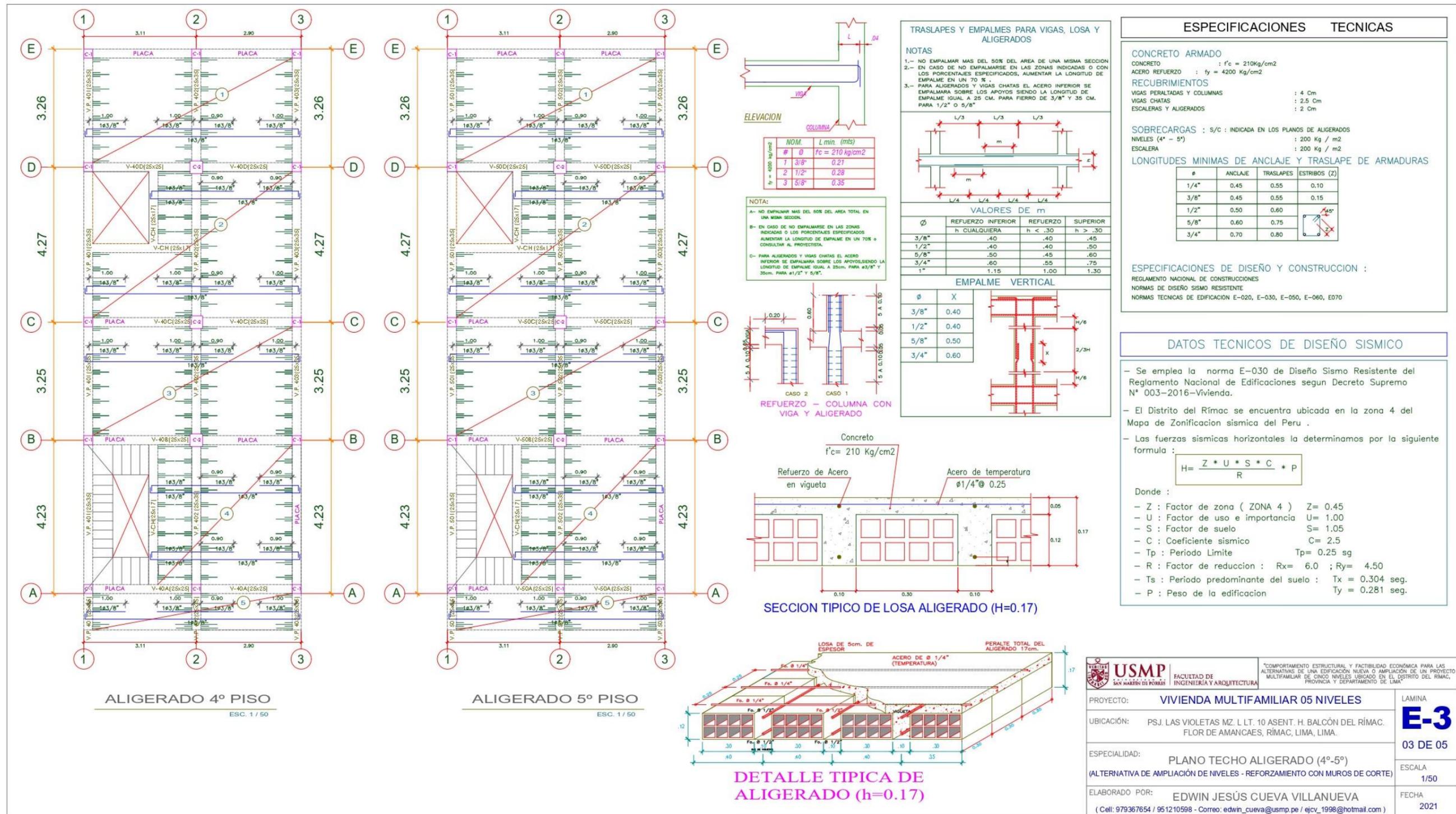
DATOS TECNICOS DE DISEÑO SISMICO

- Se emplea la norma E-030 de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones según Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda.
 - El Distrito del Rímac se encuentra ubicada en la zona 4 del Mapa de Zonificación sísmica del Perú.
 - Las fuerzas sísmicas horizontales la determinamos por la siguiente fórmula :

$$H = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R}$$
- Donde :
- Z : Factor de zona (ZONA 4) : Z = 0.45
 - U : Factor de uso e importancia : U = 1.00
 - S : Factor de suelo : S = 1.05
 - C : Coeficiente sísmico : C = 2.5
 - Tp : Periodo Límite : Tp = 0.25 sg
 - R : Factor de reducción : Rx = 6.0 ; Ry = 4.50
 - Ts : Periodo predominante del suelo : Tx = 0.304 seg. ; Ty = 0.281 seg.
 - P : Peso de la edificación

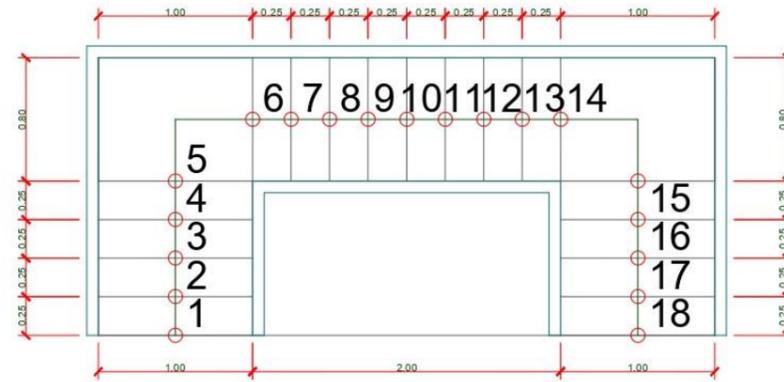
USMP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACION NUEVA O AMPLIACION DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RIMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA.
	PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR 05 NIVELES
UBICACION: PSJ. LAS VIOLETAS MZ. L. LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC. FLOR DE AMANCAES, RÍMAC, LIMA, LIMA.	LAMINA E-2 02 DE 05
ESPECIALIDAD: PLANO VIGAS (4°-5°) (ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES - REFORZAMIENTO CON MUROS DE CORTE)	ESCALA 1/50
ELABORADO POR: EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA (Cel: 979367654 / 951210598 - Correo: edwin_cueva@usmp.pe / ejc_v_1998@hotmail.com)	FECHA 2021

ANEXO 23. PLANO DE LOSA ALIGERADA – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES

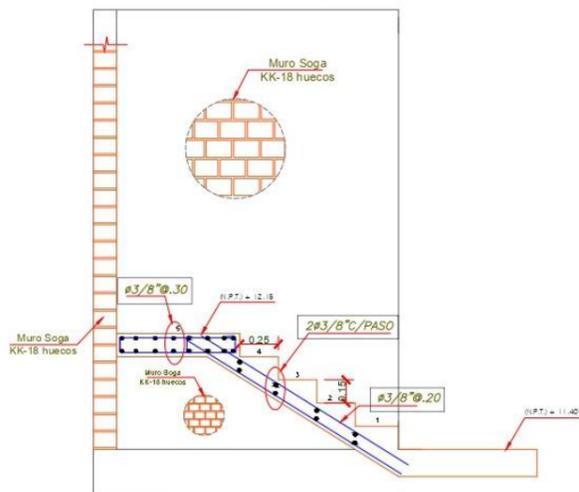


ANEXO 24. PLANO DE DETALLE DE ESCALERAS – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES

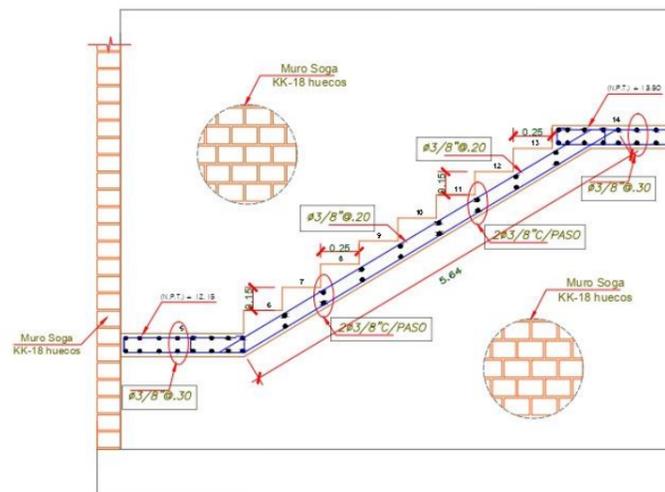
DETALLE DE ESCALERA



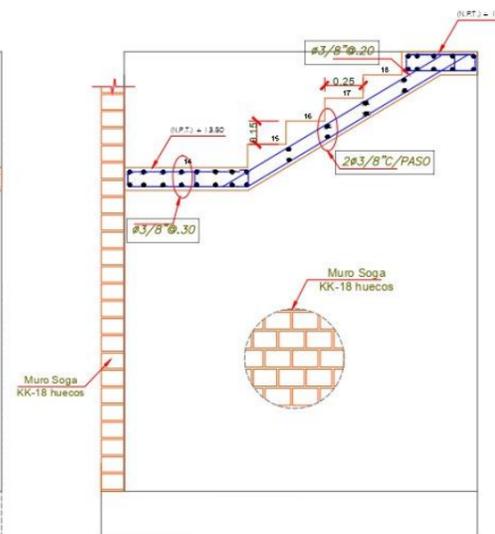
ESCALERA – TÍPICA 4º – 5º PISO
S/C=200Kg/m²
(ELEVACION)
 ESC:1/25



1er. TRAMO



2do. TRAMO



3er. TRAMO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO REFUERZO : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
 VIGAS CHATAS : 2.5 Cm
 ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm

SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS
 NIVELES (1* - 2* - 3* - 4* - 5*) : 200 Kg / m²
 ESCALERA : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :
 REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
 NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE
 NORMAS TÉCNICAS DE EDIFICACION E-020, E-030, E-050, E-060, E070

DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO SISMICO

- Se emplea la norma E-030 de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones según Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda.
 - El Distrito del Rímac se encuentra ubicada en la zona 4 del Mapa de Zonificación sísmica del Perú.
 - Las fuerzas sísmicas horizontales la determinamos por la siguiente fórmula:
- $$H = \frac{Z * U * S * C}{R} * P$$
- Donde :
- Z : Factor de zona (ZONA 4) Z = 0.45
 - U : Factor de uso e importancia U = 1.00
 - S : Factor de suelo S = 1.05
 - C : Coeficiente sísmico C = 2.5
 - Tp : Periodo Limite Tp = 0.25 sg
 - R : Factor de reducción : Rx = 6.0 ; Ry = 4.50
 - Ts : Periodo predominante del suelo : Tx = 0.304 seg. ; Ty = 0.281 seg.
 - P : Peso de la edificación

USMP UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO: **VIVIENDA MULTIFAMILIAR 05 NIVELES**

UBICACIÓN: PSJ. LAS VIOLETAS MZ. L LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC. FLOR DE AMANCAES, RÍMAC, LIMA, LIMA.

ESPECIALIDAD: **DETALLE DE ESCALERAS**
 (ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES - REFORZAMIENTO CON MUROS DE CORTE)

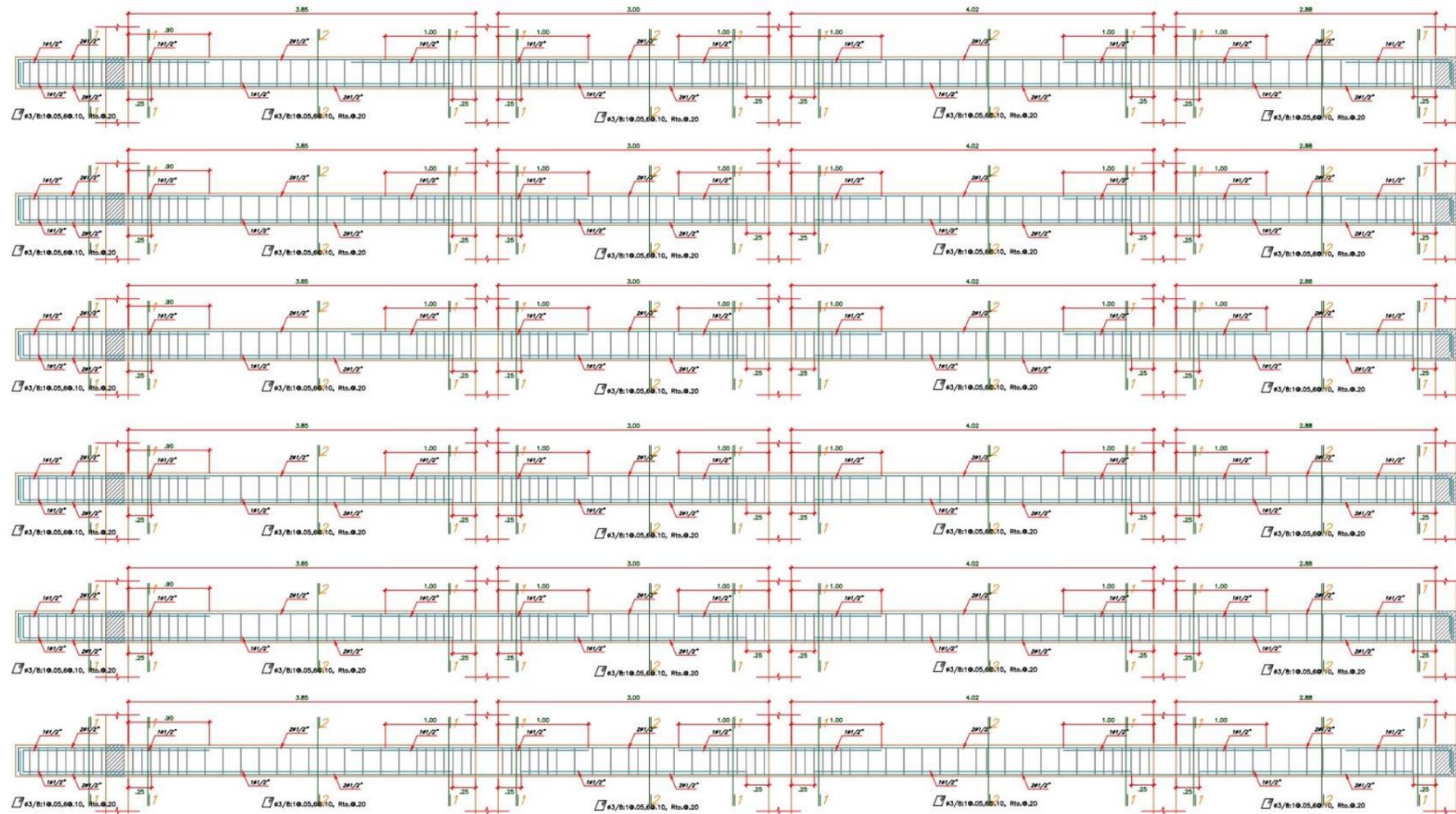
ELABORADO POR: **EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA**
 (Cell: 979367654 / 951210598 - Correo: edwin_cueva@usmp.pe / ejcv_1998@hotmail.com)

LAMINA **E-4**
 04 DE 05

ESCALA 1/50
 FECHA 2021

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

ANEXO 25. PLANO DE VIGAS – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
CONCRETO ARMADO			
CONCRETO	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
ACERO REFUERZO	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$		
RECURRIMIENTOS			
VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS	: 4 Cm		
VIGAS CHATAS	: 2.5 Cm		
ESCALERAS Y ALIGERADOS	: 2 Cm		
SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS			
NIVELES (4° - 5°)	: 200 Kg / m ²		
ESCALERA	: 200 Kg / m ²		
LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPES DE ARMADURAS			
#	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :
 REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
 NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE
 NORMAS TÉCNICAS DE EDIFICACION E-020, E-030, E-050, E-060, E070

DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO SISMICO	
- Se emplea la norma E-030 de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones según Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda.	
- El Distrito del Rímac se encuentra ubicada en la zona 4 del Mapa de Zonificación sísmica del Perú.	
- Las fuerzas sísmicas horizontales la determinamos por la siguiente fórmula :	
$H = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} \cdot P$	
Donde :	
- Z : Factor de zona (ZONA 4)	Z = 0.45
- U : Factor de uso e importancia	U = 1.00
- S : Factor de suelo	S = 1.05
- C : Coeficiente sísmico	C = 2.5
- Tp : Periodo Límite	Tp = 0.25 seg
- R : Factor de reducción : Rx = 6.0 ; Ry = 4.50	
- Ts : Periodo predominante del suelo : Tx = 0.304 seg.	
- P : Peso de la edificación	Ty = 0.281 seg.

