

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

07:20

07:30

07:40

07:50

08:00

08:10

07:20

07:30

07:40

07:20

07:30

07:40

07:50

08:00

08:10

07:20

07:30

07:40

07:20

07:30

07:40

07:50

08:00

08:10

07:20

07:30

07:40

07:20

07:30

07:40

07:50

08:00

08:10

07:20

07:30

07:40

ANÁLISIS DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC_2015 Y VERIFICACIÓN FÍSICA Y NORMATIVA EN LA CIUDAD DE CUENCA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

AUTORES: JAIRO PATRICIO AREVÁLO BARBA
RICARDO MANUEL QUIZHPI GÓMEZ

C.I. 1400762546
C.I. 0105082812

DIRECTOR: JUAN FELIPE QUESADA MOLINA

C.I. 0102260148

CUENCA, OCTUBRE 2017



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Análisis de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_2015 y Verificación Física y Normativa en la Ciudad de Cuenca

Trabajo Previo a la Obtención de Título de Arquitecto

AUTORES

Jairo Patricio Arévalo Barba

C.I. 1400762546

Ricardo Manuel Quizhpi Gómez

C.I. 0105082812

DIRECTOR

Phd.Arq. Juan Felipe Quesada Molina

C.I. 0102260148

ASESOR

Ing. Xavier Cardenas Heras.

CUENCA- ECUADOR

2017



RESUMEN:

El presente estudio tiene por objetivo determinar el nivel de cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC_2015) en viviendas de hasta dos pisos en la ciudad de Cuenca, enfocado a edificaciones con sistemas estructurales resistentes a momentos en hormigón armado.

Para ello se realiza una revisión y recopilación teórica de la norma NEC-2015 poniendo especial énfasis en el capítulo 10 referido a “Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros”; estos datos son comparados con información obtenida In SITU de 6 viviendas en la ciudad de Cuenca previamente seleccionadas por el proyecto de investigación de la universidad de Cuenca “Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda”; estos análisis nos permitirán evaluar las características sismo-resistentes y constructivas de las edificaciones y obtener resultados del nivel de cumplimiento que posee cada caso de estudio; además se plantea un sistema de reforzamiento que podrá ser aplicado en las vivienda que no cumplan con las exigencias de la normativa.

PALABRAS CLAVES:

Normativa, cumplimiento, vivienda, estructura, hormigón-armado, Cuenca, sismos, sismo-resistencia, vulnerabilidad, reforzamiento.



ABSTRACT:

The present study aims to determine the level of compliance of the Ecuadorian Construction Standard (NEC_2015) in dwellings up to two floors in the city of Cuenca, focused on builds with structural systems resistant to moments in reinforced concrete.

To do this, a review and theoretical compilation of the NEC-2015 rule is carried out, putting special emphasis on chapter 10 referred to “Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros”; These data are compared with information obtained In SITU of 6 dwellings in the city of Cuenca previously selected by the research project “Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda” of the University of Cuenca. These analyzes will allow us to evaluate the earthquake-resistant and constructive characteristics of the buildings and obtain results of the level of compliance that each case study has; In addition, a system of reinforcement is proposed that can be applied in housing that does not comply with the requirements of the regulations.

KEYWORDS:

Compliance, regulations, housing, structure, concrete-reinforced, Cuenca, earthquakes, earthquake-resistance, reinforcement.



CONTENIDO

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
1.1.INTRODUCCIÓN	39
1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	41
1.3.JUSTIFICACIÓN	43
1.4.PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	45
1.5.OBJETIVOS.....	47
2. MARCO TEÓRICO	49
2.1.Características y terminología Sísmica	51
2.2.Hechos Históricos de las Normas.....	54
2.3.Acontecimientos sísmicos y avances en su estudio y generación de normativa sísmica	56
2.3.1.Sismos en el Mundo y en el Ecuador.	56
2.4.Normativa Ecuatoriana De La Construcción (NEC_15).....	64
2.4.1.Viviendas de hasta 2 pisos con luces máximas de hasta 5m	64
2.4.2.Vivienda según la NEC	65
2.4.3.Sistemas estructurales y coeficiente R de reducción de respuesta estructural	65
2.4.4.Requisitos de resistencia sísmica del sistema estructural	65
2.4.5.Pórticos.....	71
2.4.6.Muros portantes sismo resistentes.	71
2.4.7.Muros portantes de hormigón armado.....	72
2.4.8. Muros portantes de mampostería confinada.....	73
3.METODOLOGÍA	77
3.1.Diagrama De Las Etapas De La Investigación.....	80
3.2.Etapas de la Investigación.	80
4.REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.....	165
4.1.Introducción.	167
4.2.Fallas Comunes en Estructuras de Hormigón.	168
4.3.Reforzamiento de estructuras de hormigón con acero.....	172
4.3.1.Reforzamiento en Columnas.....	172
4.3.2.Reforzamiento de Vigas.....	175
4.3.3.Reforzamiento de Losas.....	177
4.3.4.Muros.....	179
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	181
5.1.Conclusiones	183
5.2.Recomendaciones	183



<u>6.BIBLIOGRAFÍA</u>	185
<u>7.ANEXOS</u>	191



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Terremoto, Katmandú, Nepal - 30 de abril de 2015.....	49
Figura 2: Intensidad.....	51
Tabla1: Escala De Mercalli.....	52
Figura 3: Magnitud.....	52
Tabla2: Escala De Richter.....	53
Figura 4: Código Hammurabi.....	54
Tabla3: Terremotos Más Significativos En La Historia De La Humanidad.....	57
Figura 5: Terremoto en Italia Messina, Alrededor de 1908.....	58
Tabla4: Terremotos ocurridos en Ecuador con intensidades mayores o iguales a 8 MSK. La magnitud es calculada por Egred en su trabajo. Egred, J, (inédito) citado por (Singaicho, 2009).....	59
Figura 6: Ciudad de Pelileo, Antes y Después Del Terremoto De 1949.....	60
Figura 7: Subducción entre placas Tectónicas.....	61
Tabla5: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	63
Figura 8: Ecuador, zonas sísmicas para propositos de diseño y valor del factor zona Z.....	63
Tabla6: Coeficientes de resistenci R.....	65
Figura 9: Continuidad en elevación edificaciones.....	66
Figura 10: Planeamiento regular de edificaciones.....	66
Figura 11: Relación de aspecto, largo/ancho.....	67
Figura 12: Localización de Aberturas.....	67
Figura 13: Simetría en edificaciones.....	67
Tabla7: Áreas en muros portantes.....	68
Figura 14: Disposicion de muros portantes.....	68
Figura 15: Disposición de aberturas en un muro.....	68
Figura 16: Ubicación esquemática de las juntas sísmicas en unidades habitacionales multifamiliares.....	69
Figura 17: Ubicación esquemática de las juntas sísmicas en unidades habitacionales multifamiliares.....	69
Figura 18: Tipos de cimentación para muros portantes.....	70
Figura 19: Tipos de cimentación para muros portantes.....	70
Tabla8: Requisitos mínimos en función del número de pisos de la vivienda con pórticos de hormigón y losas.....	71
Figura 20: Sistema de pórticos que requiere un análisis de torsión.....	71
Figura 21: Distribución de refuerzo Vertical y Horizontal. Detalles de encuentro de muros.....	72
Figura 22: Planta típica de muros reforzados, ubicación del refuerzo vertical.....	73
Figura 23: Distribución refuerzo Vertical y Horizontal.....	73
Figura 24: Detalle de Mampostería Confinada tipo 1.....	75
Figura 25: Principales Elementos de Mampostería Confinada.....	75
Figura 26: Requisitos Fundamentales en vivienda de Mampostería Confinada.....	75
Figura 27: Diagrama de las etapas de la investigación.....	80
Figura 28: Descripción de Casos parte 1.....	81
Figura 29: Descripción de Casos parte 2.....	82
Figura 30: Esquemas de cumplimiento e incumplimiento de continuidad Vertical.....	83
Figura 31: Esquema de cumplimiento e incumplimiento de la regularidad en elevación.....	84
Figura 32: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones que necesita la vivienda y verificación de su existencia.....	84
Figura 33: Esquema para evaluación de la Simetría.....	85



Figura 34: Esquema de altura(h) y Sección (axb) de columnas.....	85
Figura 35: Esquema de Luz Máxima (L) y Sección (axb) de Viga.....	86
Figura 36: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales.....	87
Figura 37: Disposición de Aberturas en un muro.....	87
Figura 38: Ficha de recolección de datos_Parte 1.....	88
Figura 39: .Ficha de recolección de datos_Parte 2.....	88
Figura 40: .Ficha de recolección de datos_Datos Generales.....	89
Figura 41: Ficha de recolección de datos-Sistema Estructural.....	89
Figura 42: Ficha de recolección de datos- Columnas.....	89
Figura 43: Ficha de recolección de datos-Altura de entepiso.....	90
Figura 44: .Ficha de recolección de datos- Configuración Estructural.....	90
Figura 45: .Ficha de recolección de datos-Muros.....	91
Figura 46: Ficha de recolección de datos - Disposición de Muros.....	91
Figura 47: Ficha de recolección de Datos -Juntas constructivas.....	92
Figura 48: Generación de Base de Datos en software SPSS.....	93
Figura 49: Clasificación en categorías a variables cuantitativas en software SPSS.....	94
Figura 50: Designación de Categorías a Variable cualitativas en software SPSS.....	94
Figura 51: Ingreso de datos de Ficha en Software SPSS.....	95
Figura 52: Generación de Gráficos de barras en software SPSS.....	95
Figura 53: Generación de Gráficos de Sectores en Software SPSS.....	96
Tabla9: Datos Generales de la vivienda 1.....	99
Figura 54: Fotografía I de Vivienda 1.....	99
Figura 55: Fotografía II de Vivienda 1.....	99
Figura 56: Fotografía III de Vivienda 1.....	99
Figura 57: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 1.....	100
Figura 58: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 1.....	101
Figura 59: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 1.....	102
Figura 60: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 1.....	102
Figura 61: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 1.....	102
Figura 62: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 1.....	103
Figura 63: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 1.....	103
Figura 64: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 1.....	104
Figura 65: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 1.....	104
Figura 66: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 1.....	104
Figura 67: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 1.....	104
Figura 68: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 1.....	105
Figura 69: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 1.....	105
Figura 70: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 1.....	106
Figura 71: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 1.....	106
Figura 72: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 1.....	106
Figura 73: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 1.....	106
Figura 74: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales.....	107

Figura 75: Análisis espesor de muro en el sistema de mampostería confinada- Vivienda 1.	107
Figura 76: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 1.	108
Figura 77: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 1.	108
Figura 78: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro.	108
Tabla10: Datos Generales de la vivienda 2.	109
Figura 79: Fotografía I de Vivienda 2.	109
Figura 80: Fotografía II de Vivienda 2.	109
Figura 81: Fotografía III de Vivienda 2.	109
Figura 82: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 2.	110
Figura 83: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 2.	111
Figura 84: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 2.	112
Figura 85: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 2.	112
Figura 86: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 2.	112
Figura 87: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 2.	113
Figura 88: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 2.	113
Figura 89: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 2.	114
Figura 90: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 2.	114
Figura 91: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 2.	114
Figura 92: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 2.	114
Figura 93: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 2.	115
Figura 94: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 2.	115
Figura 95: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 2.	116
Figura 96: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 2.	116
Figura 97: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 1.	116
Figura 98: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 2.	116
Figura 99: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 2.	117
Figura 100: Análisis de Sección de Columnas P.Baja de Vivienda 2.	117
Figura 101: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 2.	118
Figura 102: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 2.	118
Figura 103: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro - Vivienda 2.	118
Tabla11: Datos Generales de la vivienda 3.	119
Figura 104: Fotografía I de Vivienda 3.	119
Figura 105: Fotografía II de Vivienda 3.	119
Figura 106: Fotografía III de Vivienda 3.	119
Figura 107: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 3.	120
Figura 108: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 3.	121
Figura 109: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 3.	122
Figura 110: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 3.	122
Figura 111: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 3.	122
Figura 112: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 3.	123
Figura 113: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 3.	123
Figura 114: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 3.	124



Figura 115: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 3.....	124
Figura 116: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 3.....	124
Figura 117: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 3.....	124
Figura 118: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 3.....	125
Figura 119: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 3	125
Figura 120: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 3.....	126
Figura 121: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 3	126
Figura 122: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 3.....	126
Figura 123: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 3	126
Figura 124: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 3.....	127
Figura 125: Análisis de espesor de Mampostería de la vivienda 3.....	127
Figura 126: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 3.....	128
Figura 127: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 3.....	128
Figura 128: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro - Vivienda 3.....	128
Tabla12: Datos Generales de la vivienda 4.....	129
Figura 129: Fotografía I de Vivienda 4.....	129
Figura 130: Fotografía II de Vivienda 4.....	129
Figura 131: Fotografía III de Vivienda 4.....	129
Figura 132: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 4.....	130
Figura 133: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 4.....	131
Figura 134: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 4.....	132
Figura 135: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 4.....	132
Figura 136: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 4.....	132
Figura 137: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 4.....	133
Figura 138: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 4.....	133
Figura 139: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 4.....	134
Figura 140: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 4.....	134
Figura 141: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 4.....	134
Figura 142: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 4.....	134
Figura 143: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 4.....	135
Figura 144: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 4	135
Figura 145: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 4.....	136
Figura 146: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 4.....	136
Figura 147: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 4.....	136
Figura 148: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 4	136
Figura 149: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 4.....	137
Figura 150: Análisis de espesor de Mampostería de la vivienda 4.....	137
Figura 151: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 4.....	138
Figura 152: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 4.....	138
Figura 153: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro de vivienda 4.....	138
Tabla13: Datos Generales de la vivienda 5.....	139



Figura 154: Fotografía I de Vivienda 5.	139
Figura 155: Fotografía II de Vivienda 5.	139
Figura 156: Fotografía III de Vivienda 5.	139
Figura 157: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 5.....	140
Figura 158: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 5.	141
Figura 159: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 5.	142
Figura 160: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 5.	142
Figura 161: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 5.	142
Figura 162: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 5.....	143
Figura 163: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 5.....	143
Figura 164: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 5.....	144
Figura 165: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 5.....	144
Figura 166: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 5.....	144
Figura 167: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 5.....	144
Figura 168: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 5.....	145
Figura 169: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 5.	145
Figura 170: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 5.....	146
Figura 171: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 5.....	146
Figura 172: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 5.....	146
Figura 173: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 5.....	146
Figura 174: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 5.	147
Figura 175: Análisis de espesor de Mampostería de la vivienda 5.	147
Figura 176: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 5.....	148
Figura 177: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 5.....	148
Figura 178: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro de vivienda 5.....	148
Tabla14: Datos Generales de la vivienda 6.	149
Figura 179: Fotografía I de Vivienda 6.	149
Figura 180: Fotografía II de Vivienda 6.	149
Figura 181: Fotografía III de Vivienda 6.	149
Figura 182: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 6.....	150
Figura 183: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 6.	151
Figura 184: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 6.	152
Figura 185: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 6.	152
Figura 186: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 6.	152
Figura 187: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 6.....	153
Figura 188: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 6.....	153
Figura 189: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 6.....	154
Figura 190: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 6.....	154
Figura 191: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 6.....	154
Figura 192: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 6.....	154
Figura 193: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 6.....	155
Figura 194: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería	



confinada - Vivienda 6	155
Figura 195: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 6.....	156
Figura 196: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 6.....	156
Figura 197: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 6.....	156
Figura 198: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 6	156
Figura 199: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 6.	157
Figura 200: Análisis de espesor de Mampostería de la vivienda 6.	157
Figura 201: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 6.....	158
Figura 202: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 6.....	158
Figura 203: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro de la vivienda 6.	158
Figura 204: Porcentaje de continuidad Vertical de la Muestra.	159
Figura 205: Análisis de la Relación Largo-Ancho de la Muestra.	159
Figura 206: Porcentaje de Regularidad en elevación de la Muestra.	159
Figura 207: Porcentaje de existencia de Juntas Constructivas	160
Figura 208: Porcentaje de Simetría de la Muestra	160
Figura 209: Sección de columnas de la P. Baja de la Muestra-S. Pórticos	160
Figura 210: Sección de columnas de la P. Alta de la Muestra-S. Pórticos	161
Figura 211: Altura de columnas de la P. Baja de la Muestra- S. Pórticos.....	161
Figura 212: Altura de columnas de la P. Alta de la Muestra-S. Pórticos.....	161
Figura 213: Sección de columnas de la Muestra-S. Confinado	161
Figura 214: Alturas de columnas de la Muestra-S. Confinado.....	162
Figura 215: Análisis de la sección mínima de vigas de la Muestra-S.Pórticos.....	162
Figura 216: Luz Máxima Entre Apoyos de la Muestra- S.Pórticos	162
Figura 217: Análisis de la sección mínima de vigas de la Muestra-S Confinado.....	163
Figura 218: Luz Máxima Entre Apoyos de la Muestra- S.Confinado.	163
Figura 219: Análisis de espesores de Muro de la Muestra.....	164
Figura 220: Análisis de Porcentaje de Abeturas de la Muestra.	164
Figura 221: Análisis de la distancia mínima entre dos aberturas o una abertura y el extremo de muro de la Muestra.	164
Figura 222: Falla en vigas por tensión diagonal.....	168
Figura 223: Falla por acción sísmica en columna	168
Figura 224: Daño causado por falta de rigidez lateral.....	168
Figura 225: vigas desprendidas de las columnas.	169
Figura 226: El núcleo de la escalera puede ser culpable de efectos de torsión en casos de sismos.....	169
Figura 227: Las losas de entresijos de los edificios más bajos, golpean las columnas del edificio más alto y cau- sa daños severos en este último.	169
Figura 228: El daño estructural provocado por la planta débil, conllevó a la inutilización del edificio.	170
Figura 229: Colapso total de la planta baja del edificio.....	170
Figura 230: Colapso total de pisos superiores	170
Figura 231: Falla típica de columna corta.....	171
Figura 232: Edificio en ruinas en la ciudad Pedernales luego de ser impactados por un sismo.	172
Figura 233: Fracaso de columnas ante fuerzas sismica.	172
Tabla15: Daños en columnas y posibles soluciones.	173
Figura 234: Partes del empresillado de columnas de hormigon armado.	173
Figura 235: Anclaje inferior del empresillado, se utilizara perfiles metalicos en L.	174



Figura 236: Condiciones y medidas para la aplicación del empresillado en columnas de hormigón.	174
Figura 237: Aplicación del empresillado_ejemplo.	174
Figura 238: Aplicación del empresillado a una columnas de hormigón aislada.	174
Tabla16: Tipos de fallas en vigas de hormigón y posibles soluciones	175
Figura 239: Columna sometida esfuerzos cortantes.	175
Figura 240: Figura 39. Aplicación de refuerzos a vigas en T.....	175
Figura 241: Aplicación de refuerzos, vigas de madera.	176
Figura 242: Refuerzo de vigas de hormigón con perfiles metálicos tipo I.	176
Figura 243: Anclaje a columnas de refuerzo metálico.	176
Figura 244: Anclaje a viga empotrada, placa metálica.	176
Figura 245: Anclaje a viga empotrada, placa metálica	176
Figura 246: Losa colapsada por falla sísmica.	177
Tabla1: Tipos de daños y posibles soluciones a las fallas estructurales en las losas de hormigón.	177
Figura 247: Sistema de encofrado de losas.	178
Figura 248: Refuerzos colocados en la parte inferior de la losa de hormigón armado.	178
Figura 249: Refuerzos metálicos mas la aplicación de tableros para mejor la resistencia.	178
Figura 250: Ejemplo de colocación de correas metálicas en la parte inferior de losas de hormigón.	178
Figura 251: Correas metálicas en losas de hormigón.	179
Figura 252: Correas metálicas para grandes luces	179
Figura 253: Unión entre vigas principales y correas.....	179
Figura 254: Sellado de grietas mínimas en muros	179
Figura 255: Grietas por falta de refuerzos metálicos.	179



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Jairo Patricio Arévalo Barba en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Análisis de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_2015 y Verificación Física y Normativa en la Ciudad de Cuenca”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 27 de Octubre de 2017

Jairo Patricio Arévalo Barba

C.I: 1400762546



Cláusula de Propiedad Intelectual

Jairo Patricio Arévalo Barba, autor del trabajo de titulación "Análisis de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_2015 y Verificación Física y Normativa en la Ciudad de Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 27 de Octubre de 2017

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a surname, enclosed in a blue oval. The signature is positioned above a horizontal line.

Jairo Patricio Arévalo Barba

C.I: 1400762546



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Ricardo Manuel Quizhpi Gómez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Análisis de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_2015 y Verificación Física y Normativa en la Ciudad de Cuenca", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 27 de Octubre de 2017

Ricardo Manuel Quizhpi Gómez

C.I: 0105082812



Cláusula de Propiedad Intelectual

Ricardo Manuel Quizhpi Gómez, autor del trabajo de titulación "Análisis de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_2015 y Verificación Física y Normativa en la Ciudad de Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 27 de Octubre de 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. Quizhpi', written over a horizontal line.

Ricardo Manuel Quizhpi Gómez

C.I: 0105082812

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal de Cuenca y a la facultad de Arquitectura y Urbanismo por habernos formado e impulsado como profesionales y darnos el privilegio de llegar al momento cumbre de nuestra carrera.

A todas aquellas personas que con su ayuda nos han colaborado en el presente trabajo, en especial a nuestro director Phd.Arq. Felipe Quesada Molina, y a todos los que forman parte del proyecto de investigación “Método de certificación de la construcción de viviendas sustentables” que nos han permitido formar parte de este estudio.



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en especial a nuestros padres y amigos, que nos supieron comprender, apoyar y acompañar durante esta larga travesía. También dedicamos a nuestra facultad, pues esta nos inspiró a tomar una actitud más crítica y responsable con respecto a cumplimiento de normativas, así como sus posibles consecuencias y posibles soluciones.

A nuestros profesores, algunos que presentaban dificultades a lo largo de la carrera y otros que simplemente nos inspiraron a seguir adelante, entregando su tiempo, respaldo y buen humor.



1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN





1.1.INTRODUCCIÓN

Dentro del país es claro que el cumplimiento de la “Norma Ecuatoriana de la Construcción” no es regularizada de manera adecuada, lo que ocasiona que un alto número de edificaciones sean vulnerables sísmicamente.

Según MIDUVI (2015, p.22) “Nuestro país está ubicado en una zona considera de alto riesgo sísmico, por lo cual la Norma Ecuatoriana de la Construcción pretende dar respuesta a la calidad y la seguridad de las edificaciones, para fomentar un desarrollo urbano y sostenible”.

En América latina se han encontrado importantes estudios realizados en Chile, México y Colombia los cuales se enfocan en la resistencia e impacto sísmico sobre los sistemas constructivos que en la verificación y cumplimiento de normativas vigentes de cada país.

El documento: “Vulnerabilidad sísmica de viviendas en Chile” , plantea un estudio aleatorio de viviendas ubicadas en las zonas más afectas por sismos durante los últimos 20 años, entre los principales resultados se señala que el 99.5% de las estructuras residenciales del país son casas y el 0.5% edificios. De las 4 millones 260 mil casas estimadas, un 53% son de albañilería, un 34% de madera, un 8% de hormigón armado, y el res-

to se distribuye en construcciones de adobe y otros materiales

A partir de esta información, se definieron 18 tipologías para clasificar las estructuras residenciales del país, dicho modelo permitirá una mejor evaluación de la vulnerabilidad, al conocer las existencias físicas y los entornos sociales de las viviendas residenciales en caso de terremotos (U Católica de Chile, 2016).

En la gran mayoría de los casos ese tipo de edificaciones son sísmicamente vulnerables, por esta razón investigaciones han realizado análisis estructural con enfoque sísmico de la vivienda, para ello se realizó un estudio dinámico a la estructura de la vivienda siguiendo los siguientes pasos: Visita técnica de inspección, Instrumentación de la vivienda, modelación numérica y evaluación de vulnerabilidad (U. Javeriana, 2014).

Estos referentes nos dan a entender que las normativas vigentes de cada país y especialmente del nuestro no son cumplidas al momento de ser construidas aumentando el peligro sísmico, ya que se vieron evidenciadas en los acontecimientos recientes con el terremoto de abril de 2016 en la costa ecuatoriana.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador está ubicado en una zona sísmicamente activa, resultando afectado de varios terremotos destructivos (Ortiz, 2013). Forma parte del llamado “Cinturón de Fuego del Pacífico” que se desplaza por las costas del Océano Pacífico donde existe interacción de dos placas tectónicas. La placa de Nazca y la Placa Sudamericana (Rivadeneira et al., 2007).

La susceptibilidad del Ecuador ante fenómenos sísmicos se vio evidenciado el 16 de abril del 2016 cuando un sismo de 7.8 grados en la escala de Richter azotó la ciudad de Pedernales y sus alrededores ocasionando la muerte de varias personas, y provocando daños en edificaciones en la mayoría de casos irreversibles. Bajo estos hechos cabe preguntarnos ¿cuál fue el principal motivo para que varias personas hayan fallecido?, si existen otros países que son afectados por sismos de igual o peor nivel y los daños y el número de víctimas de esos incidentes son casi nulos (Zamorano, 2015).

Estudios profesionales han llegado a determinar “Los sismos no matan personas, las edificaciones sí” (Shingeru Ban, 2013); conociendo este argumento podemos decir que es este factor el causante de innumerables muertes; pero a su vez nos surge una nueva pregunta ¿Por qué de ocurrir esto, si tenemos un Código de Cons-

trucción con exigencias antisísmicas rigurosas, al igual que leyes y normativas que garantizan su aplicación?

Pero más allá de códigos y normas existe un tema cultural; la mayoría de las personas construyen sus edificaciones de manera informal ignorando permisos y demás requerimientos que podrían garantizar una construcción segura

Luego de analizar las consecuencias y dificultades menores de los hechos, se ha logrado determinar el problema puntual, siendo este; el incumplimiento y falta de control de la norma ecuatorina de construcción en las edificaciones privadas. En las edificaciones del sector público existe un control en la mayoría de ellas, pero no de manera adecuada ya que también dichas estructuras fueron ineficientes durante la catástrofe de abril de 2016 (Diario el comercio, 2016).



1.3.JUSTIFICACIÓN

El 16 de abril del 2016 nuestro país fue víctima de una tragedia natural, un sismo el cual azotó la ciudad de Pedernales y sus alrededores ocasionando la muerte de varias personas, este acontecimiento nos hace preguntar ¿cuál fue el principal motivo para que varias personas hayan fallecido?, si existen otros país que son afectados por sismos de igual o peor nivel y los daños o víctimas de esos incidentes son casi nulos. (Zamorano A, 2015). Ahora se dice que “los sismos no matan personas, las edificaciones sí”, conociendo este argumento podemos decir que es este elemento el causante de innumerables muertes pero nos plantea una nueva pregunta ¿Por qué ocurre esto, si tenemos una norma de construcción con exigencias antisísmicas rigurosas? Y nuevamente volvemos al tema cultural, ya que la mayoría de las personas prefiere pagar una multa a sacar los permisos necesarios para la construcción de su edificación, esta actividad viene realizándose desde hace mucho tiempo pero debemos decir que uno de los culpables son las autoridades ya que son ellos los que lo permiten. Luego de estudiar las consecuencias y dificultades menores logramos identificar el problema puntual, el cuál es el incumplimiento y falta de control de la norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_2015 en las edificaciones privadas, ya que en las edificaciones del sector público si existe un control en la mayoría de ellas,

pero no de manera adecuada ya que también dichas estructuras fueron ineficientes durante la mencionada catástrofe (Diario el comercio, 2016).



1.4.PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En base a la problemática nos hemos visto obligados a cuestionarnos ¿Cuál es el nivel de cumplimiento de la norma ecuatoriana de la construcción (NEC_2015) en las viviendas de hasta dos pisos existentes en la ciudad de Cuenca? además con énfasis de ser integrales y coherentes con la solución a la problemática nos surge una nueva pregunta ¿cuáles serían los aspectos que faciliten el cumplimiento de la norma, para su aplicación en nuevas viviendas?



1.5.OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la construcción NEC_2015 en viviendas de hasta 2 pisos y los aspectos que faciliten su aplicación.

Objetivos Específicos

Identificar de la Norma Ecuatoriano de la Construcción (NEC_2015) los factores que están relacionado con viviendas de hasta dos pisos.

Determinar el grado de cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción y evaluar las características constructivas de las vivienda.

Determinar los aspectos que faciliten el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción en viviendas de hasta dos pisos .



Figura 1: Terremoto, Katmandú, Nepal - 30 de abril de 2015

Fuente: <http://sp.depositphotos.com/72299449/stock-photo-kathmandu-nepal-april-30-2015.htm>

2. MARCO TEÓRICO





2.1. Características y terminología Sísmica

Los sismos son movimientos bruscos producidos en la corteza terrestre estimulados por la liberación abrupta y repentina de energía que se ha venido acumulando a lo largo de una falla, cuando esta falla se fractura las ondas sísmicas se propagan en todas las direcciones desde su origen, gran parte de energía se libera en forma de calor y otra pequeña parte se propaga en diversos tipos de onda produciendo el movimiento en la corteza terrestre (Yaguana, 2016). Las fallas no son más que, fracturas internas de las placas producidas de la interacción entre ellas, existen fuerzas muy importantes sobre los bordes a las que las placas son sometidas y son transmitidas en forma de onda sísmica (Rivadeneira et al., 2007). Estas ondas al llegar a la superficie, son percibidas por la población y estructuras, y dependiendo de la amplitud del movimiento (desplazamiento, velocidad y aceleración del suelo) y de su duración, el sismo producirá mayor o menor intensidad (Universidad de Chile & C.S.N., 2017).