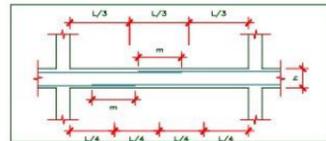
TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS, LOSA Y ALIGERADOS

NOTAS

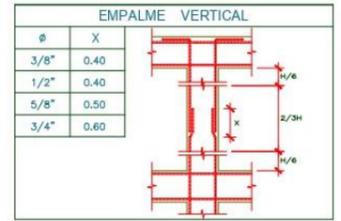
1.- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA DE UNA MISMA SECCION

2.- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 %

3.- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 CM. PARA FIERRO DE 3/8" Y 35 CM. PARA 1/2" O 5/8"



VALORES DE m			
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
h CUALQUIERA	h < .30	h > .30	
3/8"	.40	.45	
1/2"	.45	.50	
5/8"	.50	.60	
3/4"	.60	.75	
1"	1.15	1.30	



USMP
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACION NUEVA O AMPLIACION DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RIMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA"

LAMINA

E-5

05 DE 05

PROYECTO: **VIVIENDA MULTIFAMILIAR 05 NIVELES**

UBICACIÓN: PSJ. LAS VIOLETAS MZ. L. LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RIMAC, FLOR DE AMANCAES, RIMAC, LIMA, LIMA.

ESPECIALIDAD: **PLANO VIGAS (4°-5°)**
(ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES - REFORZAMIENTO O CON MUROS DE CORTE)

ELABORADO POR: **EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA**
(Cel: 979367654 / 951210598 - Correo: edwin_cueva@usmp.pe / ejcv_1998@hotmail.com)

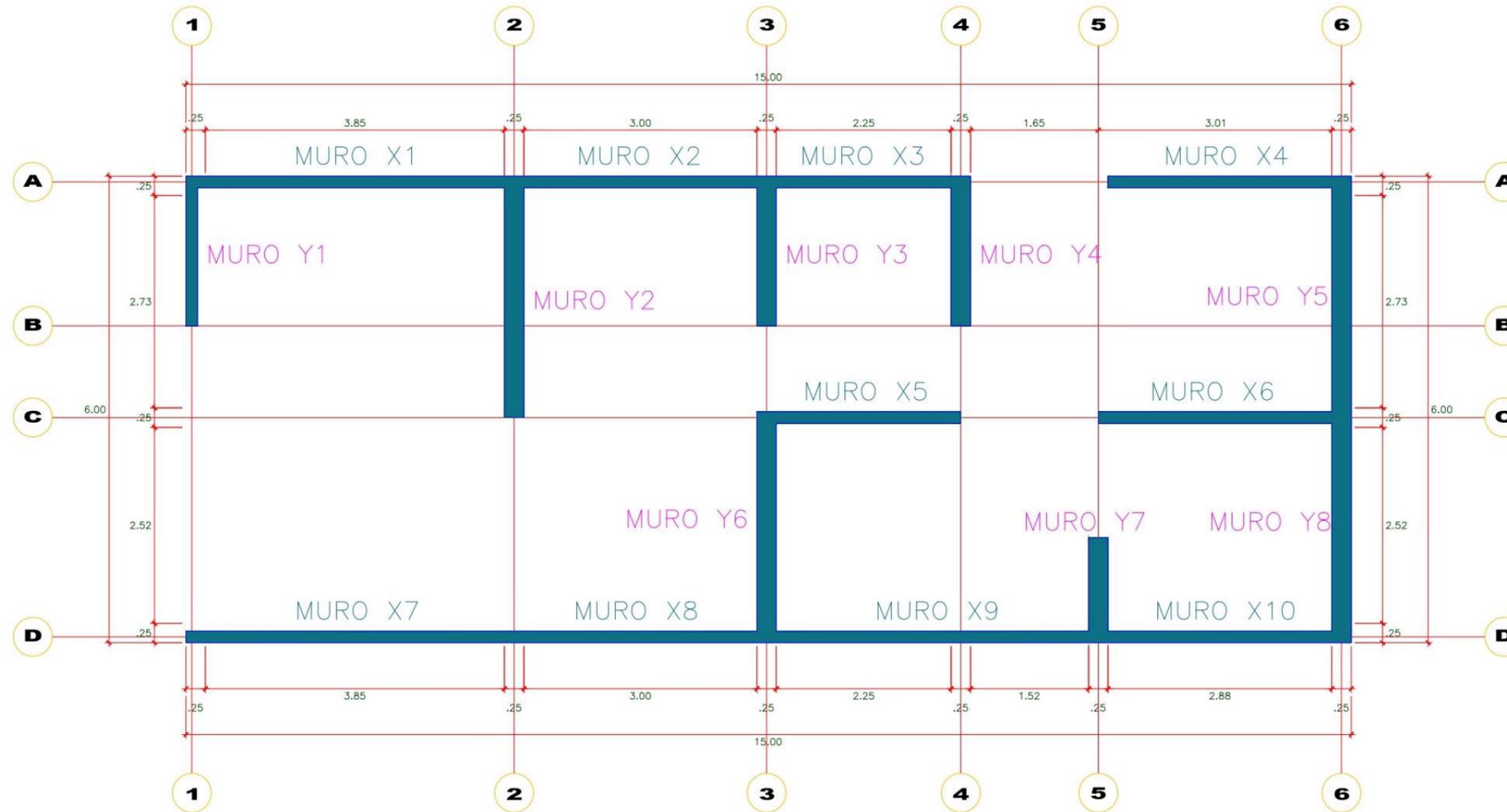
ESCALA

1/50

FECHA

2021

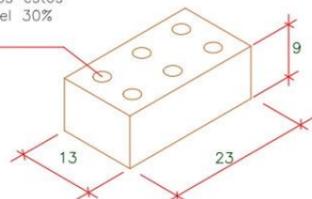
ANEXO 26. PLANO DE DENSIDAD DE MUROS – ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA



CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA :

UNIDAD (LADRILLO TIPO IV) : f'm 65 Kg / Cm²
 ESPESOR MINIMO : e min. = 0.13m , 0.23m
 % MAXIMO DE VACIOS : 30 %
 MORTERO P1-C : 1:1:4 (CEMENTO : CAL NORMALIZADA : ARENA)
 ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : e min: =0.9 Cm
 : e max : =1.5 Cm

Si tiene Alveolos estos no excederan el 30% del Volumen



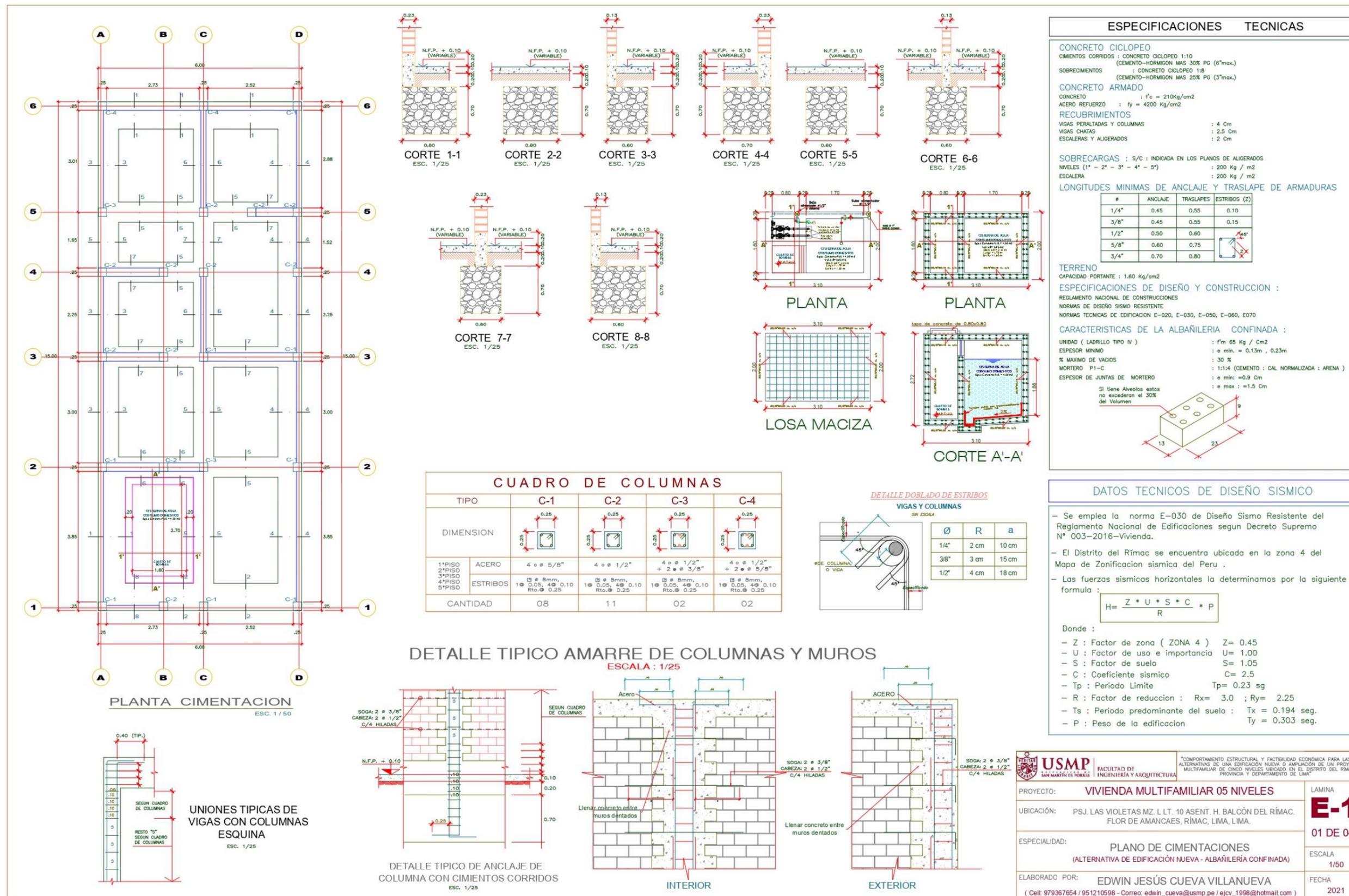
LEYENDA:

MUROS DE SOGA

MUROS DE CABEZA

USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		*COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA*
PROYECTO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR 05 NIVELES	LAMINA
UBICACIÓN:	PSJ. LAS VIOLETAS MZ. L LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC. FLOR DE AMANCAES, RÍMAC, LIMA, LIMA.	
ESPECIALIDAD:	PLANO DE DENSIDAD DE MUROS (ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA - ALBAÑILERÍA CONFINADA)	ESCALA 1/50
ELABORADO POR:	EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA (Cell: 979367654 / 951210598 - Correo: edwin_cueva@usmp.pe / ejcv_1998@hotmail.com)	FECHA 2021

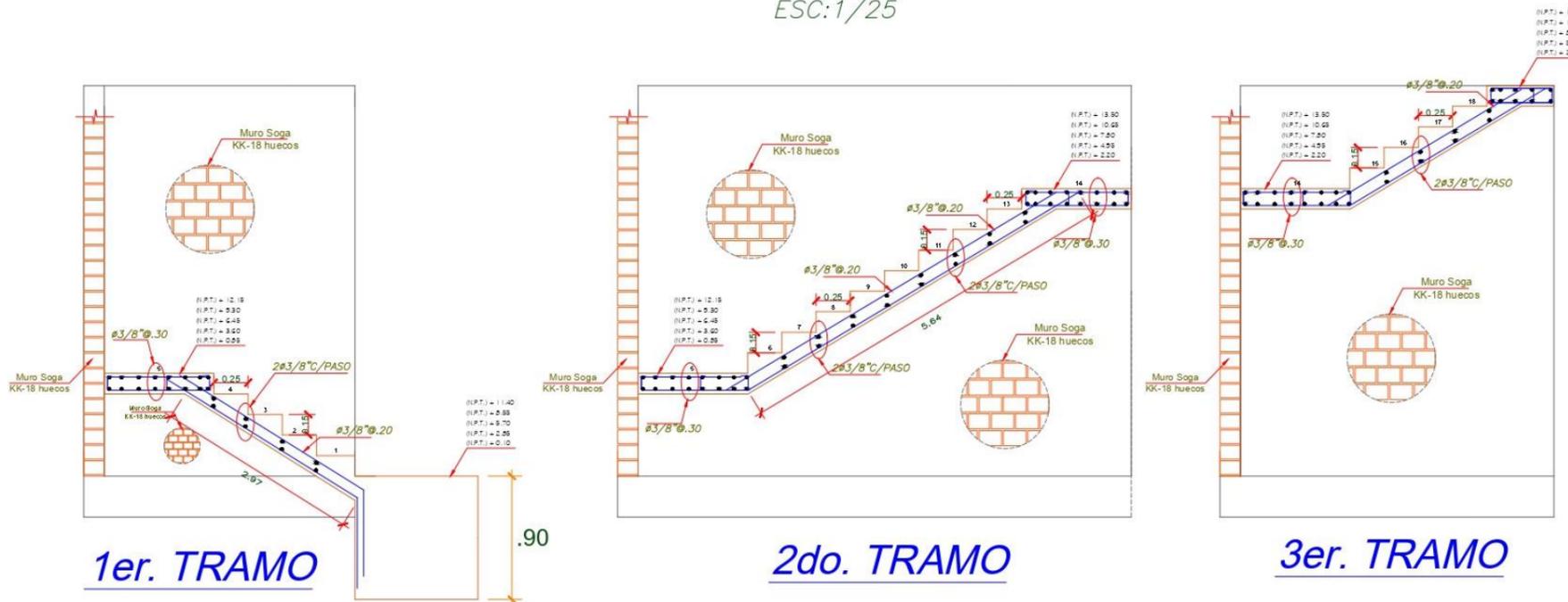
ANEXO 27. PLANO DE CIMENTACIÓN – ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA



ANEXO 28. PLANO DE DETALLE DE ESCALERAS – ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA



ESCALERA – TÍPICA 1° – 2° – 3° – 4° – 5° PISO
S/C=200Kg/m²
(ELEVACION)
 ESC:1/25

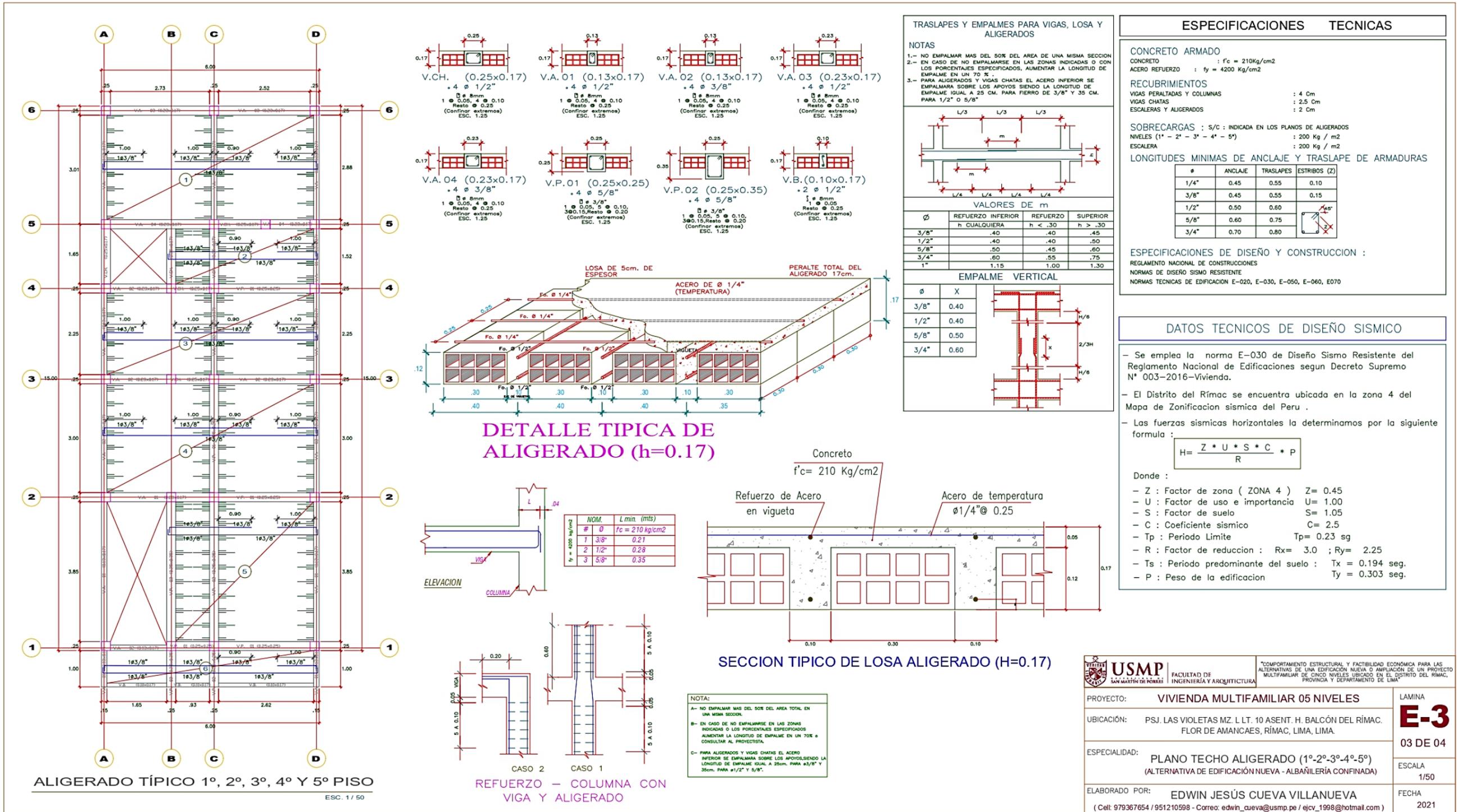


ESPECIFICACIONES TECNICAS			
CONCRETO ARMADO			
CONCRETO	: f'c = 210Kg/cm ²		
ACERO REFUERZO	: fy = 4200 Kg/cm ²		
RECUBRIMIENTOS			
VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS	: 4 Cm		
VIGAS CHATAS	: 2.5 Cm		
ESCALERAS Y ALIGERADOS	: 2 Cm		
SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS			
NIVELES (1° - 2° - 3° - 4° - 5°)	: 200 Kg / m ²		
ESCALERA	: 200 Kg / m ²		
LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS			
Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :			
REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES			
NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE			
NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-020, E-030, E-050, E-060, E070			

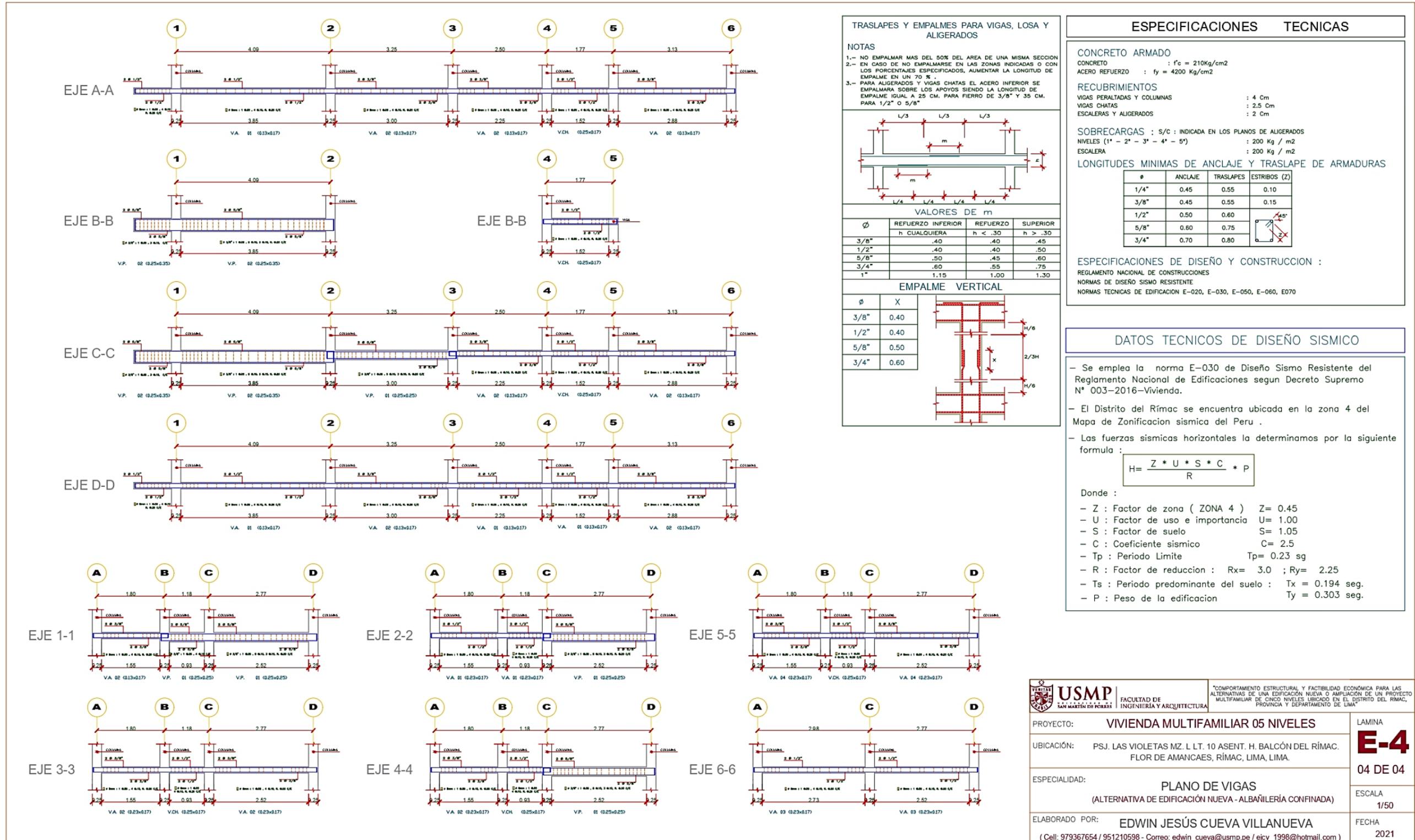
DATOS TECNICOS DE DISEÑO SISMICO	
- Se emplea la norma E-030 de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones segun Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda.	
- El Distrito del Rímac se encuentra ubicada en la zona 4 del Mapa de Zonificación sísmica del Peru .	
- Las fuerzas sísmicas horizontales la determinamos por la siguiente formula :	
$H = \frac{Z * U * S * C * P}{R}$	
Donde :	
- Z : Factor de zona (ZONA 4)	Z = 0.45
- U : Factor de uso e importancia	U = 1.00
- S : Factor de suelo	S = 1.05
- C : Coeficiente sísmico	C = 2.5
- Tp : Periodo Limite	Tp = 0.23 seg
- R : Factor de reducción : Rx = 3.0 ; Ry = 2.25	
- Ts : Periodo predominante del suelo : Tx = 0.194 seg. ; Ty = 0.303 seg.	
- P : Peso de la edificación	

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	*COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA*	
	PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR 05 NIVELES	LAMINA E-2
UBICACIÓN: PSJ. LAS VIOLETAS MZ. L LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC. FLOR DE AMANCAES, RÍMAC, LIMA, LIMA.	02 DE 04	
ESPECIALIDAD: DETALLE DE ESCALERAS (ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA - ALBAÑILERÍA CONFINADA)	ESCALA 1/50	
ELABORADO POR: EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA (Cell: 979367654 / 951210598 - Correo: edwin_cueva@usmp.pe / ejcv_1998@hotmail.com)	FECHA 2021	

ANEXO 29. PLANO DE LOSA ALIGERADA – ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA



ANEXO 30. PLANO DE VIGAS – ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA



ANEXO 31. CÁLCULO DE DOTACIÓN DE AGUA



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA
PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O
AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO
NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE LIMA

CÁLCULO DE DOTACIÓN Y DIÁMETROS DE TUBERÍAS DE IMPULSIÓN Y SUCCIÓN

VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES



DOTACIÓN DE AGUA

5°PISO		→ 1 DEPARTAMENTO (03 DORMITORIOS)	1 PISO x 1 DPTOS x 1 200 Lt/d m ² = 1 200 Lt/d	+
4°PISO		→ 1 DEPARTAMENTO (03 DORMITORIOS)	1 PISO x 1 DPTOS x 1 200 Lt/d m ² = 1 200 Lt/d	
3°PISO		→ 1 DEPARTAMENTO (03 DORMITORIOS)	1 PISO x 1 DPTOS x 1 200 Lt/d m ² = 1 200 Lt/d	
2°PISO		→ 1 DEPARTAMENTO (03 DORMITORIOS)	1 PISO x 1 DPTOS x 1 200 Lt/d m ² = 1 200 Lt/d	
1°PISO		→ 1 DEPARTAMENTO (03 DORMITORIOS)	1 PISO x 1 DPTOS x 1 200 Lt/d m ² = 1 200 Lt/d	
			∑ TOTAL = 6 000 Lt/d	

Volumen Dotación Diaria:

$$DD = 6\,000 \text{ Lt/d} = 6.00 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Cisterna}} = \frac{3}{4} \times DD$$

$$\diamond V_{\text{Cisterna}} = \frac{3}{4} \times 6\,000 = 4\,500 \text{ Lt/d}$$

$$\diamond V_{\text{Cisterna}} = 4\,500 \frac{\text{Lt}}{\text{d}} = 4.50 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Tanque Elevado}} = \frac{1}{3} \times DD$$

$$\diamond V_{\text{Tanque Elevado}} = \frac{1}{3} \times 6\,000 = 2\,000 \text{ Lt/d}$$

$$\diamond V_{\text{Tanque Elevado}} = 2\,000 \frac{\text{Lt}}{\text{d}} = 2.00 \text{ m}^3$$

CÁLCULO DE TUBERÍA DE IMPULSIÓN Y SUCCIÓN

$$Q_{\text{bomba}} = \frac{V_{\text{Tanque Elevado}}}{\text{Tiempo}}$$

$$DD = 6\,000 \text{ Lt/d} = 6.00 \text{ m}^3$$

$$\diamond V_{\text{Tanque Elevado}} = \frac{1}{3} \times DD$$

$$\diamond V_{\text{Tanque Elevado}} = 2\,000 \frac{\text{Lt}}{\text{d}} = 2.00 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{bomba}} = \frac{V_{\text{Tanque Elevado}}}{\text{Tiempo}} = \frac{2\,000 \text{ Lt/d}}{7\,200 \text{ s}}$$

$$Q_{\text{bomba}} = 0.2778 \text{ Lt/s} \approx 0.000278 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_{\text{Impulsión}} = 1.3 \times \left(\frac{T(\text{horas})}{24} \right)^{1/4} \times \sqrt[4]{Q_{\text{bomba}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)}$$

$$D_{\text{Impulsión}} = 1.3 \times \left(\frac{2}{24} \right)^{1/4} \times \sqrt[4]{0.000278 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

$$D_{\text{Impulsión}} = 0.011645 \text{ m} \approx \frac{1.16 \text{ cm}}{2.54} \approx 0.46'' \approx \frac{3}{4}''$$

POR LO TANTO:

$$D_{\text{Impulsión}} < D_{\text{Succión}}$$

$$\circ \circ D_{\text{Impulsión}} = 3/4''$$

$$3/4'' < 1''$$

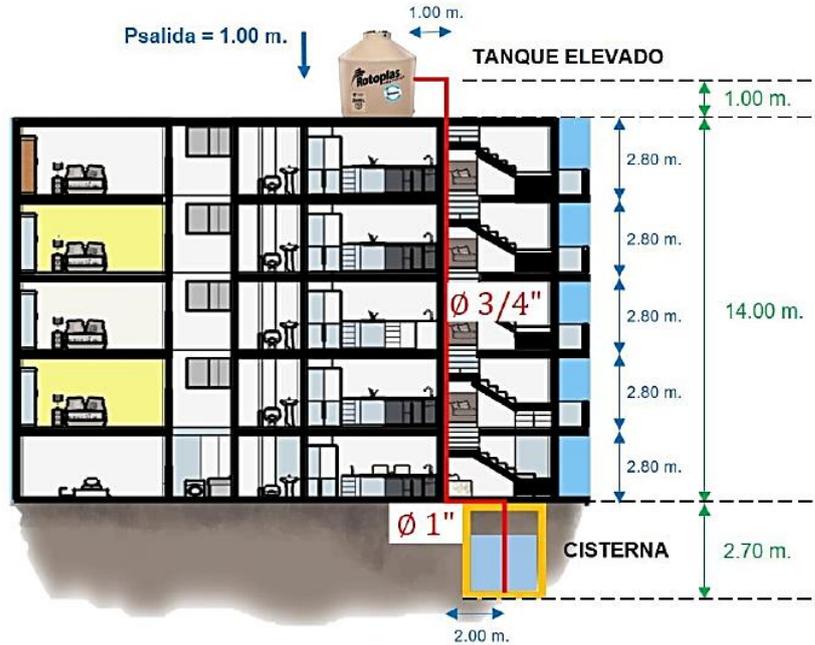
$$\circ \circ D_{\text{Succión}} = 1''$$

Elaboración: El autor.

ANEXO 32. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE BOMBA

 <b style="font-size: 24px;">USMP <small>UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRÉS</small> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
--	--

CÁLCULO DE POTENCIA DE BOMBA



H_{dT}

- H_{física} = 1.00 + 14.00 + 2.70 = 17.70 m
- P_{salida} = 1.00 m
- H_{fricciónImpulsión}

$$H_{fricciónImpulsión} = 10.674 * \left(\frac{Q_{bomba}^{1.852} (m^3/s)}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * (L_e)$$

L _{taberia}	= 1.00 m. + 14.00 m. + 2.70 m. = 17.70 m									
P _{Accesorios}	<table style="margin-left: 10px;"> <tr> <td style="padding-right: 5px;">Válvula Compuerta</td> <td style="padding-right: 5px;">→ Ø 1"</td> <td style="padding-left: 5px;">= 2.159 m</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 5px;">Válvula Check</td> <td style="padding-right: 5px;">⊗ Ø 1"</td> <td style="padding-left: 5px;">= 0.164 m</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 5px;">Codo Corriente</td> <td style="padding-right: 5px;">┘ Ø 1"</td> <td style="padding-left: 5px;">= 0.777 m</td> </tr> </table>	Válvula Compuerta	→ Ø 1"	= 2.159 m	Válvula Check	⊗ Ø 1"	= 0.164 m	Codo Corriente	┘ Ø 1"	= 0.777 m
Válvula Compuerta	→ Ø 1"	= 2.159 m								
Válvula Check	⊗ Ø 1"	= 0.164 m								
Codo Corriente	┘ Ø 1"	= 0.777 m								
Σ _{TOTAL} = 20.80 m										

$$H_{fricciónImpulsión} = 10.674 * \left(\frac{0.0002778^{1.852}}{140^{1.852} * (1")^{4.871}} \right) * 20.80$$

H_{fricciónImpulsión} = 1.46 m

- H_{fricciónSucción}

$$H_{fricciónSucción} = 10.674 * \left(\frac{Q_{bomba}^{1.852} (m^3/s)}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * (L_e)$$

L _{taberia}	= 1.00 + 2.00 = 3.00 m						
P _{Accesorios}	<table style="margin-left: 10px;"> <tr> <td style="padding-right: 5px;">Válvula Pie</td> <td style="padding-right: 5px;">⌈ Ø 1"</td> <td style="padding-left: 5px;">= 6.92 m</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 5px;">Codo Corriente</td> <td style="padding-right: 5px;">┘ Ø 1"</td> <td style="padding-left: 5px;">= 1.023 m</td> </tr> </table>	Válvula Pie	⌈ Ø 1"	= 6.92 m	Codo Corriente	┘ Ø 1"	= 1.023 m
Válvula Pie	⌈ Ø 1"	= 6.92 m					
Codo Corriente	┘ Ø 1"	= 1.023 m					
Σ _{TOTAL} = 10.943 m							

$$H_{fricciónSucción} = 10.674 * \left(\frac{0.0002778^{1.852}}{140^{1.852} * (1")^{4.871}} \right) * 10.943$$

H_{fricciónSucción} = 0.19 m

POR LO TANTO:

$$H_{dT} = H_{física} + H_{fricción} + P_{salida}$$

$$H_{dT} = 17.70 + (1.46 + 0.19) + 1.00$$

$$H_{dT} = 20.35 \text{ m}$$

$$Potencia_{bomba} = \frac{Q_{bomba} \left(\frac{Lt}{s} \right) * H_{dT}}{75 * n}$$

✓ Q_{bomba} = 0.2778 Lt/s

✓ H_{dT} = 20.35 m

✓ n = 0.6

$$Potencia_{bomba} = \frac{0.2778 * 20.35}{75 * 0.60}$$

$$Potencia_{bomba} = 0.1256 \text{ HP}$$

$$Potencia_{bomba} = 1/4 \text{ HP}$$

Elaboración: El autor.

ANEXO 33. DISEÑO DE CISTERNA



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

MODELAMIENTO ESTRUCTURAL - CISTERNA

DATOS

Resistencia del concreto mínimo (28 días) → $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 Resistencia a la fluencia de acero ASTM 615 G. 60 → $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
 Densidad del concreto → $2,400 \text{ kg/m}^3$
 Densidad del acero ASTM 615 G. 60 → $7,850 \text{ kg/cm}^2$

SISTEMA ESTRUCTURAL

Dirección X - X : Concreto Armado de Muros estructurales
 Dirección Y - Y : Concreto Armado de Muros estructurales

COMBINACIONES DE CARGA

$U1 = 1.40 * CM + 1.70 * ES + 1.70 * CV$
 $U2 = 1.25 * CM + 1.25 * CV + 1.25 * ES + 1.00 * CS$
 $U3 = 1.25 * CM + 1.25 * CV + 1.25 * ES - 1.00 * CS$
 $U4 = 0.90 * CM + 0.90 * ES + 1.00 * CS$
 $U5 = 0.90 * CM + 0.90 * ES - 1.00 * CS$
 $U_{\text{envolvente}} = U1 + U2 + U3 + U4 + U5$

ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

$E = 15000 * \sqrt{F'_c}$
 $E = 15000 * \sqrt{280}$
 $E = 250,998.008 \text{ kg/cm}^2$

CM = Cargas Muertas o Permanentes
 CV = Cargas Vivas o Variables
 CS = Cargas Sísmicas
 ES = Cargas de Empuje del suelo

COMBINACIÓN DE SERVICIO

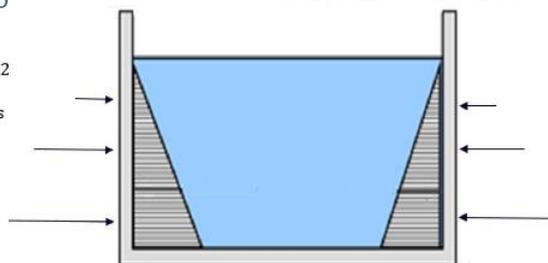
$U_{\text{servicio}} = 1.00 * CM + 1.00 * CV + 1.0 * ES$

CARGAS

Carga Muerta → Peso propio de los elementos de concreto armado = 2400 kg/m^3

Carga Viva → La sobrecarga que actuará en la losa de cimentación será el agua con un peso de 1.00 Ton/m^2 .

Fuerza empuje del suelo → Presión ejercida del suelo hacia las paredes de la estructura

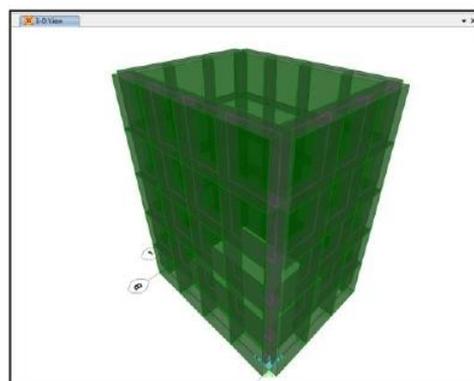
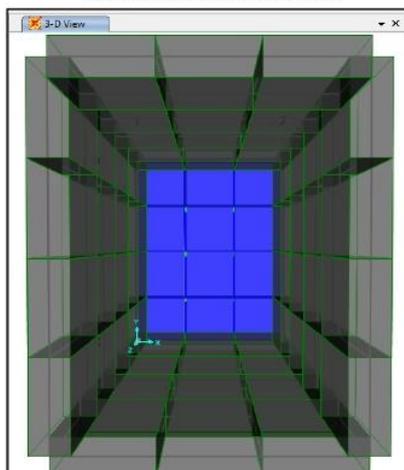


MODELAMIENTO

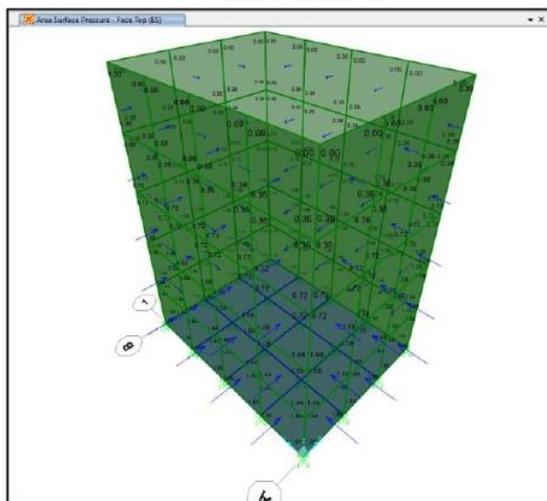
El análisis estructural desarrollado se realizó con el programa SAP2000 v.20 y con la ayuda de una hoja de cálculo.

El modelo matemático se muestra a continuación:

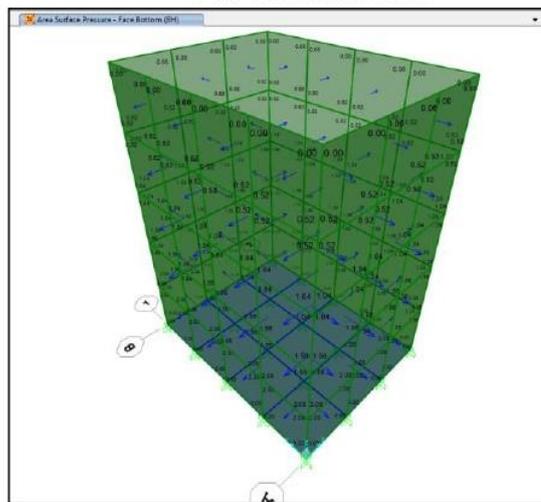
VISTA TRIDIMENSIONAL



EMPUJE DEL SUELO



EMPUJE HIDRÁULICO



Elaboración: El autor.



DISEÑO ESTRUCTURAL - CISTERNA

Estructura: **CISTERNA**

Características del muro

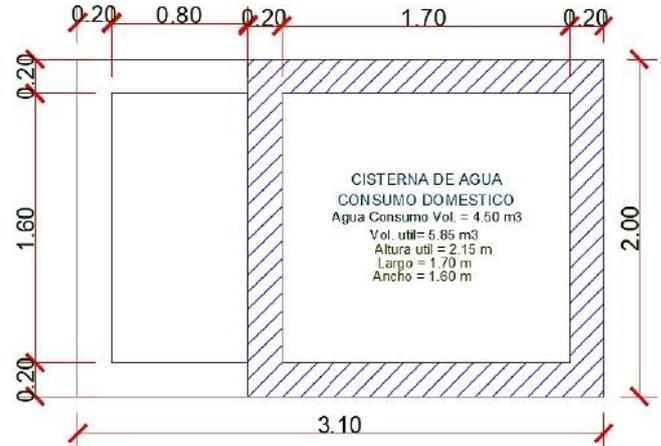
- + Ht = 2.70 m. (Altura total de la estructura)
- + Hs = 2.70 m. (Altura del empuje del suelo)
- + e = 0.20 m. (Espesor del muro)
- + L1 = 2.00 m.
- + L2 = 1.90 m.

Características del suelo

- + $\gamma = 1.80 \text{ Ton/m}^3$
- + $\phi = 37.4^\circ$
- + C = 0

Datos de diseño según pre-dimensionamiento:

- + Concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- + Acero $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$



$$f_c = 0.45 * f'_c$$

$$f_c = 0.45 * 280$$

$$f_c = 126 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.40 * f_y$$

$$f_s = 0.40 * 4200$$

$$f_s = 1680 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 15000 * \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 15000 * \sqrt{280}$$

$$E_c = 250,998.008$$

$$E_s = 2 \times 10^6$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$n = \frac{2\,000\,000}{250\,998.008}$$

$$n = 7.968$$

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1 + f_s}{n * f_c}\right)}$$

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1 + 1680}{7.968 * 126}\right)}$$

$$K = 0.597$$

$$j = 1 - \left(\frac{K}{3}\right)$$

$$j = 1 - \left(\frac{0.597}{3}\right)$$

$$j = 0.801$$

$$R = 0.50 * f_c * j * K$$

$$R = 0.50 * 126 * 0.801 * 0.597$$

$$R = 30.126 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de Área de acero mínima:

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$T = 0.20 \text{ Ton/m (Dato SAP2000)}$$

$$P_{\text{mínimo}} = 0.00319$$

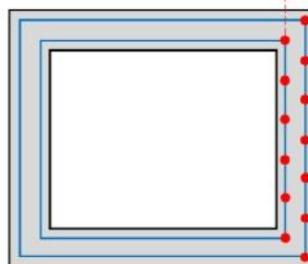
$$b = 100 \text{ cm} \quad \text{recubrimiento} = re = 5.0 \text{ cm.}$$

$$t = 20.00 \text{ cm} \quad d = 15.00 \text{ cm}$$

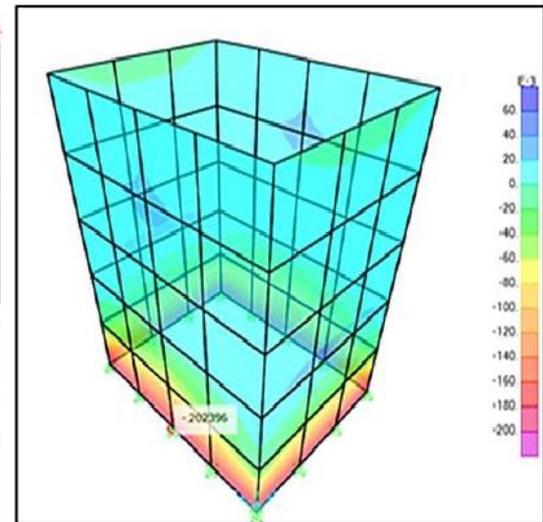
$$A_{s(\text{mínima})} = \frac{0.80 * \sqrt{f'_c}}{f_y} * (b) * (d)$$

$$A_{s(\text{mínima})} = \frac{0.80 * \sqrt{280}}{4200} * (100 \text{ cm}) * (15 \text{ cm})$$

$$A_{s(\text{mínima})} = 4.78 \text{ cm}^2$$



Varilla de acero	Área (cm ²)
$\phi 3/8"$	0.71
$\phi 1/2"$	1.27
$\phi 5/8"$	1.98
$\phi 3/4"$	2.85
$\phi 1"$	5.07



Espaciamiento del acero horizontal:

Considerando: $\phi 3/8"$ $A_b = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 * A_b}{A_s}$$

$$S = \frac{100 * 0.71}{4.78}$$

$$S = 14.854 \approx 15 \text{ cm.}$$

Usaremos: $1 \phi 3/8" @ 15 \text{ cm}$

$$f_{ct} = 0.10 * f'_c$$

$$f_{ct} = 28 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = \frac{1}{3} * f_y$$

$$f_s = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = \frac{C * E_s + f_s - n * f_{ct}}{100 * f_{ct} * f_s} * T$$

$$t = \frac{0.0003 * 2\,000\,000 + 1400 - 7.97 * 28}{100 * 28 * 1400} * 0.19 * 1000$$

$$t = 0.0861 \approx 0.09 \text{ cm} \quad \text{OK CUMPLE}$$

Comprobación del espesor de la pared:

$$T = 0.19 \text{ Ton/m (SAP2000 Servicio)}$$

$$C = 0.0003$$

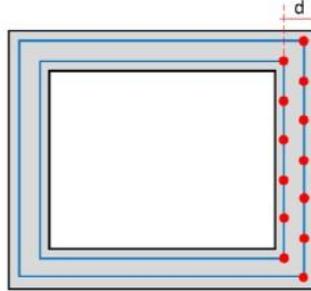
Elaboración: El autor.



DISEÑO ESTRUCTURAL - CISTERNA

Diseño estructural por momento flexionante (Resultant Forces M22):

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $K_{u_{\max}} = 20.6 \text{ kg/cm}^2$
 $M_{r_{\max}} = 12.07 \text{ Ton/m}$
 $\phi = 0.90$
 $b = 100 \text{ cm}$
 $t = 20.00 \text{ cm}$
 $d = 15.00 \text{ cm}$
 recubrimiento = $r_e = 5.0 \text{ cm}$.



$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.70 \times M_u}{\phi \times f'_c \times B \times d^2}}$$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.70 \times 0.012348}{0.90 \times 280 \times 1 \times 0.15^2}}$$

$$w = 0.00218$$

$$A_{s(\text{mínima})} = \frac{0.80 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} \times (b) \times (d)$$

$$A_{s(\text{mínima})} = \frac{0.80 \times \sqrt{280}}{4200} \times (100 \text{ cm}) \times (15 \text{ cm})$$

$$A_{s(\text{mínima})} = 4.78 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del acero horizontal:

Considerando: $\phi \text{ 3/8"}$ $A_b = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \times A_b}{A_s}$$

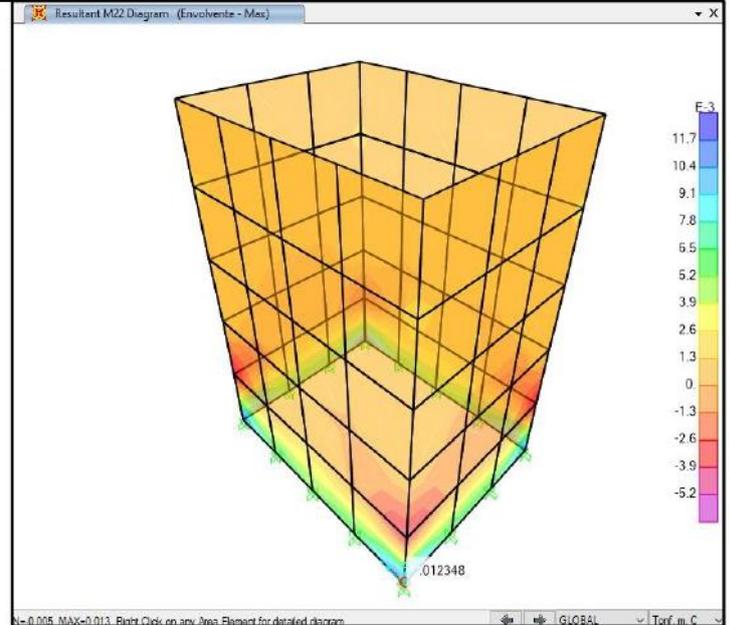
$$S = \frac{100 \times 0.71}{4.78}$$

$$S = 14.854 \approx 15 \text{ cm}$$

Usaremos:

1 $\phi \text{ 3/8" @ 15 cm}$

Varilla de acero	Área (cm ²)
$\phi \text{ 3/8"}$	0.71
$\phi \text{ 1/2"}$	1.27
$\phi \text{ 5/8"}$	1.98
$\phi \text{ 3/4"}$	2.85
$\phi \text{ 1"}$	5.07



Descripción	Flexión
$M_u (-)$	0.012348 Ton-m
W	0.00218
ρ	0.00001
ρb	0.0285
$\rho_{\text{mín}}$	0.00319
$\rho_{\text{máx}}$	0.02138
$A_s (+)$	4.78 cm ²
Diámetro	$\phi \text{ 3/8"}$
A_{barra}	0.71 cm ²

Verificación del cortante de la estructura:

Cortante Positivo

(V23) = 0.008 Ton/m
(Dato SAP2000)

Cortante Negativo

(V23) = 0.041 Ton/m
(Dato SAP2000)

$$V_c = \phi \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times (b) \times (d^2)$$

$$V_c = 0.75 \times 0.53 \times \sqrt{280} \times (100) \times (15^2)/1000$$

$$V_c = 149.66 \text{ Ton} > V_u = 0.0 \text{ Ton}$$

OK, La sección no necesita refuerzo o por corte (Diseño de estribos)

Longitud ente movimiento articulaciones, (mt)	Mínima Contracción y Temperatura	
	Grado 40	Grado 60
Menos de 6.0 m	0.0030	0.0030
6.0 m < longitud < 9.0 m	0.0040	0.0030
9.0 m < longitud < 12.0 m	0.0050	0.0040
Mayor de 12.0 m	0.0060 (*)	0.0050 (*)

De acuerdo a la longitud máxima de la cisterna se tiene 1.95 m por lo tanto la cuantía mínima es de $0.0030 \times 100 \times 15 = 4.50 \text{ cm}^2$
Si se utiliza acero $3/8"$ ($0.71/4.50 = 0.157$), sería $3/8" @ 0.15 \text{ m}$. Se utilizará el caso más desfavorable

En conclusión

Acero Horizontal doble malla

H=0.00 m a H=2.70 m Se utilizará $3/8" @ 0.15 \text{ m}$.