La intensidad de un sismo se relaciona directamente a un lugar explícito y se determina en función de los efectos causados tanto en el hombre, como en sus construcciones y en el terreno natural del sitio (Ver figura 2). Para medir la intensidad se emplea la escala de Mercalli modificada, la cual emplea números romanos, del I al

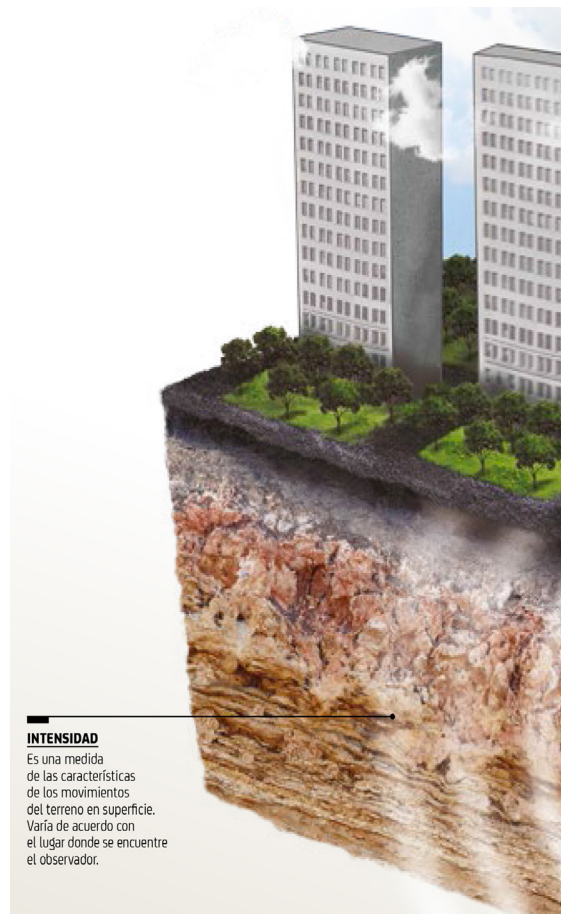


Figura 2: Intensidad.

Fuente: La Tierra- Fuente de Riesgos y Oportunidades.



XII, siendo cada número un grado de intensidad (UNAM, 2015). “Esta medición un tanto subjetiva, debido a que la manera de cuantificación depende de la sensibilidad de cada persona y de la apreciación que se haga de los efectos” (Ver tabla 1) (Gutiérrez, Quaa, Ordaz, Muriá & Krishna, 2014) . Para un mismo sismo habitualmente se reportan varias intensidades las mismas que decrecen a medida que la distancia epicentro aumenta (Universidad de Chile & C.S.N., 2017).

Por otra parte la magnitud de un sismo se relaciona con la cantidad de energía liberada en el instante del sismo (Ver figura 3). Para su cálculo se utiliza sismógrafos, y su cuantificación se realiza mediante la escala de Richter, el cual considera los diferentes tipos de sismos, sus profundidades, etc.; su valor se expresa en números enteros arábigos incluyendo decimales si es necesario. El valor máximo alcanzado de esta escala hasta ahora, no supera los 10 grados (Universidad Nacional Autónoma de México (Ver tabla 2) (UNAM, 2015). La diferencia de un grado de magnitud en la escala resulta alrededor de 32 veces más energía liberada que el anterior. Así, un sismo de magnitud 8 tiene 32 veces más energía que uno de 7 y es alrededor de 1000 veces más fuerte que uno de 6 (SENAPRED-México, 2014).

Es importante diferenciar entre peligrosidad Sísmica y Riesgo sísmico; la peligrosidad sísmica se refiere a la probabilidad de que el valor de la intensidad producido por terremotos, sea excedido en una localización y durante un determinado periodo de tiempo (Ortiz, 2013). Mientras que el Riesgo Sísmico (R) está ligado a la probabilidad de que las secuelas sociales o económicas producidas por un evento sísmico igualen o superen valores establecidos, para una localización o área geográfica específica (Universidad de Alicante, 2014), y es el producto de la Influencia de tres factores: El valor de los bienes expuestos (C), tales como vidas humanas, edificios, carreteras, puertos, tuberías, etc; la vulnerabilidad (V), que es un indicador de la susceptibilidad a sufrir

Escala de Mercalli	
Grado	Percepción
I	Inperceptible para el ser humano
II	Las lamparas Oscilan
III	Los coches se mueven ligeramente
IV	Vibran las ventanas
V	Caen cornisas y se rompen cristales.
VI	Inquietud de la población, Caen Chimeneas
VII	Daños en la estructura del Edificio
VIII	Alarma general. Caida de muros y estatuas.
IX	Cunde el pánico. Grietas en el suelo.
X	Torsión de rieles de ferrocarril
XI	Pocos edificios en pie, fallas en e terreno
XII	Destrucción total, las rocas saltan por los aires

Tabla1: Escala De Mercalli

Fuente: <https://geobierzo.wordpress.com/tag/sismos-el-bierzo/>

Elaborado por: Autores de Tesis

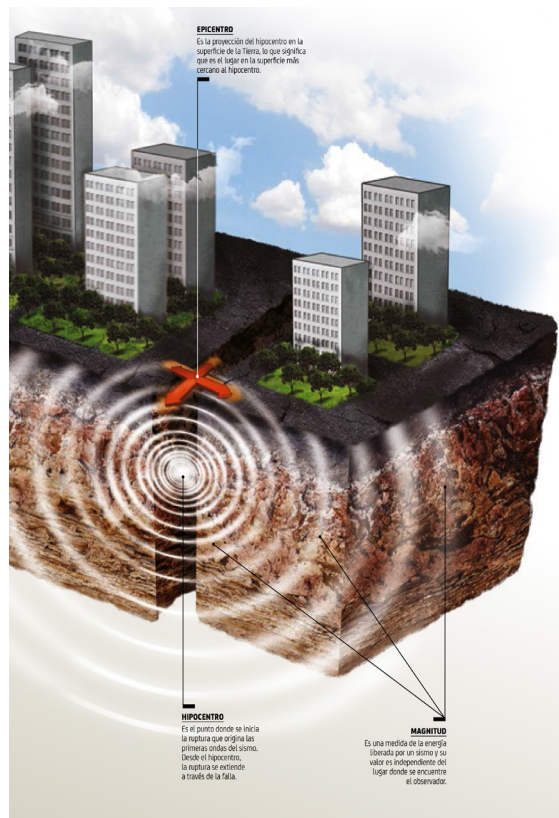


Figura 3: Magnitud.

Fuente: La Tierra- Fuente de Riesgos y Oportunidades.



escala de Richter	
Grado	Daño
3,5	Terremoto débil que solo se percibe en los pisos altos.
4,5	Tiemblan las ventanas, los muebles y los carros estacionados.
-5,5	Caen algunos arboles y se producen algunos destrozos.
6.5	Daños en algunas estructuras y derrumbamiento de muros.
7,5	Destrucción de muchos edificios y hundimientos de postes.
Más de 8,1	Destrucción total de una ciudad y levantamiento de la corteza terrestre.

Tabla2: . Escala De Richter

Fuente: <http://conceptodefinicion.de/escala-richter/>

Elaborado por: Autores de Tesis

resultados positivos deben estar ligados a normativa; la misma que tiene como objetivo estandarizar las metodologías y procedimientos, de modo que todos los usuarios de los productos de las normas dispongan de una garantía que ellos pueden ser usados en forma confiable (Ingeniería Civil UC, 2011).

daño, y el peligro (P) que es la probabilidad de que ocurra un sismo en un lugar determinado de cierta intensidad; así

$$R = C \times V \times P.$$

El nivel de preparación de una sociedad ante eventos catastróficos, es clave para la disminución de la vulnerabilidad y, en consecuencia, del riesgo (SENAPRED-México, 2014).

La Sismicidad, definida como la frecuencia que se presentan eventos sísmicos en un lugar. Es la encargada de estudiar la ocurrencia sísmica en algún lugar en específico y dependiendo de la frecuencia del evento el lugar puede tener alta o baja sismicidad. En lugares con alta sismicidad es importante tomar en cuenta las características de diseño de las estructuras para disminuir la vulnerabilidad estructural; la misma que se define como la predisposición de la estructura a posibles daños cuando se encuentra expuesta a eventos sísmicos. La vulnerabilidad estructural no solo depende del sistema estructural sino de otros elementos no estructurales como vida útil de la vivienda, la calidad de construcción, la proximidad de edificaciones cercanas, etc (Yaguana, 2016). Para que estos procesos tengan



2.2. Hechos Históricos de las Normas

Los elementos naturales (piedras, metales, fuego, etc.); han jugado un papel muy importante en la existencia de la humanidad convirtiéndose en el motivo principal de su evolución utilizándolos como fuente en la búsqueda de alternativas que le permitan protegerse del medio y subsistir.

A lo largo de la historia el hombre ha desarrollado técnicas para la realización de sus actividades, pero para su efectividad debían ser reguladas mediante leyes o normas, es por esta razón que en la antigua Mesopotamia aproximadamente en 1760 A.C. se elaboró uno de los documentos más conocidos de regulación; EL Código de Hammurabi, en el cual se normaban actividades de la vida cotidiana de las personas, entre ellas actividades relacionadas con la construcción de edificaciones (Ver Figura 4) (Izquierdo, 2013).

Los egipcios son otros de los primeros normalizadores elaborando unidades de medidas de longitud como por ejemplo: el Codo Real; unidad utilizada en la construcción del templo de Amón (1524 a 1512 A.C.), además el codo egipcio fue la base para que los griegos crearan una nueva unidad; el pie (100 A.C.), a su vez los romanos se basaron en este último y fragmentaron el pie en pulgadas. En el siglo XVII en Europa ya se normaban los materiales y productos utilizados en actividades artesanales que se utilizaban en gran



Figura 4: Código Hammurabi

Fuente: <http://quotesgram.com/hammurabi-quotes/>

cantidad. Luego en la industrialización (mediados del siglo XVII-XIX) debido a la elaboración mecánica de gran cantidad de productos; aparece el control de calidad por inspección en las fábricas. Japón Tras la Segunda Guerra Mundial, acoge los conceptos de control de calidad para convertirse en un país resiliente tras los siniestros daños que dejó la guerra; además este éxito en Japón sirvió para que Occidente progresara en el control y gestión de calidad; estableciendo años más tarde la familia de normas ISO en 1990 para luego en 1998 se cree la Sociedad Americana de Calidad (ASQ-American Society for Quality) (Izquierdo, 2013).



En conclusión vemos que a lo largo de la historia las normas y leyes se han ido regulando para buscar satisfacer las necesidades del hombre; pero estas necesidades deben de estar ligadas a la calidad del producto para que garanticen la existencia del mismo.



2.3. Acontecimientos sísmicos y avances en su estudio y generación de normativa sísmica

2.3.1. Sismos en el Mundo y en el Ecuador.

En el Mundo

Los terremotos han sido los causantes de las catástrofes naturales más grandes que ha sufrido la humanidad, pero desde la antigüedad han sido tratados como impactos inmediatos, dejando de lado la influencia en el mediano y largo plazo. Así mismo han tratado de buscar explicación de su naturaleza; filósofos como Aristóteles, encontrando una explicación lógica indicaba que los terremotos eran causados por vientos y gases producidos por materiales subterráneos en ignición.

Los primeros registros sobre actividad sísmica datan de más de 3000 años realizado por los chinos. La documentación de registros en la antigüedad es muy escasa; resaltando los eventos sucedidos en Grecia en 425 a.C., en Efeso en el 17, en Pompeya en el 63, en el 476 en Roma, en Constantinopla en el 557 y en el 936. En la edad media se registran los terremotos de Inglaterra de 1318, el de Nápoles en 1456, en Lisboa en 1531, y el terremoto de Shansi de 1556. Más tarde en la edad Moderna tras el terremoto en Lisboa en 1755, en el volumen 39 de las "Transcripciones de la Sociedad Real" en

Londres. Describen que los terremotos se deben a fenómenos en la corteza terrestre (Gascón, & Fernández, 2017).

Varios son los terremotos que han sido significativos en la historia de la humanidad, ya sea por su tamaño, el número de víctimas o por su relación con algún desarrollo sismológico (Ver tabla 3). Por lo que es importante conocer los estragos que puede causar fenómeno de esta naturaleza, para dar importancia al estudio sísmico y adoptar las medidas preventivas adecuadas para enfrentar este tipo de catástrofe.

Los terremotos no se pueden evitar, ni predecir. Por lo que para realizar un plan de mitigación y cálculo de su efecto es fundamental el estudio de la sismicidad, para poder localizar características sísmicas de las zonas de un territorio. Debido a las limitaciones se ha optado por prevenir este tipo de desastres que predecirlos; estimando los sismos máximos esperados en una zona durante un periodo de retorno, y así diseñar construcciones que puedan resistir y finalmente minimizar los daños que pueda ocasionar un sismo (Ortiz, 2013).

Por esta razón se ha creado la IS (Ingeniería Sísmica) que es la ciencia encargada del estudio de fenómenos sísmicos y tiene como prioridad



Ciudad	Fecha	Magnitud	# de muertos
Turkmenia (ex URSS)	2000 a.C.	-	"algunos" muertos.
Egipto, Siria	5 de julio de 1201	-	1100000
Lisboa (Portugal)	26 de enero de 1531	-	30000
Pekin (China)	30 de noviembre de 1731	-	100000
Lisboa (Portugal)	1 de noviembre de 1755	(M=8.7)	62000
San Francisco (EUA)	18 de abril de 1906	M=8.6, Mw=8.2	20000
Santiago y Valparaíso (Chile)	17 de agosto de 1906	(M=8.6, Mw=8.2)	20000
Messina (Italia)	28 de diciembre de 1908	M=7.5	29980
Kwanto (Japón)	1 de septiembre de 1923	M=8.3, Mw=7.9	100000
Nan- Shan (China),	22 de mayo de 1927	M=8.7	200000
Assam (India)	15 de agosto de 1950	Ms=8.7, Mw=8.6	574
Chile	22 de mayo de 1960	M=8.5, Mw=9.5	4000 a 6000
Ancash (Perú)	31 de mayo de 1970	M=7.7-7.8, Mw=7.9	50000 a 70000
Guatemala	4 de febrero de 1976	Ms=7.5	23000
Valaparaíso (Chile)	3 de marzo de 1986	-	Mw=8.0
Puerto Príncipe (Haití)	12 de enero de 2010	Mw,=7.3	220000
Mar chileno (Chile)	27 de febrero de 2010	Mw=8.8	525

Tabla3: Terremotos Más Significativos En La Historia De La Humanidad

Fuente: Recopilación bibliográfica de (Nava, 2011). Y (Gascón, & Fernández, 2017).

Elaborado por: Autores de Tesis

la mitigación de amenazas sísmicas para posteriormente buscar soluciones y poder disminuir o contrarrestar la peligrosidad sísmica (Yaguana, 2016), y tiene como finalidad aprender cómo controlar el riesgo sísmico (Orbea, 2017).

En los últimos tiempos la IS no solo se fundamenta en mejorar la resistencia sino más bien en la acumulación de esfuerzos multidisciplinarios

para disminuir los efectos que puedan causar los sismos; es lo que hoy llamamos Ingeniería Sísmica Moderna (ISM).

La adopción de la ISM por parte de la sociedad ha sido una lucha constante de esta especialidad, a lo largo de la historia por lo que torna muy difícil establecer la génesis de la ISM en cada país (Picoita, 2011) por lo que hemos recopilado casos de países donde además del estudio de la ISM, ha sido acompañado de la creación de normas o códigos que han regulado las edificaciones.

En la India SL Kumar, es considerado el creador de la ISM en este país, gracias al desarrollo de un sistema de mampostería reforzada (marco más pared), resistente a sismos de gran impacto; utilizando rieles de los carriles ferroviarios, y cuya efectividad se pudo observar tras el terremoto en Quetta, en 1935, acarreado de esta manera al surgimiento del primer código de construcción antisísmica de la India.