Acero Vertical doble malla

H=0.00 m a H=2.70 m Se utilizará $3/8" @ 0.15 \text{ m}$.

Elaboración: El autor.



DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN - CISTERNA

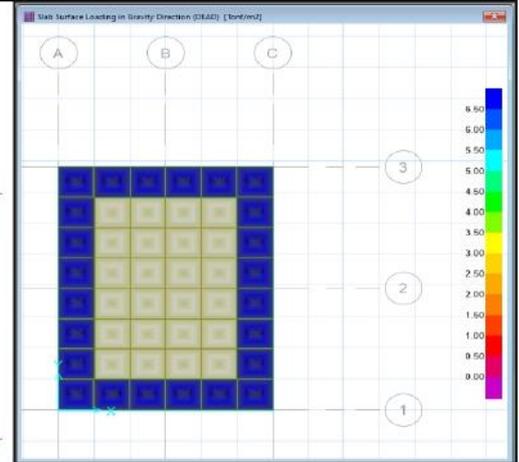
MODELAMIENTO

La cimentación de la estructura será diseñada utilizando el programa SAFE exportando las cargas del SAP. La losa de cimentación de la estructura de la cisterna tiene las siguientes características:

- + L1 = 2.00 m.
- + L2 = 1.90 m.

Características del suelo

- + Capacidad portante = 1.60 kg/cm²
- + $\gamma = 1.80$ Ton/m³
- + $\phi = 37.4^\circ$
- + C = 0



EJE "X"

- + $M_u = 0.31$ Ton - m
- + $f_s = 2100$ kg/cm²
- + $F_y = 4200$ kg/cm²
- + $f_y = 1680$ kg/cm²
- + $F'_c = 280$ kg/cm²
- + $f_c = 126$ kg/cm²
- + n = 8
- + $E_s = 2 \times 10^6$ kg/cm²
- + $E_c = 250,998$ kg/cm²

- 2.08
- + K = 0.32
- + J = 0.89

- + R = 18.22
- 42.56

$d_{\text{mínimo}} = 0.04$ m

Usar: H = 0.20 m.

Momento por carga de servicio
Dato del Modelamiento de SAFE

$$d_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{M_u}{R * b}}$$

$$K = 1 + \frac{1}{1 + \frac{f_s}{f_c * n}}$$

$$J = 1 - \frac{K}{3}$$

$$R = \frac{1}{2} * K * J * f_c$$

$$M_u = R * b * d^2$$

EJE "Y"

- + $M_u = 0.36$ Ton - m
- + $f_s = 2100$ kg/cm²
- + $F_y = 4200$ kg/cm²
- + $f_y = 1680$ kg/cm²
- + $F'_c = 280$ kg/cm²
- + $f_c = 126$ kg/cm²
- + n = 8
- + $E_s = 2 \times 10^6$ kg/cm²
- + $E_c = 250,998$ kg/cm²

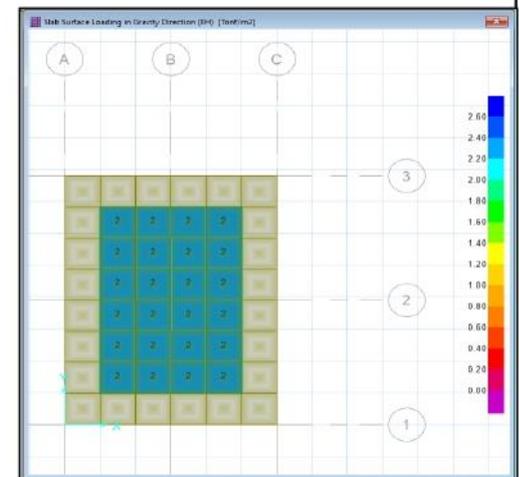
- 2.08
- + K = 0.32
- + J = 0.89

- + R = 18.22
- 42.56

$d_{\text{mínimo}} = 0.04$ m

Usar: H = 0.20 m.

CARGA HIDRÁULICA



VERIFICACIÓN POR FLEXIÓN

$$\phi M_n > M_u$$

- + $A_s = 3.55$ cm²
- + d = 20.00 cm
- + a = 3.13 cm
- + $M_n = 2.75$ Ton - m
- + $\phi = 0.90$
- + $\phi M_n = 2.47$ Ton - m

$$\phi M_n > M_u$$

2.00 Ton - m > 0.40 Ton - m

OK, CUMPLE

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA

- P = 8.6 Ton
- Área = (2.00 m. x 1.90 m.)
- Área = 3.80 m²

$$q_{\text{adm}} = \frac{P}{\text{Área}}$$

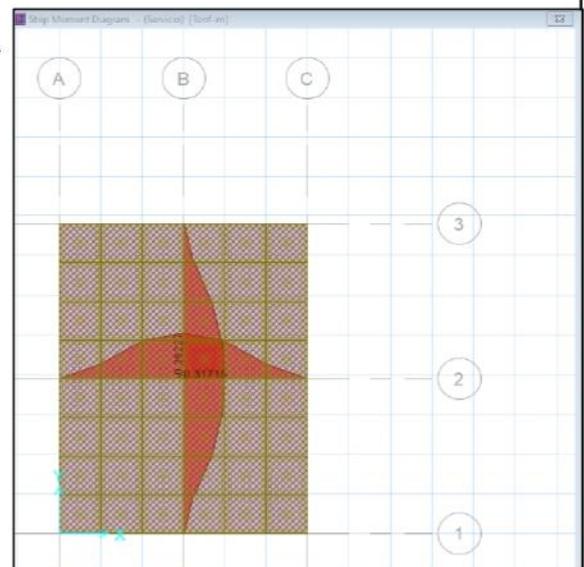
$$q_{\text{adm}} = \frac{8.60}{3.80}$$

$$q_{\text{adm}} = 2.26 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{\text{portante}} > q_{\text{adm}}$$

1.60 kg/cm² > 0.226 kg/cm²

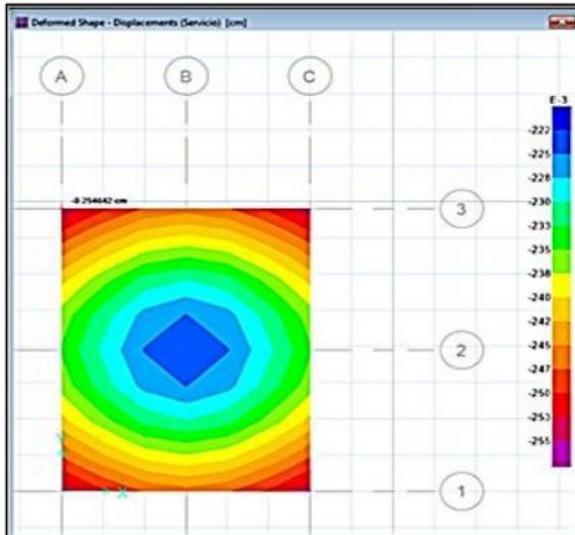
OK, CUMPLE



Elaboración: El autor.

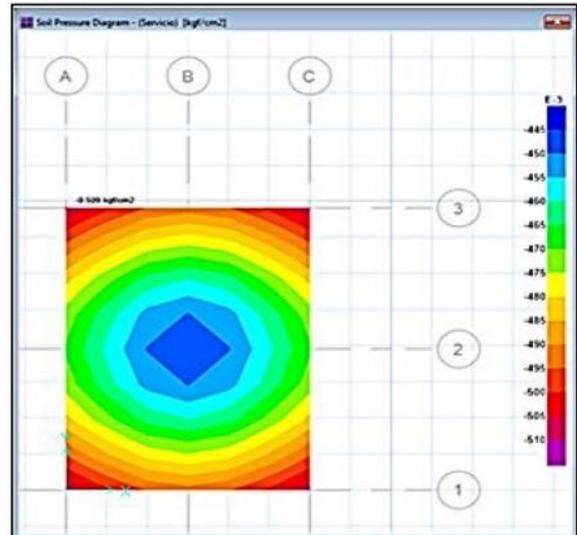
DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN - CISTERNA

VERIFICACIÓN POR DESPLAZAMIENTO

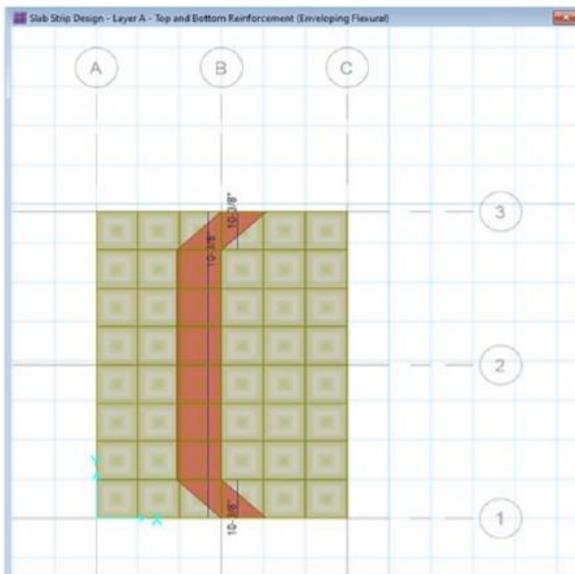


Desplazamiento máximo es 0.25 cm, que es menor al desplazamiento máximo permisible = 2.50 cm

VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO

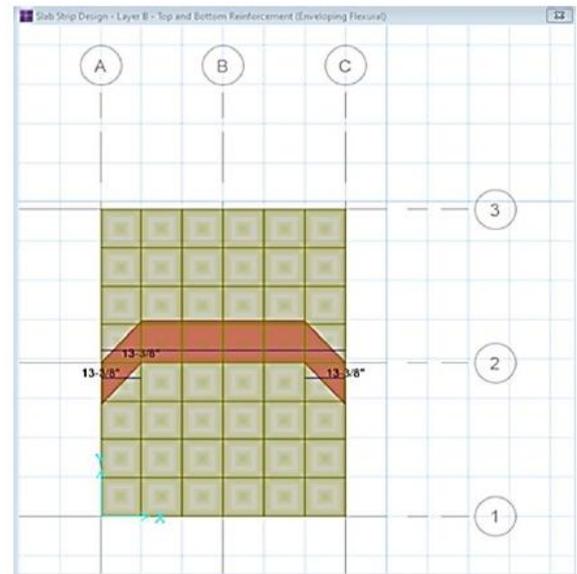


La mayor fuerza aplicada en la platea es menor que la capacidad admisible del suelo 0.50 kg/cm² < 1.60 kg/cm²



PARA LA LOSA EN EL EJE "X"

Losa inferior e=0.20 m.
Los resultados que nos muestra el programa SAFE en la losa de cimentación, sale 10 varillas de acero de 3/8"
Que va a estar distribuido: Longitud - recubrimiento
= 190 - 10 = 180 cm → 180 / 10 = 18 cm
Varillas de acero para la losa: 3/8" @ 20cm
As mínimo = 0.0018*15*100 = 2.70 cm²
→ 1.99 / 2.70 = 26.3 cm
Se utiliza el caso más desfavorable
CONCLUSIÓN:
Para la losa de cimentación en el eje "X" es necesario:
3/8" @ 20 cm (Doble malla).

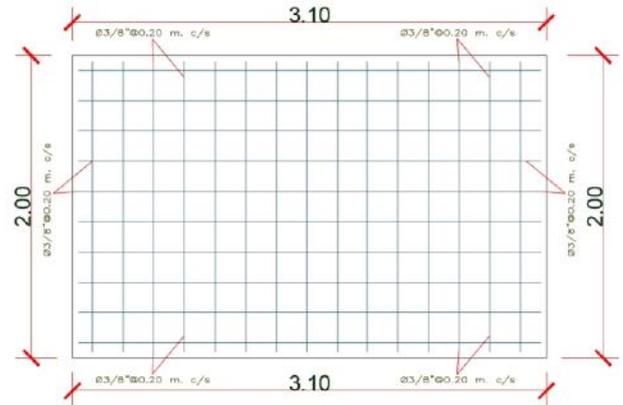


PARA LA LOSA EN EL EJE "Y"

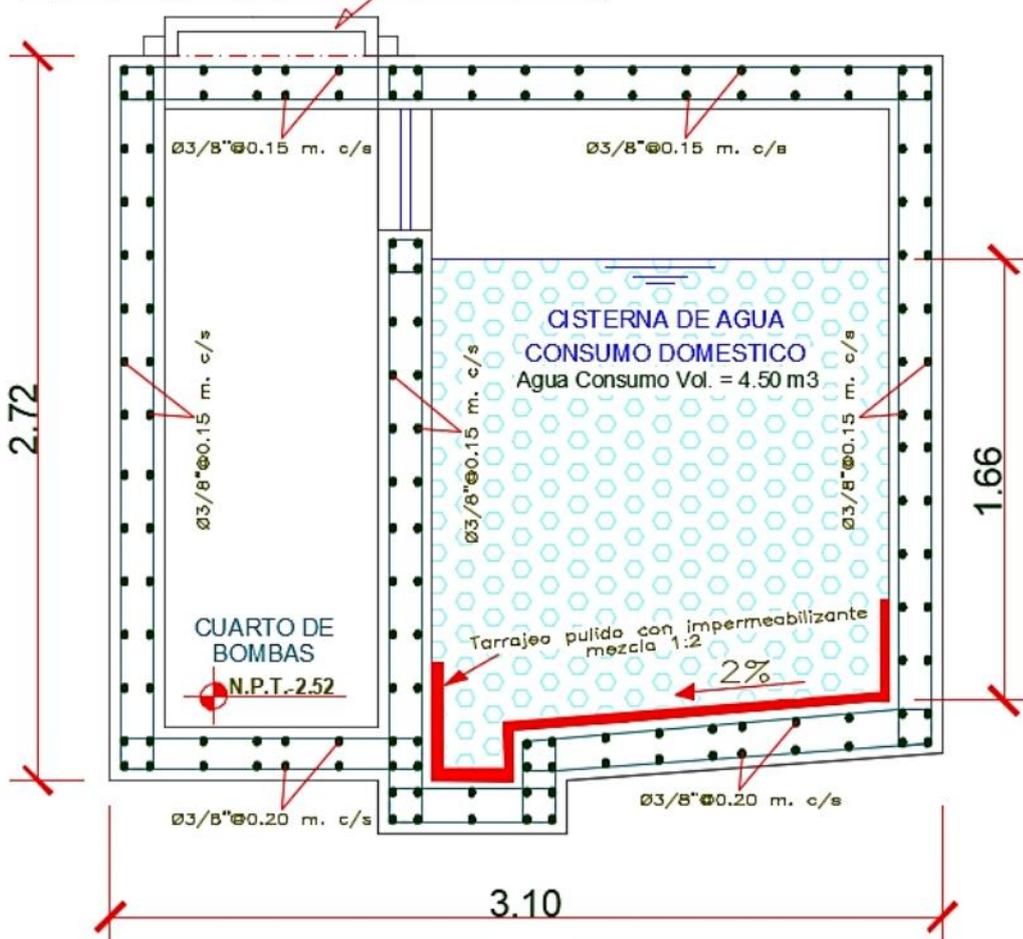
Losa inferior e=0.20 m.
Los resultados que nos muestra el programa SAFE en la losa de cimentación, sale 13 varillas de acero de 3/8"
Que va a estar distribuido: Longitud - recubrimiento
= 200 - 10 = 190 cm → 190 / 10 = 19 cm
Varillas de acero para la losa: 3/8" @ 20cm
As mínimo = 0.0018*15*100 = 2.70 cm²
→ 1.99 / 2.70 = 26.3 cm
Se utiliza el caso más desfavorable
CONCLUSIÓN:
Para la losa de cimentación en el eje "X" es necesario:
3/8" @ 20 cm (Doble malla).

Elaboración: El autor.

PLANOS ESTRUCTURALES - CISTERNA



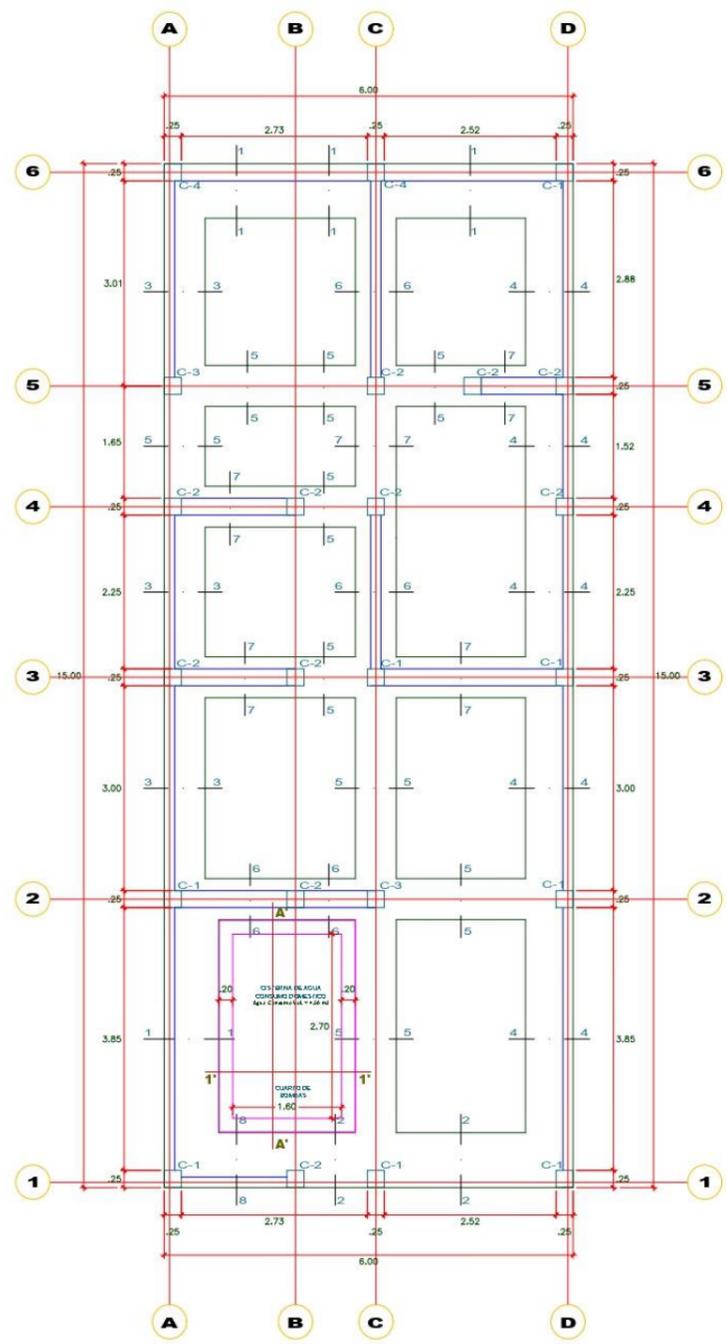
tapa de concreto de 0.80x0.80



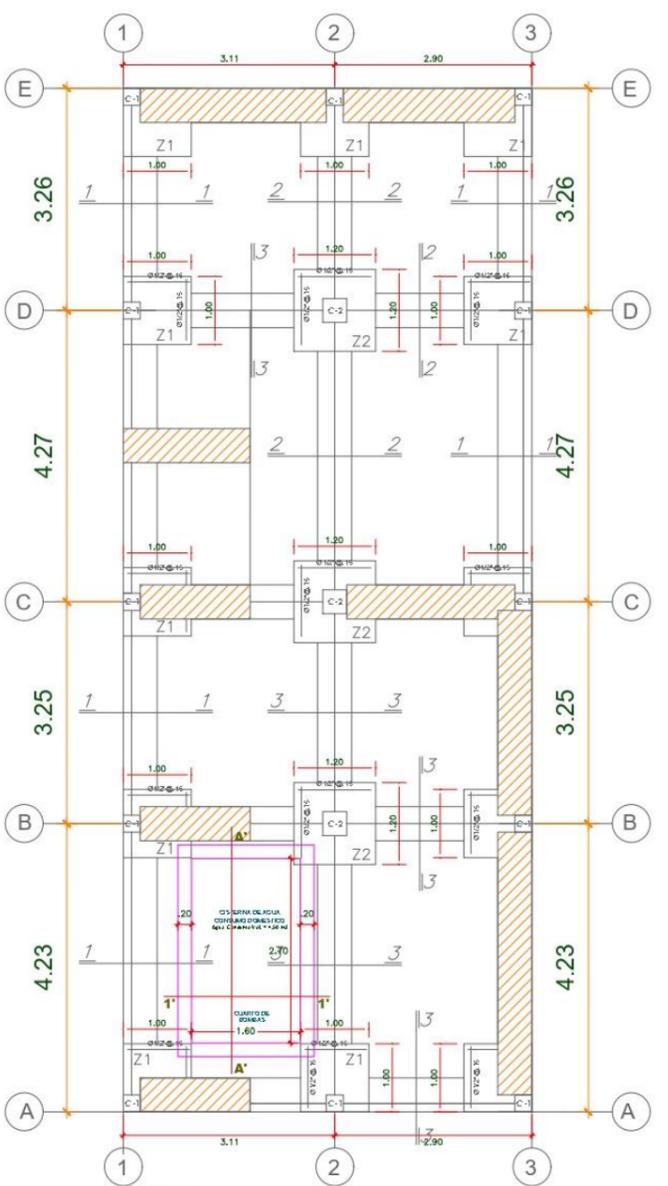
Elaboración: El autor.

ANEXO 34. PLANO DE DETALLE DE CISTERNA EN AMBAS ALTERNATIVAS

DETALLE DE CISTERNA

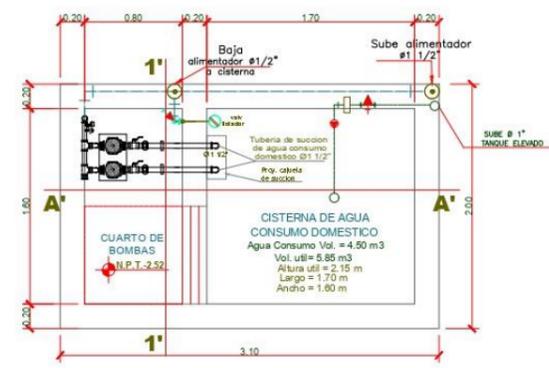


ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA

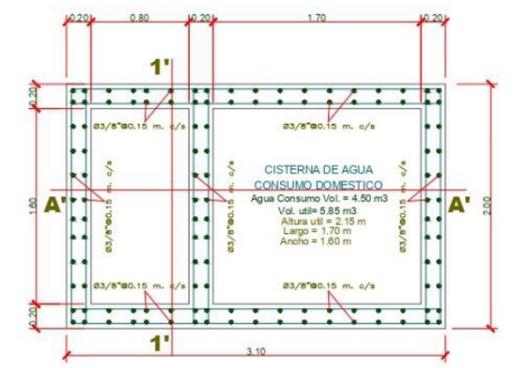


ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN

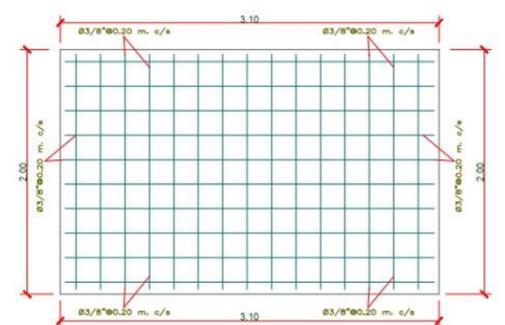
- LEYENDA:
- CIMENTACIÓN EXISTENTE
 - DEMOLICIÓN CIMENTACIÓN
 - CISTERNA NUEVA



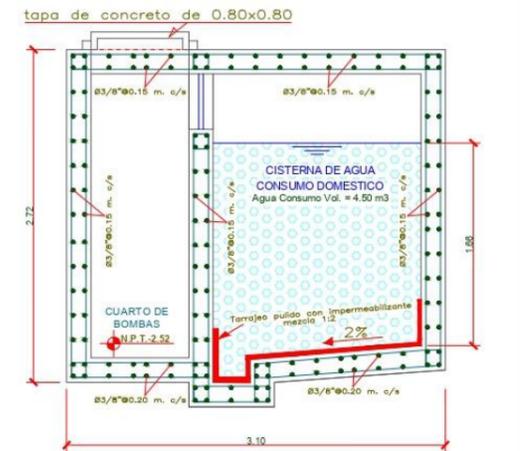
PLANTA



PLANTA



LOSA MACIZA



CORTE A'-A'

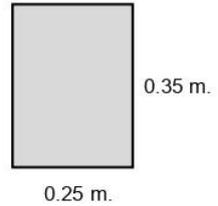
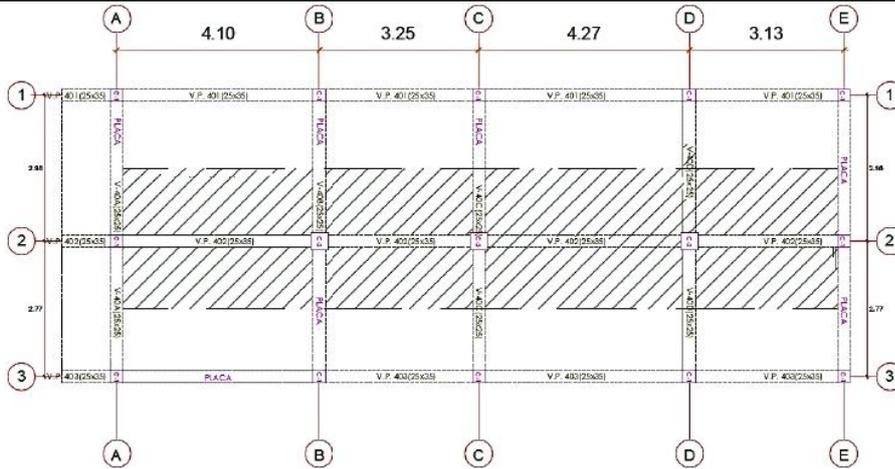
USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		*COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA, O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA.
PROYECTO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR 05 NIVELES	LAMINA
UBICACIÓN:	PSJ. LAS VIOLETAS MZ. L.LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC. FLOR DE AMANCAES, RÍMAC, LIMA, LIMA.	
ESPECIALIDAD:	PLANO DE CIMENTACIÓN - DETALLE CISTERNA (ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN - ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA)	ESCALA 1/50
ELABORADO POR:	EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA (Cell: 979367654 / 951210598 - Correo: edwin_cueva@usmp.pe / ejcv_1998@hotmail.com)	FECHA 2021

ANEXO 35. DISEÑO DE VIGA DE CONCRETO ARMADO



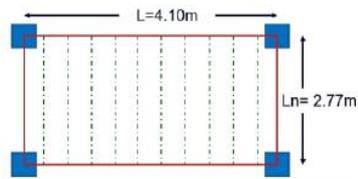
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

DISEÑO DE VIGA DE CONCRETO ARMADO – MÉTODO DE LOS COEFICIENTES



- + Viga = 25 cm x 35 cm
- + F'c = 210 kg/cm²
- + Fy = 4200 kg/cm²
- + S/C = 200 kg/m²
- + W_{concreto} = 2400 kg/m³
- + W_{tabiquería} = 100 kg/m²
- + W_{acabados} = 100 kg/m²

ALIGERADO 4º PISO



$Ln < L$
+ L = longitud mayor.
+ Ln = longitud menor.

$2.77 \text{ m} < 4.10 \text{ m}$

$$e_{losa} = \frac{Ln}{25} = \frac{2.77}{25} = 0.1108$$

$e_{losa} = 0.1108 \cong 17 \text{ cm}$



- + e = 0.17 m. → W = 280 kg/m²
- + e = 0.20 m. → W = 300 kg/m²
- + e = 0.25 m. → W = 350 kg/m²
- + e = 0.30 m. → W = 420 kg/m²

METRADO DE CARGAS

CARGA MUERTA (DEAD = D)

- + Peso propio de la viga: 0.25 m. x 0.35 m. x 2400 kg/m³ = 210.00 kg/m
- + Peso de losa aligerada: (2.98/2 + 2.77/2) x 280 kg/m² = 805.00 kg/m
- + Peso de tabiquería: (2.98/2 + 2.77/2) x 100 kg/m² = 287.50 kg/m
- + Peso de acabados: (2.98/2 + 2.77/2) x 100 kg/m² = 287.50 kg/m

$\sum_{TOTAL} = 1590.00 \text{ kg/m}$

DEAD: D = 1.59 Ton/m

CARGA VIVA (LIVE = L)

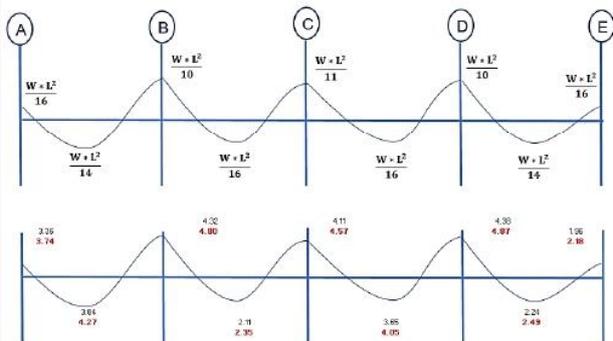
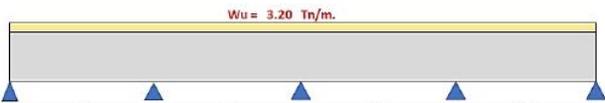
- + Sobrecarga (S/c): (2.98/2 + 2.77/2) x 200 kg/m² = 575.00 kg/m

LIVE: L = 0.575 Ton/m

CARGA ÚLTIMA (Wu = 1.4 D + 1.7 L)

$Wu = 1.4 (1.59 \text{ Ton/m}) + 1.7 (0.575 \text{ Ton/m})$

Wu = 3.20 Ton/m



$$A_s (\text{mínimo}) = \frac{14 \cdot b \cdot d}{f_y}$$

$$A_s (\text{mínimo}) = \frac{14 \cdot 25 \text{ cm} \cdot 29 \text{ cm}}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$A_s (\text{mínimo}) = 2.42 \text{ cm}^2$

COEFICIENTE DE BERNOULLI	
$f'_c < 280 \text{ kg/cm}^2$	$\beta_1 = 0.85$
$280 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$\beta_1 = 0.80$
$351 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c \leq 420 \text{ kg/cm}^2$	$\beta_1 = 0.75$
$421 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c \leq 490 \text{ kg/cm}^2$	$\beta_1 = 0.70$
$f'_c \geq 560 \text{ kg/cm}^2$	$\beta_1 = 0.65$

$$M_n (\text{máximo}) = A_s (\text{máximo}) \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_n (\text{máximo}) = \frac{9.83 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot \left(29 - \frac{9.25 \text{ cm}}{2}\right)}{10^5}$$

$M_n (\text{máximo}) = 10.06 \text{ Ton} - \text{m}$

$c = \frac{3}{8} d$
 $c = \frac{3}{8} \cdot (29 \text{ cm})$
 $c = 10.88 \text{ cm}$

$a = \beta_1 \cdot c$
 $a = 0.85 \cdot 10.88 \text{ cm}$
 $a = 9.25 \text{ cm}$

$$A_s (\text{máximo}) = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{f_y}$$

$$A_s (\text{máximo}) = \frac{0.85 \cdot 210 \text{ kg/cm}^2 \cdot 9.25 \text{ cm} \cdot 25 \text{ cm}}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$A_s (\text{máximo}) = 9.83 \text{ cm}^2$

Elaboración: El autor.