China tiene un amplio historial sísmico, algunos muy destructivos; pero ninguno ha sido incidente para la génesis de la IS en ese país. En Harbin en 1954 se funda el Instituto de Ingeniería Civil y Arquitectura (ahora Instituto de Mecánica Ingeniería); y se encarga la elaboración de un mapa de zonificación del país al profesor Liu Huixian. Este estudio da origen a la ingeniería sísmica moderna en China, con influencia del código sísmico soviético de la antigua URSS.

El 18 de abril de 1906 San Francisco fue víctima de un gran evento sísmico que además provocó un incendio que duró dos días; dejando importantes daños materiales (destrucción de casas), exorbitantes pérdidas económicas y un gran número de muertos (450 vidas, datos oficiales -3000 vidas, estimaciones contemporáneas, más de la mitad de la población perdieron sus viviendas. Este acontecimiento que fue catastrófico, y es uno de los sismos más grandes ocurridos en el mundo no fue suficiente para que los



Figura 5: Terremoto en Italia Messina, Alrededor de 1908.

Fuente: <http://sp.depositphotos.com/11864962/stock-photo-vintage-post-card.html>

ingenieros decidieran dar inicio al desarrollo de la IS en Estados Unidos; aunque durante ese año se creó La Asociación Sismológica de América (SSA) y la Asociación estructural de San Francisco, tan solo vieron la necesidad de utilizar el hormigón reforzado como material de edificación y se enfocaron más en tomar acciones para prevenir incendios. El enfoque al problema de diseño sísmico por parte de los EE.UU fue más cualitativo que cuantitativo, es decir enfatizaron en los aspectos constructivos que dar confiabilidad al cálculo de fuerzas y tensiones. La génesis real de la IS tuvo lugar varios años después del terremoto de San Francisco en 1096; tuvieron que ocurrir otros eventos sísmicos como: el de 1908 en Messina (Italia), en 1923 en Kanto (Japón), y dos más en la misma California el de 1925 en Santa Bárbara y el de 1933 en Long Beach, para después valerse de las experiencias de Italia y Japón y dar los primeros pasos en el desarrollo de la IS en los EE.UU. (Picoita, 2011).

En 1908 un evento sísmico de magnitud 7.5 con epicentro localizado en el Estrecho de Messina (Italia) flageló la ciudad de Messina causando entre 70000 y 120000 muertes (Ver figura 5); el desarrollo del estudio de la IS se instauró inmediatamente, comenzando con el nombramiento de una Comisión que integraban ingenieros de gran experiencia y profesores insignes en ingeniería para la elaboración de recomendaciones para el diseño sismorresistente partiendo de un método estático equivalente; y se introdujo el coeficiente sísmico, también llamado razón sísmica para poder desarrollar el método; Así también el ingeniero Arturo Danuso desarrolló la primera versión del método de la respuesta espectral. Tras la finalización de la segunda guerra mundial se retoman las investigaciones en este campo,



para lo que se promovió y demandó la apertura de líneas de investigación como: la dinámica estructural, inelasticidad plasticidad y diseño limite que fueron de gran utilidad y necesarios para mejorar la IS de Italia.

Japón es uno de los países más desarrollados en lo que ha ingeniería sísmica se refiere, producto de sufrir sismos muy destructivos a lo largo de su historia; han sido los primeros en tomar decisiones para disminuir los efectos del sismo, además presentan avances importante en el desarrollo de la IS después de cada desastre de esas características (Picoita, 2011).

En Yokohama en 1880 se dio a cabo un sismo que provocó considerables daños y cobró muchas víctimas motivo que llevó a la formación de la “Sociedad Sismológica de Japón” siendo la primera en el mundo. En 1891 tras un sismo llamado “sismo Mino-Owari” crea el “Comité Imperial de Investigación de Sismos”. La fundación de la sismología en este país se debe a dos ingenieros; Roberto Mallet (Ingeniero Civil) y a John Milne (Ingeniero Minero), que tras el sismo de Nápoles en 1857, implantaron la mayoría del vocabulario básico de sismología, como es – Sismología, Hipocentro e Isosísmica (Picoita, 2011).

A pesar del importante estudio realizado luego de cada sismo, no es sino hasta que en 1923 tras el suceso de otro evento telúrico de magnitud 8.3, esta vez en la ciudad de Kanto, dio inicio a una nueva era en los estudios de los efectos de los sismos denominado “Ingeniería Sísmica” es por eso que este sismo es catalogado como el propulsor de la IS en Japón y el mundo (Picoita, 2011).

En el Ecuador

El catálogo sísmico del Ecuador refleja 467 años de actividad sísmica, este periodo se torna insuficiente para poder determinar la probabilidad de ocurrencia de un terremoto. Sin embargo, Ecuador ha sido afectado por terremotos que alcan-

zan 11MSK de intensidad; siendo 36 los eventos que más devastación ha traído a largo de la historia (Ver tabla 4) (Singaicho, 2009).

N° Evento	Año	Magnitud	Provincia	Intensidad Max.
1	1587	6.3	Pichincha	8
2	1645	7	Chimborazo	9
3	1674	6.3	Bolivar	8
4	1687	6.3	Tungurahua	8
5	1698	7.7	Tungurahua	8
6	1736	6.3	Pichincha	8
7	1749	6.3	Loja	8
8	1755	6.3	Pichincha	8
9	1757	7	Cotopaxi	8
10	1786	6.3	Chimborazo	8
11	1797	8.3	Chimborazo	11
12	1859	6.3	Pichincha	8
13	1868	7	Imbabura	9
14	1868	6.3	Carchi	8
15	1896	7	Manabi	9
16	1906	8.1	Esmeraldas	8
17	1911		Chimborazo	8
18	1913	6.3	Loja	8
19	1914	7	Pichincha	8
20	1923	6.3	Pichincha	8
21	1926	6.5	Carchi	8
22	1929	6.3	Pichincha	8
23	1938	6.3	Pichincha	8
24	1942	7.7	Manabi	9
25	1949	6.7	Tungurahua	10
26	1953	7.3	Loja	8
27	1958	7.3	Esmeraldas	8
28	1961	6.1	Chimborazo	8
29	1964	5.7	Manabi	8
30	1970	6.3	Loja	8
31	1976	6	Esmeraldas	8
32	1987	6.4	Napo	9
33	1995	6.9	Morona Santiago	8
34	1996	5.7	Cotopaxi	8
35	1998	6.2	Manabi	8
36	2016	7.8	Manabi	9

Tabla4: Terremotos ocurridos en Ecuador con intensidades mayores o iguales a 8 MSK. La magnitud es calculada por Egred en su trabajo. Egred, J, (Inédito) citado por (Singaicho, 2009).

Fuente: Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Ecuador. Criterios Estructurales para Mejorar la Estimación de Intensidades.

Elaborado por: Autores de Tesis

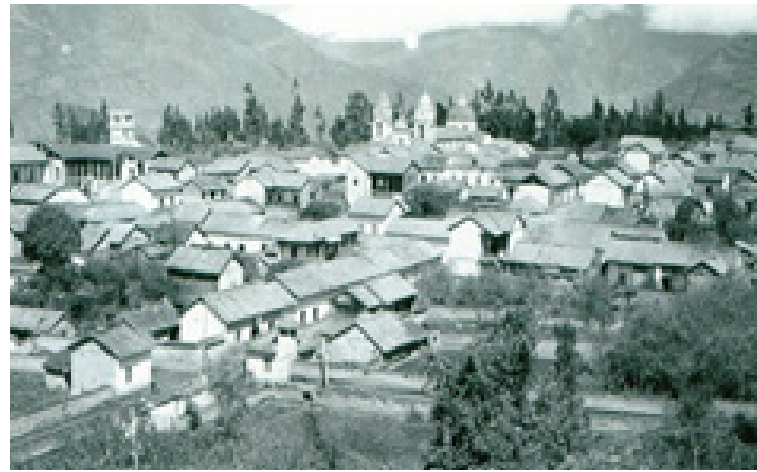


Figura 6: Ciudad de Pelileo, Antes y Después Del Terremoto De 1949

Fuente: <http://viajelaamemoriadelatierra.weebly.com/un-terremoto-en-1949.html>

Entre los más destructivos podemos ubicar los sismos de 1797 en la provincia de Chimborazo con una magnitud de 8.3, ubicada entre las más altas toda la historia del Ecuador, ocasionó la destrucción total de la ciudad de Riobamba con aproximadamente 31000 víctimas, además el fenómeno originó el cambio de curso de los ríos. En 1906 ocurrió un sismo de 8.1 en el océano pacífico ocasionado la desaparición bajo el agua de cuatro islas en la localidad de Limones. El 5 de agosto de 1949 un sismo de magnitud 6.7 y una intensidad de 10 provocó la desaparición de la ciudad de Pelileo (Ver Figura 6), ocasionando la muerte de 6000 personas aproximadamente (Redigital, 2016).

“En Ecuador luego del terremoto de Pujilí 1996, se conformó el Comité Ejecutivo del Código Ecuatoriano de la Construcción, para colaborar en todas las tareas conducentes a la actualización del Código de la Construcción (CEC) de 1977. Este esfuerzo condujo a la publicación del capítulo de Peligro Sísmico y Diseño Sismo-resistente del CEC-2000.” (Orbea, 2017, p.6-7).

En 2008 se realizó un convenio entre el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y la Cámara de la Construcción de Quito para acelerar la actualización de y la elaboración del COE; más tarde en 2011, se crea el Comité Ejecuti-

vo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, mediante decreto; para que la Norma Ecuatoriana de la Construcción sea expedida (Orbea, 2017).

En 2015 con la finalidad de mejorar la calidad de las edificaciones y proteger la vida de las personas, en un convenio realizado entre el MIDUVI y la cámara de la Industria de la Construcción se oficializa la norma Ecuatoriana de La construcción (NEC-15), que consta de 10 capítulos, uno con especial énfasis en la construcción de viviendas (GAD Cantonal de Durán, 2017). A pesar de eso el 16 de abril de 2016 se registró uno de los sismo más grandes ocurrido en Pedernales-Ecuador con una magnitud de 7.8 Mw (Magnitud momento)(Instituto Geofísico - EPN, 2016), dejando 671 personas fallecidas y 8690 albergadas (Diario el Telégrafo EP, 2016), este sismo fue originado por un fenómeno de subducción (desplazamiento entre dos placas tectónicas) entre la placa de Nazca (placa oceánica) que se sumerge bajo la Sudamericana (placa continental); el mismo que ha sido causante de los sismos de 1906 de Mw=8.8 (el más grande registrado en Ecuador y sexto en el mundo) el de 1942 de Mw=7.8 y en el de 1979 de Mw=8.1(Instituto Geofísico - EPN, 2016).

No siempre el grado de magnitud de un terremoto está ligado al número de muertes. Además existen otros factores que inciden la cantidad de daños que puede causar un terremoto, como:

- La densidad de población.
- La profundidad del foco (lugar donde comenzó el terremoto)
- El tipo de construcción.
- Las condiciones locales del suelo;
- La posibilidad de que el terremoto ocasione daños colaterales como inundaciones, aludes (caso del terremoto en Perú, 1970) o incendios (casos de Kwanto en 1923, y San Francisco en 1906).
- La hora de ocurrencia del terremoto (por lo general los terremotos ocurridos en la noche acarrear mayor número de víctimas).
- Las condiciones del tiempo también se puede considerar como un daño colateral ya que cuando los afectados deben enfrentar condiciones de clima adversas (fríos extremos o calor excesivo), y pueden dificultar las labores de rescate (Nava, 2011).

Características sísmicas del Ecuador

Ecuador está en una zona sísmicamente activa, resultando afectado de varios terremotos destructivos (Ortiz, 2013). Forma parte del llamado "Cinturón de Fuego del Pacífico" que se desplaza por las costas del Océano Pacífico donde existe interacción de dos placas tectónicas. La placa de Nazca se hunde bajo Placa Sudamericana (proceso conocido como subducción entre placas), en dirección este oeste (Ver figura 7); y la velocidad de desplazamiento alcanza lo 60mm/año; acumulando esfuerzos en la zona de contacto y en la parte interna de las placas continental y oceánica. La zona de subducción en la que se encuentra Ecuador es una fosa poco profunda, alcanzando una fosa máxima de 6km localizada frente al Golfo de Guayaquil en comparación con la de las Islas Marinas donde la fosa alcanza lo 11km (Rivadeneira et al., 2007).

En el Ecuador existen un gran número fallas activas; Pallatanga- Chingual es la principal; empieza en el Golfo de Guayaquil pasa por la isla Puná luego por la Troncal para inmiscuyéndose en

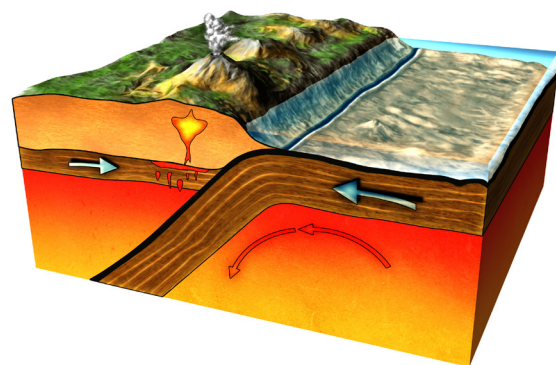


Figura 7: Subducción entre placas Tectónicas

Fuente: <http://sp.depositphotos.com/search/subducci%C3%B3n.html?q-view=18374523>



los Andes continuando por Bucay y Pallatanga para unirse con la falla de Chingual más hacia el norte; La falla del Chigual (se cree que produjo el sismo que destruyó Riobamba en 1797) inicia al norte del volcán Cayambe que se extiende por el nor-oriental del país. A su vez esta da inicio al sistema de fallas Subandino, que se extiende 200km de Norte- Sur a lo largo de la cordillera Oriental de los Andes que se desplazan hacia el sur por el volcán El Reventador continuando por Baeza hasta la zona de Consagra (posible causante del sismo de 1987 cerca del Volcán El Reventador). En la zona oriental existen fallas inversas que comienzan en Colombia cruzan Ecuador para terminar en Perú, y son parte de una serie de fallas con diferente tipo de movimiento (la falla en la cordillera de Cutucú es responsable del sismo de 1995 en Macas (Rivadeneira et al., 2007).

Hay otras fallas menos extensas pero que podrían ocasionar fatales daños como: El sistema de fallas Quito, El sistema Pastocalle- Poaló- Saquisilí, y el sistema de fallas El Ángel- San Gabriel (Rivadeneira et al., 2007).

En la provincia del azuay existe la falla de Girón que se prolonga hasta la provincia de Chimborazo alcanzando una longitud de 200Km; de acuerdo a un estudio elaborado en 1998 por la Red Sísmica del Austro, Cuenca está en riesgo de sufrir un evento de al menos siete grados, el cual arrasaría buena parte del Centro Histórico, provocaría “daños severos” en el resto de la ciudad y devastaría la población de Girón, además y afectar a las ciudades Loja y Macas (Bustos, 2010).

Girón es una de las zonas más vulnerables a un sismo. Según antecedentes en 1913 se produjo un sismo que superó la magnitud de 6.5 grados en la escala de Richter. Los daños de ese sismo llegaron también a Molleturo. Solo unos 10 años antes hubo un movimiento de tierra de 6.5a 7 grados (1904) y de 6.5 en 1907 (Bustos, 2010).