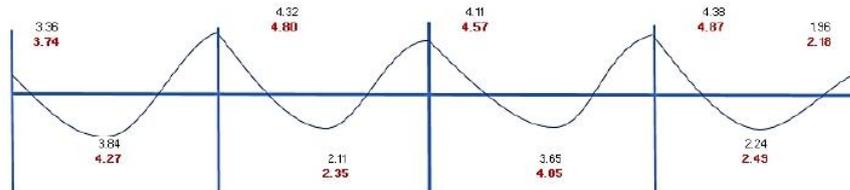
USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA
PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O
AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO
NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE LIMA

DISEÑO POR FLEXIÓN - VIGA DE CONCRETO ARMADO

$W_u = 3.20 \text{ Tn/m}$

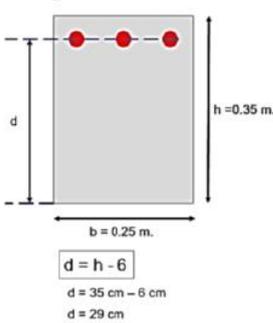


$$M_n^{+/-} = \frac{M_u^{+/-}}{\phi}$$

$\phi = 0.90$

Varilla de acero	Área (cm ²)
$\phi 3/8"$	0.71
$\phi 1/2"$	1.27
$\phi 5/8"$	1.98
$\phi 3/4"$	2.85
$\phi 1"$	5.07

$M_n = 4.87 \text{ Ton-m}$



I TANTEO

- $a = 20\% \times d$
 $a = 20\% \times 29 \text{ cm}$
 $a = 5.80 \text{ cm}$
- $A_s = \frac{M_n \cdot 10^5}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$
 $A_s = \frac{4.87 \text{ Ton-m} \cdot 10^5}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{5.80 \text{ cm}}{2})}$
 $A_s = 4.44 \text{ cm}^2$
- $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$
 $a = \frac{4.44 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$
 $a = 4.18 \text{ cm}$
 $a = 5.80 \text{ cm} \quad \Delta > 0.10 \text{ cm}$
 $a = 4.18 \text{ cm} \quad \text{NO CUMPLE}$

II TANTEO

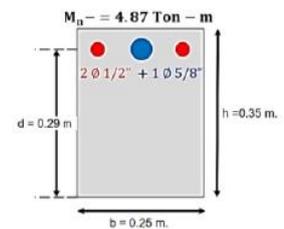
- $a = \text{del tanteo "I"}$
 $a = 4.18 \text{ cm}$
- $A_s = \frac{M_n \cdot 10^5}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$
 $A_s = \frac{4.87 \text{ Ton-m} \cdot 10^5}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{4.18 \text{ cm}}{2})}$
 $A_s = 4.31 \text{ cm}^2$
- $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$
 $a = \frac{4.31 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$
 $a = 4.06 \text{ cm}$
 $a = 4.18 \text{ cm} \quad \Delta > 0.10 \text{ cm}$
 $a = 4.06 \text{ cm} \quad \text{NO CUMPLE}$

III TANTEO

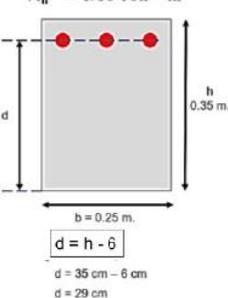
- $a = \text{del tanteo "II"}$
 $a = 4.06 \text{ cm}$
- $A_s = \frac{M_n \cdot 10^5}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$
 $A_s = \frac{4.87 \text{ Ton-m} \cdot 10^5}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{4.06 \text{ cm}}{2})}$
 $A_s = 4.30 \text{ cm}^2$
- $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$
 $a = \frac{4.30 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$
 $a = 4.05 \text{ cm}$
 $a = 4.06 \text{ cm} \quad \Delta < 0.10 \text{ cm}$
 $a = 4.05 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$

$A_s (\text{requerido}) = 4.30 \text{ cm}^2$
 $2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

$A_s (\text{colocado}) = 4.52 \text{ cm}^2$



$M_n = 4.80 \text{ Ton-m}$



I TANTEO

- $4.80 \text{ --- } a = 4.05 \text{ cm}$
 $4.80 \text{ --- } a$
 $a = 3.99 \text{ cm}$
- $A_s = \frac{M_n \cdot 10^5}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$
 $A_s = \frac{4.80 \text{ Ton-m} \cdot 10^5}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{3.99 \text{ cm}}{2})}$
 $A_s = 4.23 \text{ cm}^2$
- $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$
 $a = \frac{4.23 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$
 $a = 3.98 \text{ cm}$
 $a = 3.99 \text{ cm} \quad \Delta < 0.10 \text{ cm}$
 $a = 3.98 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$

$A_s (\text{requerido}) = 4.23 \text{ cm}^2$

$2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

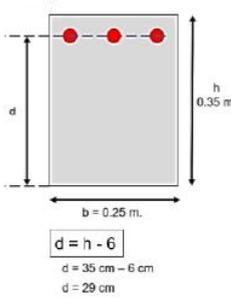
$A_s (\text{colocado}) = 4.52 \text{ cm}^2$

$M_n = 4.80 \text{ Ton-m}$

$2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

$b = 0.25 \text{ m}$

$M_n = 4.57 \text{ Ton-m}$



I TANTEO

- $4.80 \text{ --- } a = 3.98 \text{ cm}$
 $4.57 \text{ --- } a$
 $a = 3.79 \text{ cm}$
- $A_s = \frac{M_n \cdot 10^5}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$
 $A_s = \frac{4.57 \text{ Ton-m} \cdot 10^5}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{3.79 \text{ cm}}{2})}$
 $A_s = 4.01 \text{ cm}^2$
- $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$
 $a = \frac{4.01 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$
 $a = 3.77 \text{ cm}$
 $a = 3.79 \text{ cm} \quad \Delta < 0.10 \text{ cm}$
 $a = 3.77 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$

$A_s (\text{requerido}) = 4.01 \text{ cm}^2$

$2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

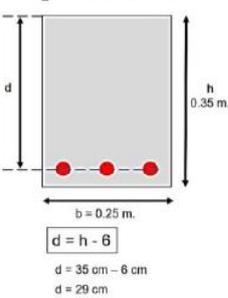
$A_s (\text{colocado}) = 4.52 \text{ cm}^2$

$M_n = 4.57 \text{ Ton-m}$

$2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

$b = 0.25 \text{ m}$

$M_n = 4.27 \text{ Ton-m}$



I TANTEO

- $4.57 \text{ --- } a = 3.77 \text{ cm}$
 $4.27 \text{ --- } a$
 $a = 3.62 \text{ cm}$
- $A_s = \frac{M_n \cdot 10^5}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$
 $A_s = \frac{4.27 \text{ Ton-m} \cdot 10^5}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{3.62 \text{ cm}}{2})}$
 $A_s = 3.73 \text{ cm}^2$
- $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$
 $a = \frac{3.73 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$
 $a = 3.51 \text{ cm}$
 $a = 3.62 \text{ cm} \quad \Delta < 0.10 \text{ cm}$
 $a = 3.51 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$

$A_s (\text{requerido}) = 3.73 \text{ cm}^2$

$2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

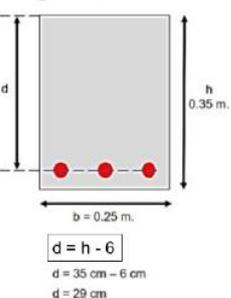
$A_s (\text{colocado}) = 4.52 \text{ cm}^2$

$M_n = 4.27 \text{ Ton-m}$

$2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

$b = 0.25 \text{ m}$

$M_n = 4.05 \text{ Ton-m}$



I TANTEO

- $4.27 \text{ --- } a = 3.51 \text{ cm}$
 $4.05 \text{ --- } a$
 $a = 3.33 \text{ cm}$
- $A_s = \frac{M_n \cdot 10^5}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$
 $A_s = \frac{4.05 \text{ Ton-m} \cdot 10^5}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{3.33 \text{ cm}}{2})}$
 $A_s = 3.53 \text{ cm}^2$
- $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$
 $a = \frac{3.53 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$
 $a = 3.32 \text{ cm}$
 $a = 3.33 \text{ cm} \quad \Delta < 0.10 \text{ cm}$
 $a = 3.32 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$

$A_s (\text{requerido}) = 3.53 \text{ cm}^2$

$2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

$A_s (\text{colocado}) = 4.52 \text{ cm}^2$

$M_n = 4.05 \text{ Ton-m}$

$2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$

$b = 0.25 \text{ m}$

Elaboración: El autor.

DISEÑO POR FLEXIÓN - VIGA DE CONCRETO ARMADO

<p>M_n - = 3.74 Ton - m</p> <p>TANTEO</p> <ol style="list-style-type: none"> $4.05 \rightarrow a = 3.32 \text{ cm}$ $3.74 \rightarrow a$ $a = 3.07 \text{ cm}$ $A_s = \frac{M_n \cdot 10^6}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$ $A_s = \frac{3.74 \text{ Ton} \cdot \text{m} \cdot 10^6}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{3.07 \text{ cm}}{2})}$ $A_s = 3.24 \text{ cm}^2$ $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$ $a = \frac{3.24 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$ $a = 3.07 \text{ cm}$ <p>$\Delta < 0.10 \text{ cm}$ CUMPLE</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 3.24 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$</p> <p>M_n - = 4.57 Ton - m</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 4.57 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2 \phi 1/2" + 1 \phi 5/8"$</p>	<p>M_n + = 2.49 Ton - m</p> <p>TANTEO</p> <ol style="list-style-type: none"> $3.74 \rightarrow a = 3.05 \text{ cm}$ $2.49 \rightarrow a$ $a = 2.03 \text{ cm}$ $A_s = \frac{M_n \cdot 10^6}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$ $A_s = \frac{2.49 \text{ Ton} \cdot \text{m} \cdot 10^6}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{2.03 \text{ cm}}{2})}$ $A_s = 2.11 \text{ cm}^2$ $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$ $a = \frac{2.11 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$ $a = 1.98 \text{ cm}$ <p>$\Delta < 0.10 \text{ cm}$ CUMPLE</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 2.11 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2 \phi 1/2"$</p> <p>M_n + = 2.49 Ton - m</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 2.11 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2.42 \text{ cm}^2$ se coloca $A_s(\text{mínimo})$ $2 \phi 1/2"$</p> <p>$A_s(\text{colocada}) = 2.54 \text{ cm}^2$</p> <p>M_n + = 2.49 Ton - m</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 2.11 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2.54 \text{ cm}^2$</p>
<p>M_n + = 2.35 Ton - m</p> <p>TANTEO</p> <ol style="list-style-type: none"> $2.49 \rightarrow a = 1.98 \text{ cm}$ $2.35 \rightarrow a$ $a = 1.87 \text{ cm}$ $A_s = \frac{M_n \cdot 10^6}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$ $A_s = \frac{2.35 \text{ Ton} \cdot \text{m} \cdot 10^6}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{1.87 \text{ cm}}{2})}$ $A_s = 1.99 \text{ cm}^2$ $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$ $a = \frac{1.99 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$ $a = 1.87 \text{ cm}$ <p>$\Delta < 0.10 \text{ cm}$ CUMPLE</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 1.99 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2.42 \text{ cm}^2$ se coloca $A_s(\text{mínimo})$ $2 \phi 1/2"$</p> <p>M_n + = 2.35 Ton - m</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 1.99 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2.54 \text{ cm}^2$</p>	<p>M_n - = 2.18 Ton - m</p> <p>TANTEO</p> <ol style="list-style-type: none"> $2.35 \rightarrow a = 1.87 \text{ cm}$ $2.18 \rightarrow a$ $a = 1.73 \text{ cm}$ $A_s = \frac{M_n \cdot 10^6}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$ $A_s = \frac{2.18 \text{ Ton} \cdot \text{m} \cdot 10^6}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot (29 \text{ cm} - \frac{1.73 \text{ cm}}{2})}$ $A_s = 1.84 \text{ cm}^2$ $a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$ $a = \frac{1.84 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 25 \text{ cm}}$ $a = 1.73 \text{ cm}$ <p>$\Delta < 0.10 \text{ cm}$ CUMPLE</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 1.84 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2.42 \text{ cm}^2$ se coloca $A_s(\text{mínimo})$ $2 \phi 1/2"$</p> <p>$A_s(\text{colocada}) = 2.54 \text{ cm}^2$</p> <p>M_n - = 2.18 Ton - m</p> <p>$A_s(\text{requerida}) = 1.84 \text{ cm}^2$ $A_s(\text{colocada}) = 2.42 \text{ cm}^2$</p>

W_u = 3.20 Tn/m.

V - 402 (25X35)

Elaboración: El autor.

ANEXO 36. DISEÑO DE COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

 USMP UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRÉS	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
--	--	--

DISEÑO DE COLUMNAS

Estructura: **COLUMNA**

DISEÑO POR FLEXOCOMPRESIÓN

Sección = 35 cm. x 35 cm. A_g = Área bruta de columna
 f'_c = 210 kg/cm² A_g = 35 cm. x 35 cm.
 f_y = 4200 kg/cm² A_g = 1225 cm²

$$P_u = 0.10 * f'_c * A_g$$

$$P_u = 0.10 * 210 * 1225$$

$$P_u = 25.73 \text{ Ton.}$$

$$A_s (\text{mín}) = 0.01 * A_g$$

$$A_s (\text{máx}) = 0.06 * A_g$$

$$A_s (\text{mín}) = 0.01 * 1225$$

$$A_s (\text{mín}) = 12.25 \text{ cm}^2$$

$$A_s (\text{máx}) = 0.06 * 1225$$

$$A_s (\text{máx}) = 73.50 \text{ cm}^2$$

Asumimos acero longitudinal: $4 \text{ } \phi 3/4" + 2 \text{ } \phi 5/8"$

$$A_s (\text{colocado}) = (4 * 2.85) + (2 * 1.98)$$

$$A_s (\text{colocado}) = 15.36 \text{ cm}^2$$

DISEÑO POR CORTANTE

Fuerza axial = 149.53

Momento = 4.26

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g} \right)$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210} * 35 * 31 * \left(1 + \frac{149.53}{140 * (0.35 * 0.35)} \right)$$

$$V_c = 15.60 \text{ Ton.}$$

$$V_u > \phi V_c \quad 20.00 > 0.85 * 15.60$$

$$20.00 > 13.26 \text{ Ton} \quad \text{CUMPLE!}$$

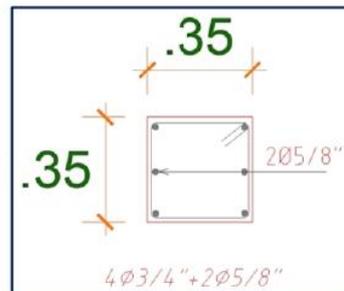
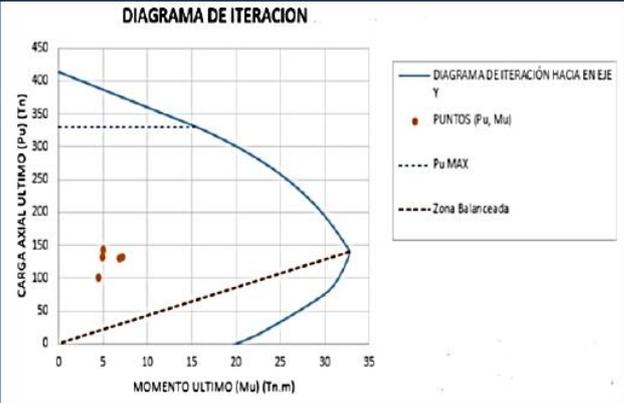
$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - \phi V_c \quad V_s = \frac{20.00}{0.85} - 0.85 * 15.60$$

$$V_s = 10.27 \text{ Ton.}$$

$$V_s = A_v * f_y * \frac{d}{S}$$

$$S = (2 * 0.71) * 4200 * \frac{31}{10270 \text{ kg}}$$

$$S = 18.00 \text{ cm.} \approx 20.00 \text{ cm}$$



Varilla de acero	Área (cm ²)
$\phi 3/8"$	0.71
$\phi 1/2"$	1.27
$\phi 5/8"$	1.98
$\phi 3/4"$	2.85
$\phi 1"$	5.07

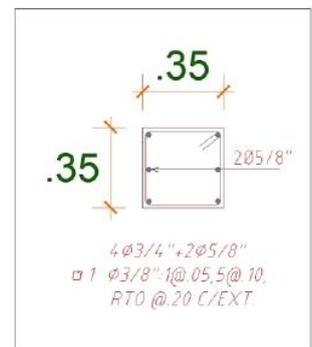
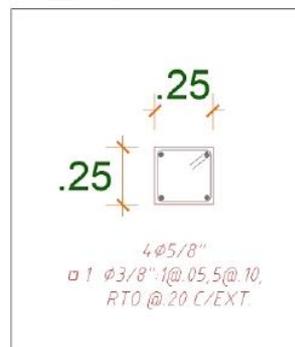
Para la zona de confinamiento

8 veces el ϕ de la varilla longitudinal
 $8 (2.54 * 3/8") = 15.24 \text{ cm}$

La mitad de sección menor del elemento

Sección = $35 / 2 = 17.5 \text{ cm}$

$\square 3/8" \quad 1 @ 0.05, 5 @ 0.10, \text{ Resto } @ 0.25.$



Columna: 25 cm. x 25 cm.

$$A_s (\text{mín}) = 0.01 * A_g$$

$$A_s (\text{mín}) = 0.01 * 625$$

$$A_s (\text{mín}) = 6.25 \text{ cm}^2$$

Asumimos acero longitudinal:
 $4 \text{ } \phi 5/8"$

$$A_s (\text{colocado}) = (4 * 1.98)$$

$$A_s (\text{colocado}) = 7.92 \text{ cm}^2$$

Elaboración: El autor.