El mapa de zonificación sísmica para diseño proviene del resultado del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (periodo de retorno 475 años), que incluye una saturación a 0.50 g de los valores de aceleración sísmica en roca en el litoral ecuatoriano que caracteriza la zona VI (Ver figura 8).

Cuenca al igual que algunas ciudades andinas se encuentra en la zona 2, con una peligrosidad sísmica alta y una saturación de 0.25g (Norma NEC-SE-DS, 2015).

Se estima que Ecuador presenta entre un 60% y 70% de las viviendas son de carácter informal o antiguas, que son potencialmente vulnerables, además las construcciones en el país responde a la realidad económica de la población, las mismas que son autoconstruidas sin los controles; a pesar de la existencia de la norma Ecuatoriana de la construcción NEC-15 (El Universo, 2010).

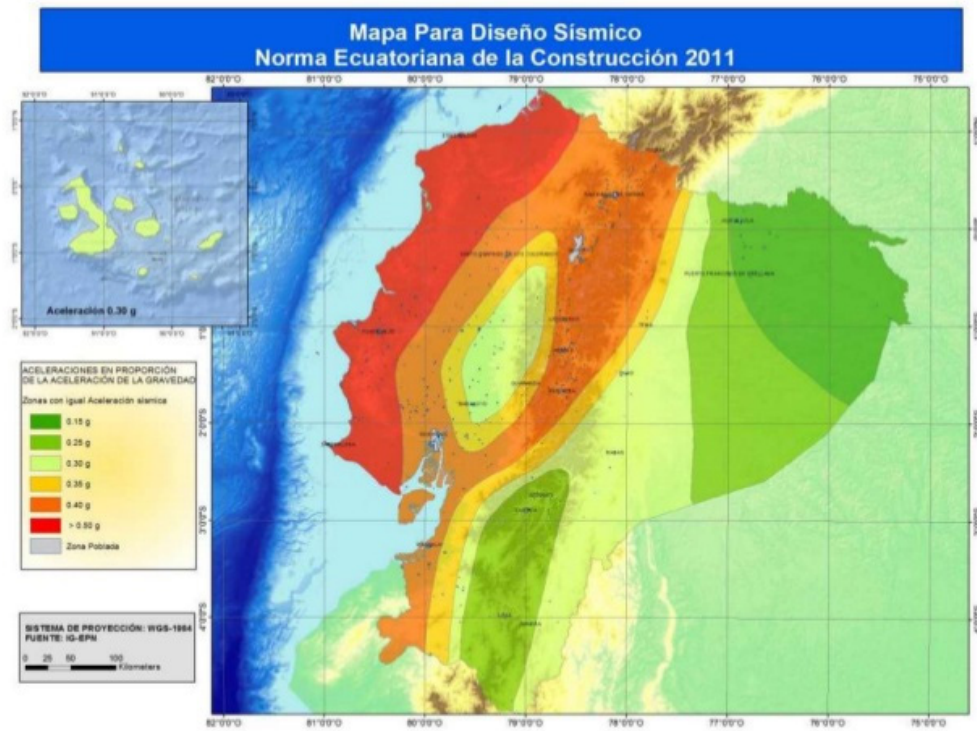


Figura 8: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor zona Z.

Fuente: Norma NEC-SE-VIVIENDA.

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor Factor Z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥0.5
Caracterización del Peligro Sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Tabla5: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.

Fuente: Norma NEC-SE-VIVIENDA

Elaborado por: Autores de Tesis.



2.4. Normativa Ecuatoriana De La Construcción (NEC_15).

La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_2015 busca dar solución a la gran demanda que genera en la actualidad la sociedad en cuanto a la mejora de la calidad y la seguridad de las edificaciones, buscando a su vez, proteger al ciudadano y fomentar el desarrollo urbano sostenible de manera equitativa. La NEC_2015 es una actualización del COE_2001 (código Ecuatoriano de La construcción) que tiene como objetivo mejorar las normativas de construcción de acuerdo a los avances tecnológicos con el fin de mejorar los mecanismos de control en los procesos constructivos y así poder evitar tragedias, además busca: definir los principios mínimos de diseño y montaje en obra, garantizar la habitabilidad de la edificación, establecer responsabilidades, obligaciones y derechos de los individuos involucrados en el proceso constructivo de la edificación.

La normativa se divide en: vidrio, estructuras de acero, cargas sísmicas, peligros sísmicos, geotecnia, estructuras de hormigón armado, estructuras de madera, mampostería estructural, riesgos sísmicos evaluación y rehabilitación de estructuras y por último y el capítulo en el que se basa nuestra investigación “viviendas de hasta 2 pisos con luces máximas de hasta 5m” (NEC-SE-VIVIENDA, 2015).

2.4.1. Viviendas de hasta 2 pisos con luces máximas de hasta 5m

Este capítulo tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción de viviendas sismo-resistentes de hasta 2 pisos y con luces máximas de 5 m. Además, se indica la importancia de los criterios a tomar en consideración para un buen planeamiento estructural y así reducir la pérdida de vidas humanas y materiales, reducir el daño y el costo económico de futuros eventos naturales. (NEC-SE-VIVIENDA, 2015).

En este capítulo se puede apreciar una serie de conceptos relacionados directamente con la construcción tales como materiales de construcción por ejemplo: adobe, carrizo, bloque etc. También se puede encontrar definiciones de elementos estructurales como: columnas, pórticos, conectores, juntas, losas, morteros, muros entre otros elementos arquitectónicos. Como se menciona anteriormente, durante la actualización de la NEC en 2001 se usó una serie de normas extranjeras como: ACI 318, ACI 506R-90, ASTM c109/C109M-99, NSR-10 (Colombia), NTC 2004 (México), AISI 2004b, entre otras; fortaleciendo la rigurosidad concerniente a la sismo-resistencia y de esta manera poder obtener una normativa que pueda garantizar la seguridad de las personas (NEC-SE-VIVIENDA, 2015).



2.4.2. Vivienda según la NEC

Uno de los factores más importantes para considerar a una edificación como vivienda es la luz (distancia que existe entre sus apoyos), altura del cielo raso, pero el factor que determinan su sismo resistencia es el sistema de pórticos entre otras, estos factores presentan una serie de exigencias tales como:

No debe exceder los 5.0 m entre sus apoyos y no debe superen 2 niveles en altura en ninguna de sus fachadas, o 6 metros de altura desde el suelo hasta el cielo raso (aplica en cubierta de losas planas) y hasta 8 metros a la cumbre en caso de cubierta inclinada, hasta el nivel más alto de su cubierta y cuyo uso sea exclusivamente residencial.

La altura de entrepisos no debe exceder 3 m. Para edificaciones que estén fuera del alcance de este capítulo refiérase a los correspondientes de esta norma para su diseño y construcción.

Si el sistema es de pórtico de hormigón armado resistente a momentos, se diseña de acuerdo a la sección 5 de la NEC_ Viviendas de hasta dos pisos.

Si el sistema está basado en muros portantes se diseña de acuerdo a la sección 6 de la NEC_ Viviendas de hasta dos pisos.

Si el sistema es un pórtico de acero, se diseña de acuerdo a la sección 5.2 de la NEC_ Vivienda de hasta dos pisos.

“Si el sistema es diferente a lo descrito, se deberá diseñarse con un método racional que garantice seguridad de vida de los ocupantes frente a la ocurrencia del sismo de diseño”. (NEC-SE-VIVIENDA, 2015, p.23).

Cabe recalcar que la NEC de manera frecuente nos dice que toda vivienda debe constar con planos arquitectónicos, estructurales e instalaciones, así como las respectivas memorias técnicas según el proyecto.

nicas según el proyecto.

2.4.3. Sistemas estructurales y coeficiente R de reducción de respuesta estructural

Los coeficientes de reducción R están dados según el sistema estructural de vivienda sismo resistente (Ver Tabla 6).

Adicionalmente la norma exige que el espesor mínimo del mortero en las paredes deberá ser 3 cm, pero cuando este sistema tenga más de dos pisos y sus luces son mayores a 3.50 m (NEC-SE-VIVIENDA, 2015).

2.4.4. Requisitos de resistencia sísmica del sistema estructural

2.4.4.1. Configuración Estructural

Sistema Estructural	Material	Coefficiente R	Limitación en # de pisos (Altura)
Pórticos resistentes a momentos	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, reforzado con acero laminado en caliente.	3	2b
	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, con armadura electrosoldada de alta resistencia.	2.5	2
	Acero Doblado en Frío	1.5	2b
Muros portantes	Mampostería No Reforzada y no confinada (c)	1	1
	Mampostería enchapada con malla de acero (a)	1.5	2b
	Adobe y Tapial reforzado	.5 2	
	Bahareque	1.5	2
	Mampostería Reforzada 3	2	b
	Mampostería Confinada 3	2	b
	Muro de hormigón reforzado	3	2b
	Muros livianos de acero	1.5	2
	Muro de mortero armado u hormigón armado con alma de polietileno(a)	1.5	2b

Tabla6: Coeficientes de resistencia R

Fuente: NEC15_Vivienda de hasta dos pisos.



Continuidad vertical.

Para considerar que los pórticos y muros son resistentes a momento, éstos deben estar anclados a la cimentación. Cada pórtico y muro portante debe ser continuo entre la cimentación y el muro inmediatamente superior, sea el entrepiso o la cubierta (Ver figura 9).

Regularidad en planta.

La forma del sistema de piso en planta debe ser tan regular y simétrica como sea posible, prefiriéndose formas cuadrangulares ó rectangulares, siempre que la relación largo/ancho no supere el

valor de 4 y que ninguna dimensión exceda de 30 m (Ver Figura 10 y figura 11).

Regularidad en elevación.

Deben evitarse en lo posible las irregularidades geométricas en los alzados. (Ver figura 12).

Simetría

La simetría con respecto a sus ejes a nivel de plantas en las edificaciones es algo primordial, esto con el fin de evitar fuerzas de torsión que pueden causar rajaduras o debilitamiento de la estructura y por consiguiente derrumbar la estructura (Ver figura 13).

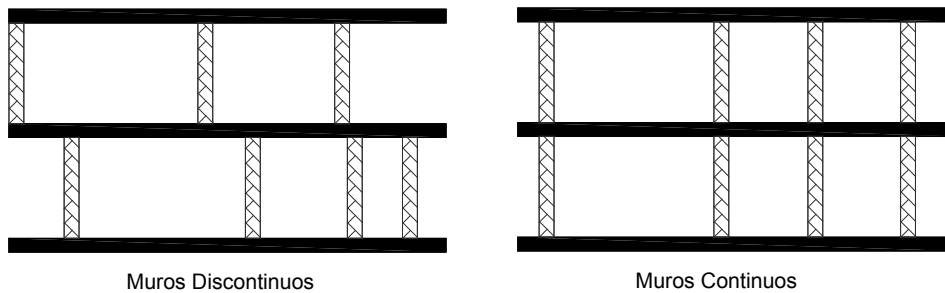


Figura 9: Continuidad en elevación edificaciones
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

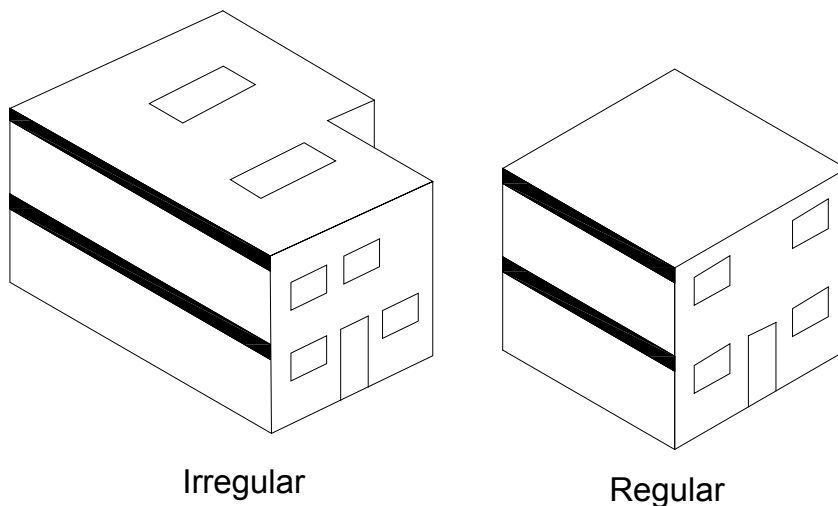


Figura 10: Planeamiento regular de edificaciones.
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

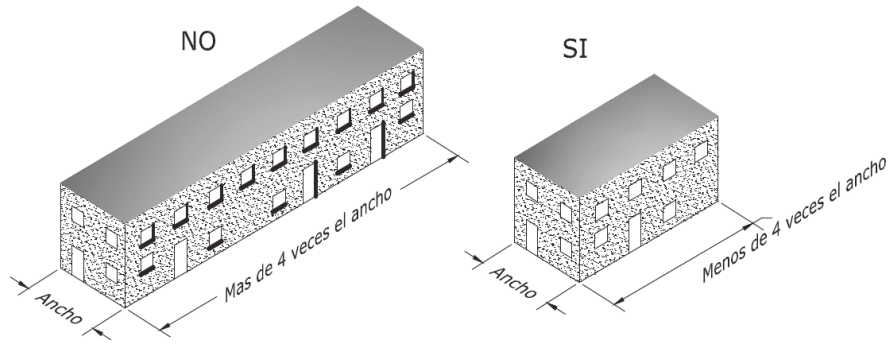


Figura 11: Relación de aspecto, largo/ancho .
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

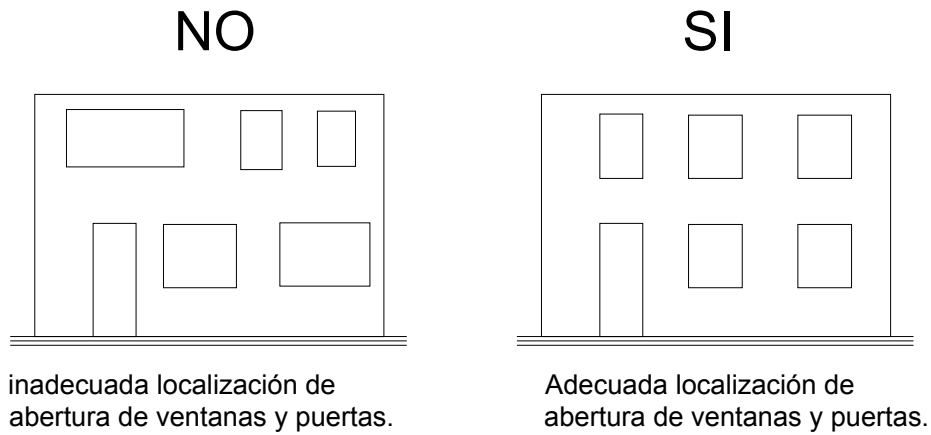


Figura 12: Localización de Aberturas
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

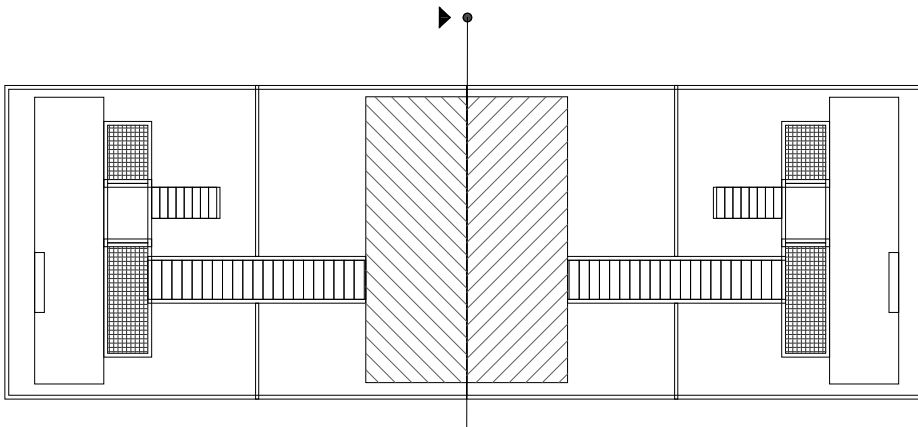


Figura 13: Simetría en edificaciones
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.



Disposición de muros Portantes

En las construcciones con sistema de muros portantes se puede admitir aberturas (ventanas y puertas) si se cumple con los siguientes requisitos (Ver Tabla 7):

reparar el 35% del área total del muro y la distancia entre dos aberturas debe ser máximo 50cm (Ver figura 14 y figura 15).

Juntas constructivas

Area Total A_T , $A_T = L_t$	
Area de Pared > 65% A_T	Area de Abertura < 35% A_T

Tabla7: Áreas en muros portantes.

Fuente: NEC15 _Vivienda de hasta dos pisos.

Es obligado utilizar juntas constructivas en una construcción cuando a nivel de planta la longitud es 4:1 con respecto al ancho, cuando el terreno donde se emplaza la construcción posee una pendiente mayor al 30%, las juntas deben separar las viviendas por completo y su espesor mínimo será 2.5cm (Ver figura 16).

Cuando la longitud de la edificación sea mayor a 30m o su desnivel supere los 400mm o exista cambios en la resistencia del suelo también se debe colocar juntas constructivas. Se debe recalcar que en los conjuntos habitacionales es obligatorio la utilización de juntas entre cada vivienda(Ver figura 17).

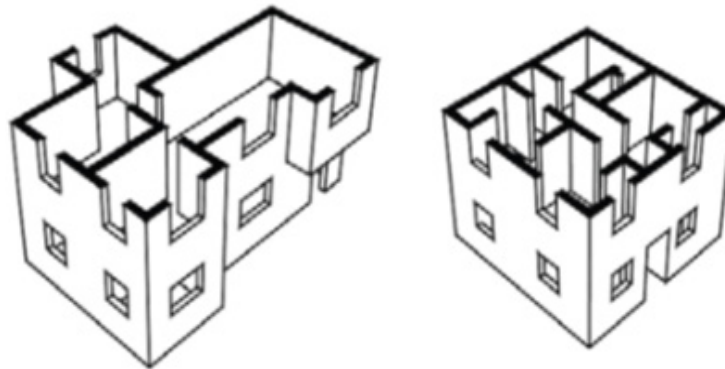


Figura 14: Disposición de muros portantes
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

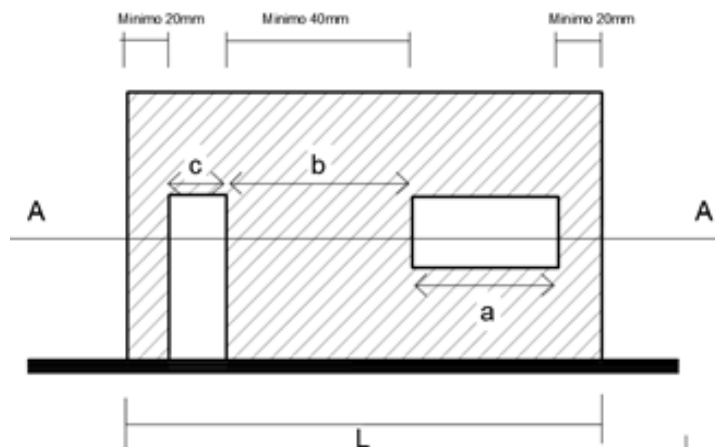


Figura 15: Disposición de aberturas en un muro
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

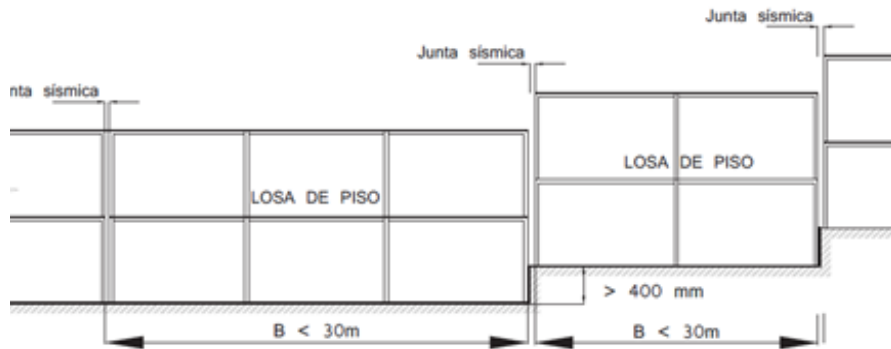
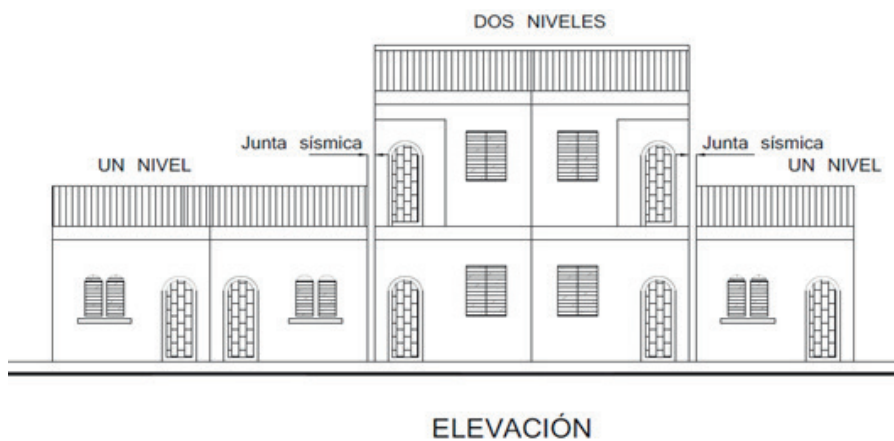


Figura 16: Ubicación esquemática de las juntas sísmicas en unidades habitacionales multifamiliares

Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.



ELEVACIÓN

Figura 17: Ubicación esquemática de las juntas sísmicas en unidades habitacionales multifamiliares

Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

Cimentación

EL peso es uno de los principales factores de las estructuras sismo resistentes, ya que es este el encargado de generar menor o mayor inercia, por lo tanto si la masa es mayor, mayor será la fuerza generada sobre la estructura. Por lo tanto se debe evitar las adiciones o modificaciones ya que este tipo de elementos son causantes del debilitamiento de la estructura ya que estos generan excentricidad de cargas y por ende fracasa la estructura. Ahora como se ha mencionado anteriormente esto debe ser algo poco común y muy poco probable ya que según la ley toda edificación debe ser diseñada y construida por un profesional el cual garantizara la habitabilidad y resistencia de la misma.

La NEC nos dice que uno de los elementos más importantes de una vivienda es “La Cimentación” este elemento debe estar conectado entre si y no debe existir elementos aislados. A continuación se detalla una serie de pautas y obligaciones las cuales buscan garantizar el correcto funcionamiento de este elemento así como generar una edificación sismo resistente. (Ver figura 18 y figura 19).

-Exploración mínima.

En toda edificación se debe realizar una exploración mínima del suelo para así poder establecer qué tipo de cimentación requiere, este tipo de

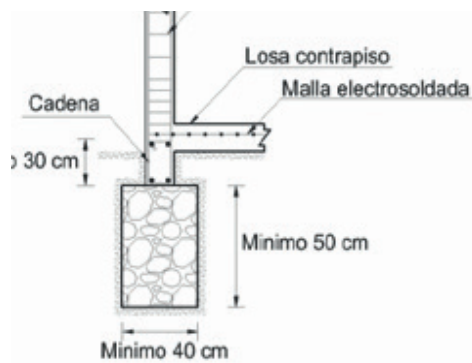
exploración puede ser mínima o rigurosa, dependiendo del tipo de edificación que vamos a emplazar." Ahora podemos simplemente revisar el comportamiento de viviendas aledañas y verificar si existe algún tipo de asentamiento o pérdida de verticalidad, también se puede verificar la zona en busca de cuerpos de agua o grietas esto como exploración mínima.

Si la edificación se va a emplazar en un lugar que nos cause dudas sobre la resistencia del suelo se debe realizar mínimo una calicata por vivienda o por cada 300m² con una profundidad mínima de 2m, cada calicata debe especificar los espesores de los materiales, pero si los resultados de esta exploración son negativos como por

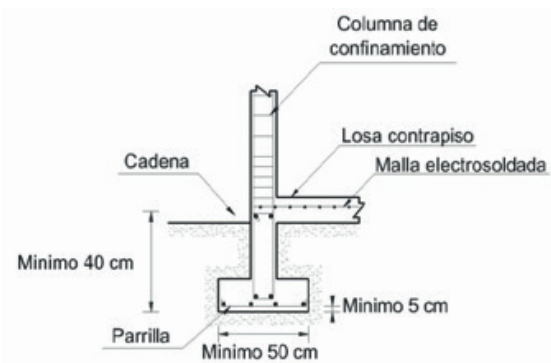
ejemplo suelos inestables laterales, pendientes mayores al 30%, suelos con compresibilidad excesiva, expansibilidad alta o procesos de erosión activos, se deberá de manera obligatoria realizar un estudio más detallado de las propiedades del suelo si un terreno fue rellenado y dicho relleno responde a un diseño geotécnico, se puede obviar un nuevo estudio.

-Zapatas aisladas.

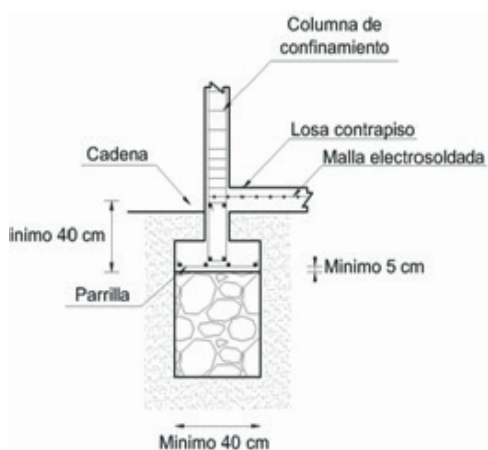
Al ser este uno de los elementos transmisores de cargas hacia el suelo, deben tener forma rectangular o cuadrangular y sus dimensiones no pueden ser menor a 1m, el centroide de la columna debe coincidir con el centro de la zapata.



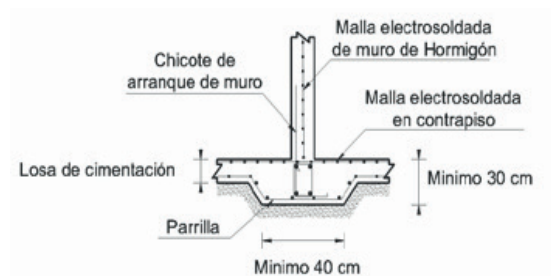
a) Cadena de Cimentación sobre zócalo de Hormigón Ciclópeo



b) Viga corrida de Cimentación sobre suelo resistente



c) Viga corrida de Cimentación



d) Viga corrida de Cimentación sobre suelo resistente mejorado

Figura 18: Tipos de cimentación para muros portantes.

Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

Figura 19: Tipos de cimentación para muros portantes.

Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.



La profundidad hasta el contra piso debe ser 1m. Con respecto al refuerzo de acero en estos elementos la cuantía mínima debe ser 0.0018 con una distancia mínima entre barras de 25mm.

2.4.5. Pórticos

La construcción de pórticos de hormigón armado se limita a 2 pisos en terrenos planos, sin posibilidad de ampliación. Cuando el terreno no sea plano se requiera un diseño distinto el cual contrarreste los efectos de torsión (Ver figura 20).

El sistema de pórticos debe cumplir con ciertas exigencias que garantizan la estabilidad de la estructura ante fuerzas gravitacionales.

Para viviendas con alturas máximas de 2 pisos la NEC-SE-VIVIENDA. exige unos requerimientos mínimo en los elementos que conforman los pórticos (columnas y vigas).

Las secciones de las columnas no podrán ser menores a 20x20cm o su equivalente a 400 cm² en el caso de que la vivienda tenga un piso de altura; mientras que para una edificación con 2 pisos deberá cumplir con una sección de 25x25cm o su equivalente de 625 cm² en la planta baja y una sección de 20x20cm o 400 cm² en la planta alta.

Las alturas de las columnas ya sea en planta

baja o en planta alta no puede sobrepasar una longitud de 2,5m.

Las longitudes de las vigas que conforman los pórticos no deben sobrepasar una luz de 4m entre sus apoyos (Ver tabla 9).

2.4.6. Muros portantes sismo resistentes.

Para poder considera un muro “portante” debemos asegurarnos que este no tenga ninguna abertura, pero técnicamente todos los muros son portantes. “En muros con piezas huecas no se podrán alojar tubos o ductos en celdas con refuerzo. Las celdas con tubos y ductos deberán ser rellenadas con concreto o mortero de relleno”. (MIDUVI, 2015, p.42).

Muros Portantes de mampostería no reforzada.

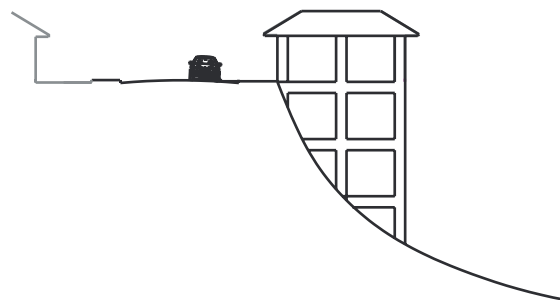


Figura 20: Sistema de pórticos que requiere un análisis de torsión.
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

Número de pisos por vivienda	Elementos	Luz máxima (m)	Altura total de entrepiso, máxima (m)	Sección mínima base x altura (cm)	Cuantía longitudinal mínima de acero laminado en caliente	Refuerzo de hacer laminado transversal (estribos)
1	Columnas	4	2.5	20*20 (a)	1%	Diámetro 8 mm @ 10cm
	vigas			15*20 (b)	14/fy sup 14/fy inf	Diámetro 8 mm @ 5 en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)
2	Columnas	4	2.5	Piso1 25x25	1%	Diámetro 8 mm @ 10cm
	vigas			Piso2 20*20	14/fy sup 14/fy inf	Diámetro 8 mm @ 5 en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)

Tabla8: Requisitos mínimos en función del número de pisos de la vivienda con pórticos de hormigón y losas.

Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

Elaborado por: Autores de Tesis.



Para este tipo de muros se asume los siguientes sistemas estructurales. Sistema estructural de tierra (con o sin refuerzo), bloques de hormigón simple.

La característica principal de este sistema es la falta de cualquier tipo de refuerzo, la única unión entre estos elementos es el mortero que existe entre ellos ya sea de tierra o cemento. Este tipo de sistema no debe ser utilizado en zonas sísmicas.