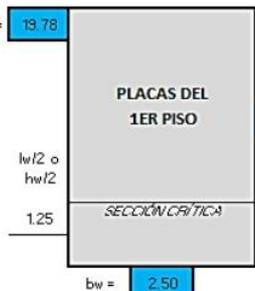
ANEXO 37. DISEÑO DE PLACAS DE CONCRETO ARMADO

	<h1 style="margin: 0;">USMP</h1> <p style="font-size: small; margin: 0;">UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p>	<p style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>
---	--	---

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

MODELAMIENTO PLACAS DE CONCRETO ARMADO

DATOS	
Vu=	19.78
altura=	3.50
Elosa=	0.30
Hperalte=	0.80
hw=	2.80
bw=	2.30
espesor=	0.20



PLACAS DEL 1ER PISO

VERIFICAR CORTANTE	
Vn = 2.65*b*d (raiz de f'c)	
Vn =	153.61 Tn
COMPARACIÓN	SÍ CUMPLE

VERIFICAR SECCIÓN CRÍTICA	
Vc = 0.88*h*d (raiz de f'c) + (Nu*d)/(4*lw)	
Vc =	51.01 Tn
Vc = (0.16*raiz(f'c) + (lw(0.33*raiz(f'c) + (0.2*Nu)/(lw*h)))/(Mu/Vu) - lw/2)*h*d	
Vc =	168.68 Tn
Gana el menor Vc =	51.01 Tn

ACERO HORIZONTAL		
MÁXIMA SEPARACIÓN VARILLAS HORIZONTALES	CÁLCULO DE ESTRIBOS	CUANTÍA DE ACERO
lw/5 = 0.5	Vs = Vn - Vc	Pt = (As/Ac) >= 0.0025
3*h = 0.60	Vn = 26.37	As = 1.42
S = 0.45	Vc = 51.01	Ac = 440
Smáx = 0.45	Vs = 24.64	Pt = 0.0032
		CUMPLE? = SÍ
		SEPARACIÓN Ø 3/8" @ 20 cm

ACERO VERTICAL		
MÁXIMA SEPARACIÓN VARILLAS VERTICALES	CÁLCULO DE ACERO VERTICAL	CUANTÍA DE ACERO
lw/3 = 0.5	Pl = 0.0025 + (0.5*(2.5 - (hw/lw))*(Pt - 0.0025)) >= 0.0025	Pt = (As/Ac) >= Pl
3*h = 0.60		As = 1.42
S = 0.45		Ac = 20
Smáx = 0.45	Pl = 0.0030	S = 23.65
		SEPARACIÓN Ø 3/8" @ 20 cm

SEPARACIÓN (S)			
Varilla	Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 1/2"
Av	0.63	1.42	2.54
fy	4200	4200	4200
S =	21.61	48.41	86.59

Separación = **21.61** cm.

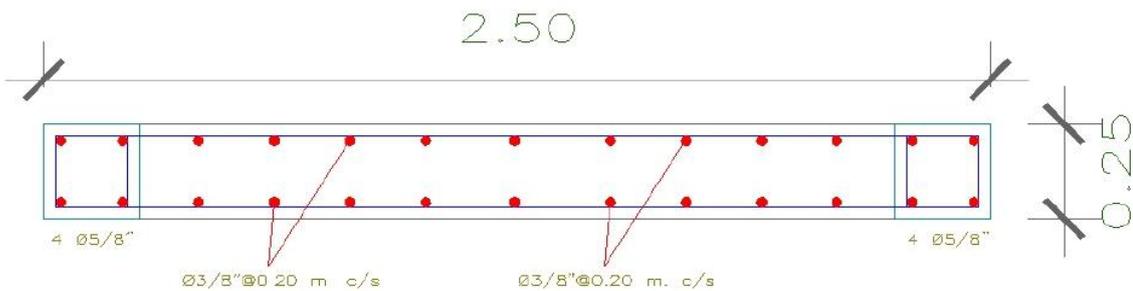
ACERO PRINCIPAL			
d =	200	f'c =	210
Lw =	2.50	fy =	4200
b =	0.20		
c =	91.5		
a =	77.775		

Mu = Vu*hw	
Mu =	55.38
Mn =	6153

a (regla de tres) = 11

FC =	210
ACERO HORIZONTAL	Ø 3/8" @ 20 cm
ACERO VERTICAL	Ø 3/8" @ 20 cm
ACERO PRINCIPAL	4 Ø 5/8"

Mn (Tn-m)	a (asumir)	As	a (calculado)	comparación	# 5/8"
6153	10.70	7.89	9.28	1.41	
6153	9.28	7.86	9.25	0.04	4 Ø 5/8"



Elaboración: El autor.

ANEXO 38. RESUMEN DE PRESUPUESTO – ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN

PRESUPUESTO - ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES		
PROYECTO	: “VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 05 NIVELES”	
UBICACION	: PSJ. LAS VIOLETAS MZ L LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC, FLOR DE AMANCAES, DISTRITO DEL RÍMAC, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA	
FECHA	: 2021	
ELABORADO POR:	EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA	
Item	TITULO / PARTIDA / DESCRIPCION	PARCIAL (S/.)
01	ALTERNATIVA DE DEMOLICIÓN	
01.01	DESMONTAJE DE VIVIENDA EXISTENTE	S/ 900.66
01.02	DEMOLICIONES	S/ 13,083.86
02	CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA DE AMPLIACIÓN DE NIVELES	
02.02	ESTRUCTURAS	
02.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/ 1,810.64
02.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/ 545.46
02.02.03	COLUMNAS	S/ 15,209.11
02.02.04	PLACAS	S/ 89,319.33
02.02.05	VIGAS	S/ 13,354.49
02.02.06	CISTERNA	S/ 9,880.43
02.02.07	LOSAS ALIGERADAS	S/ 18,787.50
02.02.08	ESCALERAS	S/ 4,699.64
02.03	ARQUITECTURA	
02.03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	S/ 12,177.34
02.03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	S/ 31,867.67
02.03.03	PISOS Y PAVIMENTOS	S/ 12,581.69
02.03.04	PINTURA	S/ 12,340.61
TOTAL BRUTO		S/ 236,558.44
IGV (18%)		S/ 42,580.52
PRESUPUESTO TOTAL		S/ 279,138.96

ANEXO 39. RESUMEN DE PRESUPUESTO – ALTERNATIVA DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA

 USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA <small>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</small>			
PRESUPUESTO - ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN NUEVA			
PROYECTO :	"VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 05 NIVELES"		
UBICACION	: PSJ. LAS VIOLETAS MZ L LT. 10 ASENT. H. BALCÓN DEL RÍMAC, FLOR DE AMANCAES, DISTRITO DEL RÍMAC, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA		
FECHA	: 2021		
ELABORADO POR:	EDWIN JESÚS CUEVA VILLANUEVA		
Item	TITULO / PARTIDA / DESCRIPCION		PARCIAL (S/.)
01	ALTERNATIVA DE DEMOLICIÓN		
01.01	DESMONTAJE DE VIVIENDA EXISTENTE	S/	4,163.38
01.02	DEMOLICIONES	S/	73,267.23
02	CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA VIVIENDA NUEVA		
02.01	OBRAS PRELIMINARES	S/	903.60
02.02	ESTRUCTURAS		
02.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/	2,702.53
02.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/	9,464.73
02.02.02.03	SOBRECIMIENTO	S/	3,301.92
02.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
02.02.04	COLUMNAS	S/	41,904.02
02.02.05	VIGAS	S/	35,105.04
02.02.06	CISTERNA	S/	9,880.43
02.02.07	LOSAS ALIGERADAS	S/	46,974.38
02.02.08	ESCALERAS	S/	23,509.40
02.03	ARQUITECTURA		
02.03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	S/	227,801.28
02.03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	S/	51,124.08
02.03.03	PISOS Y PAVIMENTOS	S/	31,452.38
02.03.04	PINTURA	S/	18,934.76
TOTAL BRUTO		S/	580,489.16
IGV (18%)		S/	104,488.05
PRESUPUESTO TOTAL		S/	684,977.21

VIVIENDA EXISTENTE DE TRES NIVELES



1ER PISO

2DO PISO

3ER PISO

CORTE LONGITUDINAL

CORTES TRANSVERSALES



ELEVACIONES DE LA VIVIENDA EXISTENTE DE 03 PISOS



PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES



1ER PISO

2DO PISO

3ER AL 5TO PISO

CORTES

TRANSVERSALES

CORTE LONGITUDINAL DERECHO

CORTE LONGITUDINAL IZQUIERDO



ELEVACIONES DE LA VIVIENDA PROYECTADA A 05 PISOS



COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LAS ALTERNATIVAS DE UNA EDIFICACIÓN NUEVA O AMPLIACIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN EL DISTRITO DEL RÍMAC, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA



Elaborado por:

Edwin Jesús Cueva Villanueva

FUENTES DE INFORMACIÓN

Abanto, T. (2017). Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. (2a ed.). Lima, Perú: Editorial San Marcos.

Aceros Arequipa. (2016). Manual de Construcción para Maestros de Obra. Recuperado de <http://www.acerosarequipa.com/manual-para-maestro-de-obra/albanileria-confinada/conjunto-estructural/losa-aligerada.html>

Aceros Arequipa. (2018). Boletín Construyendo. Recuperado de http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_21/mucho-ojo-al-reglamento-importancia-del-diafragma-rigido.html

ANDINA. (2017, septiembre 20). Lima arrastra preocupante “silencio sísmico” de 271 años. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-lima-arrastra-preocupante-silencio-sismico-271-anos-683653.aspx>

Arteaga, P. (2017). Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al Patrimonio Central edificado en la ciudad de Cuenca – Ecuador. (Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador). Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26547>

Belizario, C. (2017). Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Central del Perú, Huancayo, Perú). Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4100>

Benigno, M. & Gamarra, G. (2018). Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34887>

Castellanos, D. (2015). Comportamiento de muros estructurales con concreto de alto desempeño para viviendas de baja altura. (Tesis de maestría, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia). Recuperado de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/13138?show=full>

CONSTRUYORED. (2017). Zapata aislada, combinada o corrida ¿Cuál utilizar? Recuperado de: <https://construyored.com/noticias/1802-zapata-aislada-combinada-o-corrída-cual-utilizar>

Chopra, A. (2014). Dinámica de estructuras. (4a ed.). México: Editorial Pearson Educación.

Estrada, M. & Yoplac, J. (2019). Evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado con fibras de carbono en el edificio multifamiliar Huaraz, Breña - Lima 2019. (Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú). Recuperado de: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2645>

Gómez, G. (2018). Zapatas en la construcción: qué son y para qué sirven. Recuperado de: https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5898651/zapatas-en-la-construccion-que-son-y-para-que-sirven

Huanca, J. & Terrones, Y. (2019). Evaluación sísmica del reforzamiento estructural con muros de concreto armado con fines de ampliación de la Casa de la Mujer Florencia de Mora con la Norma E030-2018 en el departamento de La Libertad. (Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú). Recuperado de: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2698>

Maldonado, D. & Durán, J. (2013). Metodologías para evaluación y reforzamiento estructural de edificios de hormigón armado mediante muros de corte y fibras de carbono. (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador). Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6069/T-PUCE-6315.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manrique, D. & Paucar, M. (2019). Uso de fibra de carbono en reforzamiento de estructuras de edificaciones, Centro Empresarial Camino Real, San Isidro. (Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú). Recuperado de: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2597/T030_48062932_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez, W. (2018). Influencia del empleo de ladrillo artesanal de Guayaquil en el comportamiento sísmico de edificaciones de albañilería confinada de mediana altura. (Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador). Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/38265>

Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), Albañilería [Norma E.070]. Lima, Perú.

Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), Cargas [Norma E.020]. Lima, Perú.

Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009), Concreto Armado [Norma E.060]. Lima, Perú.

Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2012), Instalaciones Sanitarias para edificaciones [Norma IS.010]. Lima, Perú.

Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), Diseño Sismoresistente [E.030]. Lima, Perú

Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), Suelos y Cimentaciones [E.050]. Lima, Perú

Orlando, I. & Bittencourt, T. (2019). Projeto de estruturas de concreto armado reforçadas com compósitos FRP: dimensionamento à flexão e à força cortante. (Tesis de pregrado, Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo, Brasil). Recuperado de: <https://doi.org/10.11606/D.3.2019.tde-17072019-143439>

Oviedo, J. (2018). Reforzamiento sísmico estructural: ¿cuándo y cómo hacerlo? Recuperado de: <https://www.efepripace.co/reforzamiento-sismico-estructural/>

Paredes, N. & Ccahuana, R. (2018). Reforzamiento estructural para mejorar el comportamiento sismorresistente de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, Lima – 2018. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38155>

RAE. (2019). Losa maciza. Recuperado de: <http://diccionario.raing.es/es/lema/losa-maciza>

RAE. (2020). Compresión. Recuperado de: <https://dle.rae.es/compresi%C3%B3n>

RAE. (2020). Tracción. Recuperado de: <https://dle.rae.es/tracci%C3%B3n>

Requejo, J. (2014). Las vigas – Arquitectura + Estructura. Recuperado de: <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

Sánchez, F. (2016). Procedimiento general de diseño de estructuras de concreto reforzado utilizadas en el sistema de construcción industrializado en serie. (Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala). Recuperado de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3787/1/Fredy%20Javier%20S%C3%A1nchez%20Herrera.pdf>

Soares, L. (2019). Análise e Dimensionamento de paredes de concreto armado para fins de casas populares. (Tesis de pregrado, Universidad Regió Federal Rural Semiárido – UFERSA, Mossoró, Brasil). Recuperado de: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4695>

Tavera, H. (2020). Cinturón de Fuego del Pacífico. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/127394-cinturon-de-fuego-del-pacifico-activacion-en-cadena>

Tavera, H. (2019). Geonoticias: Perú, un país altamente sísmico. Recuperado de: <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>

Torres, J. (2021). Calicata. Recuperado de <https://www.lifeder.com/calicata/>

Yepes, V. (2020). Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. Colección Manual de Referencia, 2ª edición. Editorial Universidad Politécnica de Valencia, España, 480 pp. Ref. 328. ISBN: 978-84-9048-903-1. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/344171969_PROCEDIMIENTOS_DE_CONSTRUCCION_DE_CIMENTACIONES_Y_ESTRUCTURAS_DE_CONTENCION_2_edicion_INGENIERIA_CIVIL

Zelaya, V. (2010). Estudio sobre juzgamientos estándar para propiedades sísmo resistentes de los edificios de concreto armado existentes. (Tesis doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú). Recuperado de <https://docplayer.es/29370355-Universidad-nacional-federico-villarreal-escuela-universitaria-de-post-grado-universidad-nacional-federico-villarreal-tesis.html>