Muros portantes de mampostería reforzada.

Este sistema está conformado por mampostería con perforaciones verticales, unidas por mortero, barras, alambreas o acero. Por lo tanto el principal elemento es el acero de refuerzo y su cuantía mínima horizontal como vertical no debe ser menor a 0.0007 y la suma de estas no tiene que ser menor a 0.002 (Ver figura 21).

-Muros transversales

Estos muros requieren ser unidos mediante dispositivos que aseguren la continuidad, estos de-

ben ser capaces de resistir 1.33 veces la resistencia a cortante (Ver figura 22).

-Muros con Aberturas

Dentro de los muros portantes si es posible crear elementos con aberturas, pero se debe generar refuerzos verticales y horizontales en todo el perímetro de la abertura, esto será obligado en las dimensiones que excedan $\frac{1}{4}$ de la longitud del muro, dimensiones mayores a 600 mm o en aquellas aberturas con altura igual a la del muro.

-Antepecho

Las aberturas de los muros deben tener refuerzos horizontales y verticales. Los antepechos deben tener refuerzo superior horizontal a 500mm. (Ver figura 23).

2.4.7.Muros portantes de hormigón armado

Sistema estructural rígido formado esencialmente por hormigón y refuerzo de acero, este debe estar correctamente anclado a su sistema de cimentación, su espesor mínimo debe ser 80mm

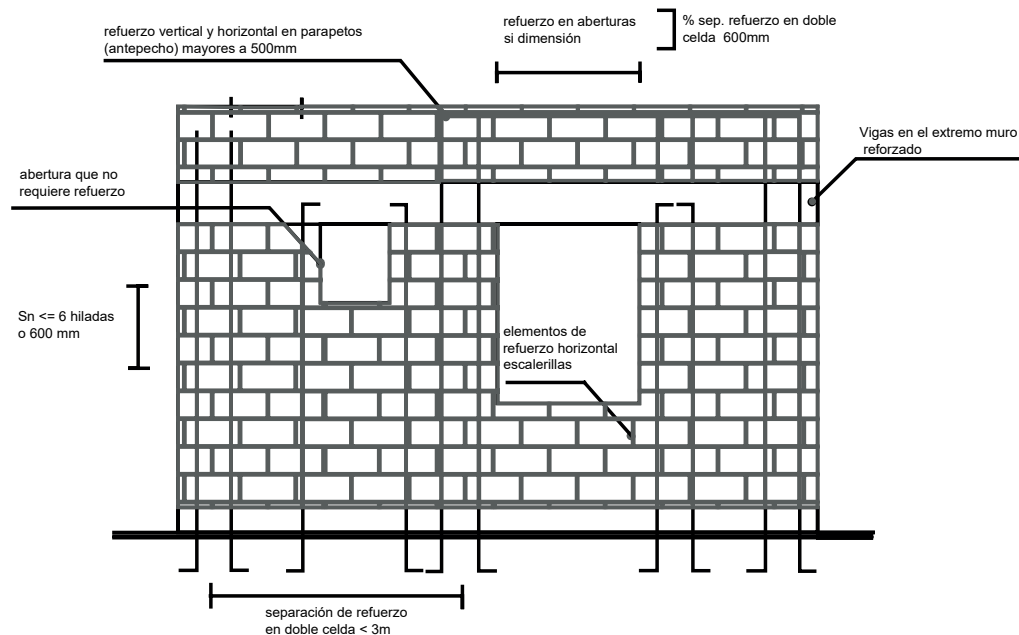


Figura 21: Distribución de refuerzo Vertical y Horizontal. Detalles de encuentro de muros

Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

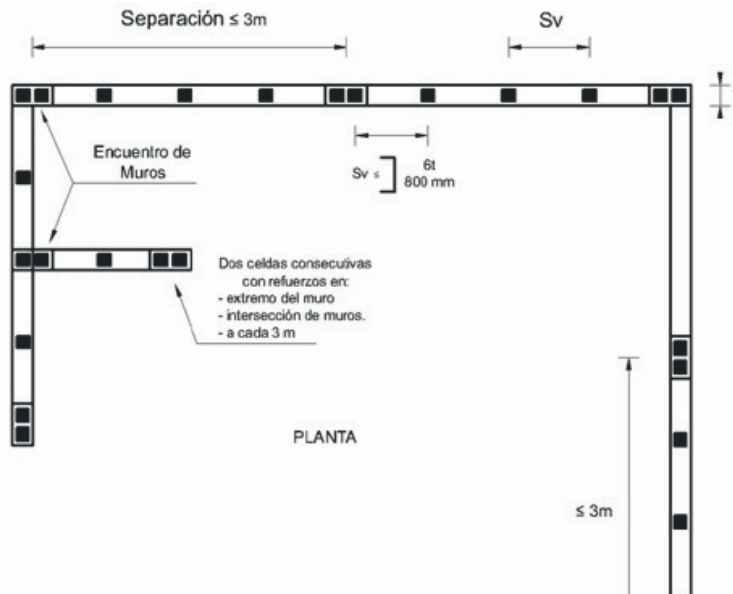


Figura 22: Planta típica de muros reforzados, ubicación del refuerzo vertical.
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

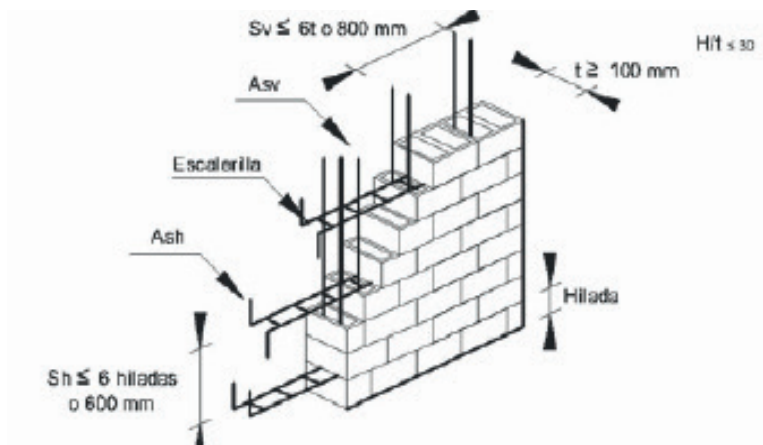


Figura 23: Distribución refuerzo Vertical y Horizontal.
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

o 1/30 de la altura del muro.

Enchapado con malla electrosoldada

Es la colocación de un recubrimiento de mortero sobre una malla electrosoldada, la malla quedará en la mitad de la capa de mortero de 4cm, 1:4 (cemento, arena)

Losas

La normativa específica de manera muy clara que todo entrepiso debe ser losa de hormigón

ya sea maciza o alivianada, este tendrá un refuerzo de acero de acuerdo a la ACI 318 con un recubrimiento mínimo de 3cm.

2.4.8. Muros portantes de mampostería confinada.

Este sistema está conformado por unidades de mampostería las cuales están unidas por medio de mortero dentro de un perímetro formado



por vigas y columnas, este sistema puede ser construido de dos maneras, la primera forma es levantar las paredes de mampostería y luego proceder a fundir las columnas y vigas. La segunda metodología nos dicta que primero se debe fundir las columnas de confinamiento dejando arriostramiento (chicotes) con barras de acero mínimo 5.5mm. Este sistema (Pórticos) es el más usado en la construcción de viviendas ya que este sistema es sismo resistente y puede ser usado en edificaciones de más de dos pisos. (Ver figura 24).

Diseño estructural de mampostería confinada.

La mayoría de estos muros están conformados por ladrillos de arcilla o bloques de hormigón o arcilla, ahora las resistencias mínimas que deben tener los bloques que pueden conformar este tipo de muro son:

Los muros no pueden tener un largo mayor a 25 veces su espesor el cual no podrá ser menos de 10cm. NEC_ Vivienda de hasta dos pisos, (2015). Requisitos fundamentales en viviendas de mampostería confinada

-Columnas de confinamiento

Se les considera columnas aquellos elementos de hormigón reforzado con acero, todo refuerzo debe ser colocado dentro del elemento y su área mínima debe ser 200cm^2 estas deben estar colocadas en los extremos de los muros, ahora con respecto a la separación entre estribos deberá ser un máximo de 20cm y en zonas sísmicas críticas hasta 10cm.

-Vigas de confinamiento

Las vigas de confinamiento deben tener un área mínima de 200 cm^2 , en caso de usarse losas de entrepiso puede ser mínimo de 100mm. Estas deben colocarse en los arranques y remates de los muros y la distancia libre entre estos elemen-

tos debe ser menor a 25 veces el espesor del muro.

Confinamiento de Aberturas.

El confinamiento horizontal y vertical en aberturas tanto de vanos de de puertas y ventanas es fundamental para ser determinado como un sistema confinado de mampostería (Ver figura 25 y figura 26).

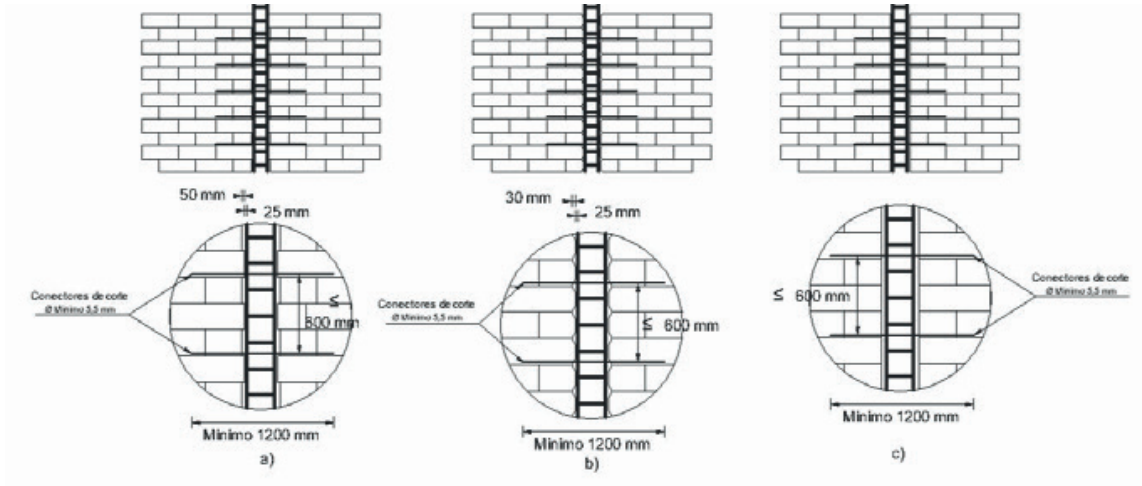


Figura 24: Detalle de Mampostería Confinada tipo 1,
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

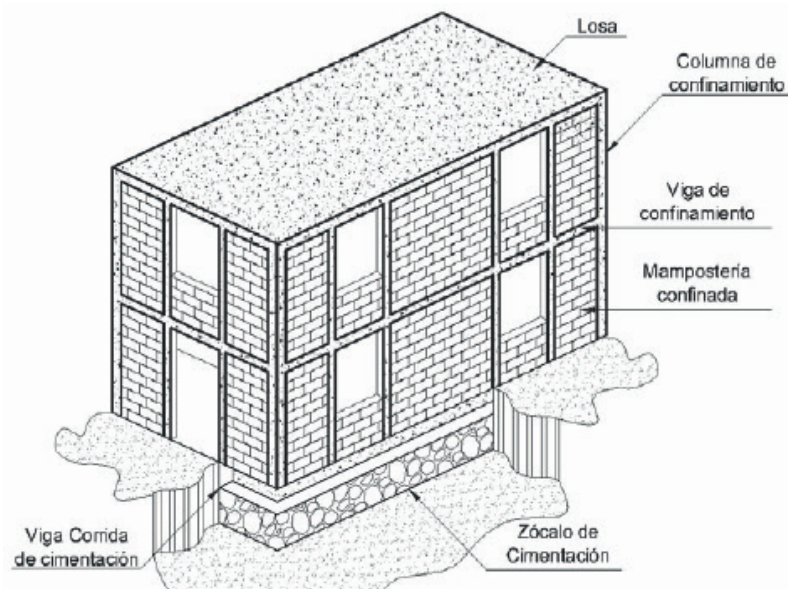


Figura 25: Principales Elementos de Mampostería Confinada
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

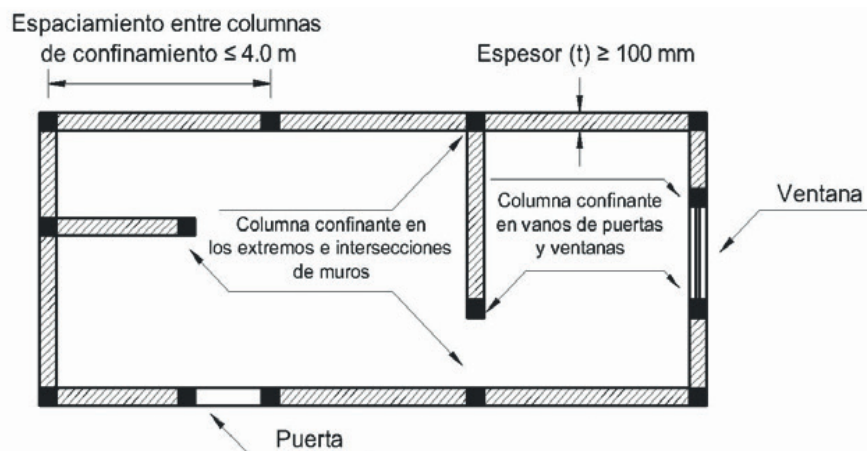


Figura 26: Requisitos Fundamentales en vivienda de Mampostería Confinada.
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

3.METODOLOGÍA



Para el cumplimiento de los objetivos, la metodología aplicada en la investigación es de carácter cuantitativo, el cual abarca el análisis comparativo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC_2015) con datos obtenidos In-Situ de 6 viviendas de la ciudad de Cuenca.

El contenido de la información comprende datos concernientes a la configuración arquitectónica y diseño arquitectónico (geometría y dimensiones). El registro de datos se realizó en fichas de observación para su posterior análisis con criterio matemático; se cuantificó los datos transformándolos en porcentajes para una explicación cualitativa estableciendo relaciones de la información teórica con los datos de la investigación de campo.

La investigación es de tipo descriptivo ya que facilita el entendimiento de la aplicación de las exigencias de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, en la verificación tanto física y normativa de viviendas en la ciudad de Cuenca.

Los datos se presentarán en tablas de porcentajes, los mismos que servirán para el análisis e interpretación de los resultados. Las fuentes primarias fueron 6 viviendas de la ciudad de Cuenca en las que se aplicaron las observaciones y registro de datos.

Método Cuantitativo

Las etapas que siguió la investigación dentro del método cuantitativo fueron las siguientes:

- Selección de Muestra
- Identificación de características de elementos arquitectónicos y estructurales de la norma NEC_2015 posibles de verificar in-Situ.
- Recolección de datos in-Situ de los casos de estudio mediante el registro en fichas.
- Análisis de la información de las fichas mediante el uso de software estadístico.
- Elección de un método factible para garantizar la sismo-resistencia de los casos de estudio.



3.1. Diagrama De Las Etapas De La Investigación

ANÁLISIS DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN Y VERIFICACIÓN FÍSICA Y NORMATIVA EN LA CIUDAD DE CUENCA.

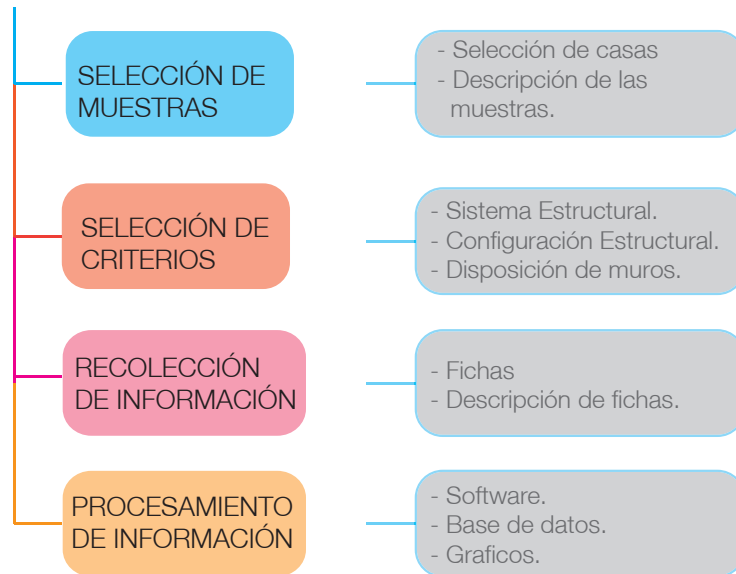


Figura 27: Diagrama de las etapas de la investigación

Fuente: Autores de Tesis.

3.2. Etapas de la Investigación.

ETAPA 1.

SELECCIÓN DE MUESTRA

Criterios de Selección

Este estudio forma parte del proyecto de investigación “Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda”, perteneciente a la facultad de arquitectura de la Universidad de Cuenca; el mismo que tiene como fuente primaria el análisis de 10 viviendas en la ciudad Cuenca con sistemas estructurales de diferente tipo.

Las viviendas en Cuenca al igual que en todo el país se caracterizan por un predominio de construcciones basados en dos sistemas constructivos; el sistema aporticados y el de mampostería confinada, por ello, para el presente estudio, en el proceso de selección de entre las 10 viviendas, las mismas que debían cumplir con requisitos de: alturas máximas de 2 pisos y que su

estructura sea hormigón armado; siendo estos imprescindibles para su comparación se toma como base las exigencias expuestas en el capítulo 10 de la Norma Ecuatoriana (NEC-SE-VIVIENDA), además; dificultades de accesibilidad a las viviendas, la poca apertura de los propietarios y por las dificultades en el levantamiento de las edificaciones al momento de identificar medir los elementos arquitectónicos fueron determinantes en la selección de la muestra; por esta razón el análisis se vio limitada a 6 viviendas.



Descripción de la Muestra

	VIVIENDA 4	VIVIENDA 5	VIVIENDA 6
Propietario	Oleas Baculima Rodrigo S	ilva Silva Doris	Coronel Regalado Jorge
Tipología	UnifamiliarU	nifamiliarU	nifamiliar
Planta			
Registro fotográfico			
Croquis de la Ubicación del Predio			
Sistema Constructivo	Hormigón armado con Bloques de arcilla	Hormigón armado con Bloque de H°	Hormigón armado con Bloque de H°
Ubicación	Calle del retorno y Diego Velasquez	Calle s/n y Vicente Alvarado_Sector Don Bosco	Calle Carlos Rosas y Altiplano
Código Predial	cod. 090405706100c	od. 1408055002000	cod. 0402038067000
Área Del predio	657.36	93.29	123.3
Área de construcción en planta baja	202.64	75.17	87.23
Total de área de construcción	317.99	117.31	166.7
Número de habitantes	54		5
Número de pisos	22		2

Figura 29: Descripción de Casos parte 2.

Fuente: Autores de Tesis

ETAPA 2.

CRITERIOS DE LA NORMA NEC-SE-VIVIENDA A EVALUAR.

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

Las exigencias de la norma NEC-SE-VIVIENDA en lo que respecta a configuración estructural son válidas para el análisis cualquiera de los sistemas constructivos; ya que son las que garantizan un comportamiento adecuado de la estructura dándole estabilidad y resistencia ante incidencia de cargas externas (sismos, viento o lluvia).

Para la evaluación de la configuración estructural de la vivienda se tomaron en cuenta parámetros como continuidad vertical, regularidad en planta y regularidad en elevación que bajo su aplicación correcta garantizan la efectividad de las uniones de cada uno de los diafragmas y en conjunto del sistema estructural.

Continuidad Vertical

Para este análisis se realiza un esquema estructural in-Situ que facilite la evaluación y así poder determinar la resistencia de la estructura a fuerzas horizontales (Ver Figura 30).

Para que la vivienda evaluada tenga una estruc-

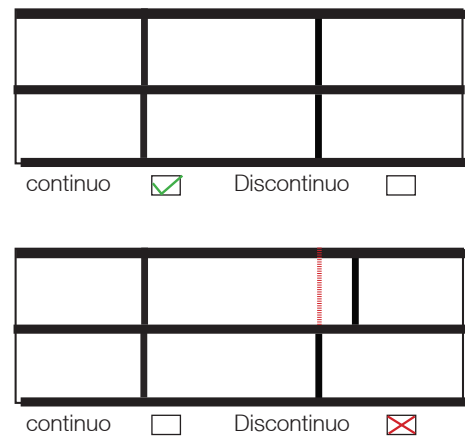


Figura 30: Esquemas de cumplimiento e incumplimiento de continuidad Vertical
Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

tra resistente a momentos, los pórticos y muros deben estar anclados y ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta. Los muros que no presenten esta continuidad no son considerados como elementos estructurales resistentes a fuerzas horizontal; lo que implicaría el incumplimiento a la norma no solo del elemento sino de todo el sistema.

Regularidad en Planta

Para la comprobación de este parámetro se toma en cuenta la relación largo-ancho (L/A), siempre en el caso más desfavorable para la es-



estructura; es decir se relaciona el mayor lado (L) y la dimensión menor de su ancho (A) de la vivienda o de cada uno de los bloques de la vivienda si es el caso.

La relación L/A de la vivienda o de bloques de la vivienda no deberá sobrepasar del valor de 4 para que sea considerada una estructura resistente a momentos.

$$L/A \leq 4$$

Regularidad en Elevación

Para su evaluación se realizó un esquema en donde se tomaron en cuenta las alineaciones de las aberturas de puertas y ventanas de la planta alta y planta baja de una de las cuatro fachadas. Se considera la más desfavorable de las 4 ya que la normativa no contempla rangos ni excepciones de ningún tipo para su aval (Ver Figura 31).

Las aberturas de puertas y ventanas de la planta baja deberán estar alineadas a las de la planta alta para su cumplimiento con la norma NEC-SE-VIVIENDA.

JUNTAS CONSTRUCTIVAS

Para el análisis de las juntas constructivas de los casos de estudio lo primero que se realiza es una identificación de la necesidad de la vivienda de acuerdo a las condiciones que presenta; sean estas por una relación L/A superior a 4, cuando se encuentran en terrenos que sobrepasan pendientes del 30 %, cuando la construcción es independiente, por la existencia de un desnivel mayor a 400 mm; y por la diferencia de niveles de pisos que presenta la vivienda.

Identificadas las necesidades de la vivienda se verifica su existencia y su espesor; luego se realiza una comparación entre los datos de la vivienda con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA.

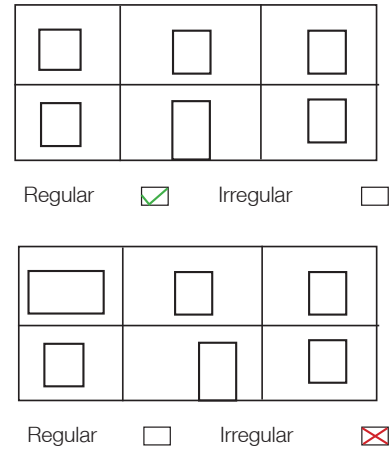


Figura 31: Esquema de cumplimiento e incumplimiento de la regularidad en elevación.

Fuente: NEC-SE-VIVIENDA.

JUNTAS CONSTRUCTIVAS			
CONDICIÓN	NECESIDAD	EXISTENCIA	
		SI	NO
L/A ≤ 4			
P > 30%			
CONST. INDEPENDIENTE			
DESNIVEL > 400mm			
DIFERENCIA DE NIVEL			

Figura 32: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones que necesita la vivienda y verificación de su existencia.

Fuente: Autores de Tesis.

La dimensión mínima que debe alcanzar la junta constructiva de la vivienda es 2.5cm (Ver Figura 32).



SIMETRÍA

Para el análisis de la simetría de los casos de estudio se realiza un registro de la forma geométrica de la planta de cada vivienda donde conste el eje de simetría (Ver Figura 33).

Para que una edificación cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA. La planta de la vivienda debe ser lo más simétrica posible respecto a su eje.

SISTEMA ESTRUCTURAL

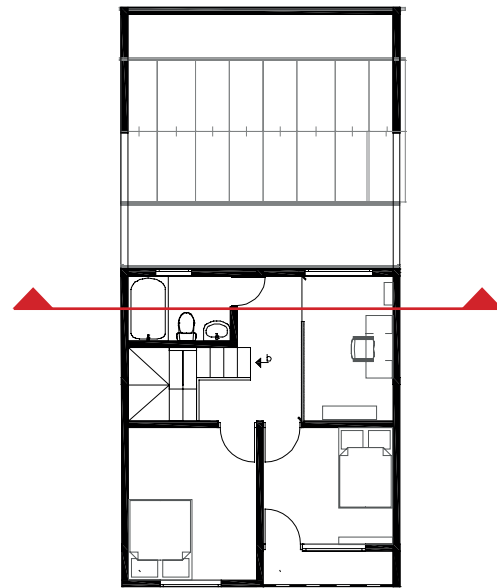
Debido a que los sistemas de pórticos y mampostería confinada tiene una composición estructural similar a base de hormigón armado; diferenciándose por las dimensiones y secciones de sus elementos estructurales (cadenas, Vigas, columnas). Es por esto que en este estudio no se puede descartar ninguno de los dos sistemas sin antes analizar e identificar claramente a que sistema constructivo pertenece cada una de los casos de estudio para poder continuar con el análisis de los demás elementos, especialmente los muros. Para el análisis del sistema estructural se llevará a cabo una comparación de los datos levantados in-Situ con las exigencias de la norma NEC-SE-VIVIENDA, tanto para los sistemas de pórticos como el de mampostería confinada.

Columnas

- Sistema de Pórticos.

Para el sistema de pórticos el análisis de cumplimiento de las columnas de la vivienda se tomaron en cuenta los elementos de la planta baja así como los de la planta alta y sus respectivas dimensiones (base (b), ancho (a) y altura(h)) y se las comparó con las exigencias para viviendas de 2 pisos de la norma ecuatoriana de construcción NEC_2015 (Ver Figura 34).

Para su validación las columnas deben alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección



Simétrico

Asimétrico

Figura 33: Esquema para evaluación de la Simetría.

Fuente: Autores de Tesis.

mínima de 25cmx25cm o su equivalente de 625cm²; en la planta baja y en la planta alta una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente a 400cm²; esto cuando la vivienda tiene dos niveles.

Si la vivienda tiene un nivel deberá cumplir con una sección de 20cmx20cm o su equivalente de 400cm². Las columnas de toda la vivienda son de alturas y secciones iguales; por esta razón el análisis se llevará a cabo

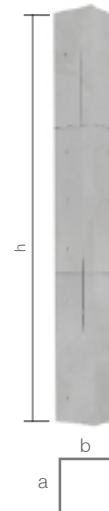


Figura 34: Esquema de altura(h) y Sección (axb) de columnas.

Fuente: Autores de Tesis.

con un solo dato homologado en cada una de sus variables.

- Sistema de Mampostería Confinada

Para el sistema confinado el análisis de cumplimiento de las columnas de confinamiento de la vivienda se tomaron en cuenta los elementos de la planta baja así como los de la planta alta y sus



respectivas dimensiones (base (b), ancho (a) y altura(h)) y se las comparó con las exigencias para viviendas de 2 pisos de la norma ecuatoriana de construcción NEC_2015.

Para su validación las columnas deben alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 200cm².

Las columnas de toda la vivienda son de alturas y secciones iguales; por esta razón el análisis se llevará a cabo con un solo dato homologado en cada una de sus variables.

-Vigas

- Sistema de Pórticos.

Para el análisis de cumplimiento de las vigas para el sistema de pórticos de la vivienda se toma en cuenta las dimensiones (base (b), ancho (a)) para su sección (axb) y la luz máxima (L. max) entre elementos de apoyos (columnas) y se las comparó con las exigencias de la norma NEC-SE-VIVIENDA (Ver Figura 35).

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente de 400cm².

La luz máxima permitida para este sistema (pórticos resistentes a momentos) es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda tenga características sismo-resistentes.

Si las vigas de toda la vivienda son de secciones iguales; el análisis se llevará a cabo con datos homologados, además la Luz tomada para el estudio es la de mayor longitud ya que siempre se consideran al elemento en condiciones más desfavorables para la estructura.

- Sistema de Mampostería Confinada

Para el análisis de cumplimiento de las vigas para el sistema de Mampostería confinada de



Figura 35: Esquema de Luz Máxima (L) y Sección (axb) de Viga.

Fuente: Autores de Tesis.

la vivienda se tomó en cuenta las dimensiones (base (b), ancho (a)) para su sección (axb) y la luz máxima (L. max) entre elementos de apoyos (columnas) y se las comparó con las exigencias de la norma NEC-SE-VIVIENDA.

Para su aval las vigas deben tener una sección mínima de 200cm².

La luz máxima permitida para este sistema (mampostería confinada) es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda tenga características sismo-resistentes.

Si las vigas de confinamiento de toda la vivienda son de secciones iguales; el análisis se llevará a cabo con datos homologados, además la Luz tomada para el estudio es la de mayor longitud ya que siempre se consideran al elemento en condiciones más desfavorables para la estructura.

Confinamiento de Aberturas.

Para que el sistema de mampostería confinada sea catalogado con tal; no es suficiente con la confinación en las uniones de muro y en los extremos de la edificación es necesario que el confinamiento se lo realice en aberturas de puertas, ventanas etc.

Por lo tanto el análisis de estos elementos confinantes se realizará mediante el registro en un esquema donde consten la ubicación de dicho elementos tanto verticales como horizontal en las aberturas de la viviendas (Ver Figura 36).



DISPOSICIÓN DE MUROS PORTANTES

- Porcentaje de aberturas**

Para diagnosticar este parámetro se tomaron en cuenta cada una de las fachadas de la vivienda y sus respectivas áreas de abertura (puertas y ventanas). Cada una de las áreas totales de aberturas de cada fachada se la relacionó con el área total del muro y se calculó su porcentaje.

El porcentaje de aberturas aceptado por la norma es de máximo 35% de abertura en cada uno de las fachadas.

- Distancia entre dos aberturas o abertura y extremo del muro.**

Para su análisis de tomaron en cuentas la mínima distancia entre dos aberturas o una abertura y el extremo del muro de cada una de las fachadas de la vivienda (Ver Figura 37).

La distancia mínima entre dos aberturas o entre una abertura y el extremo del muro deberá ser de una longitud mínima de 50cm. para su cumplimiento con la norma.

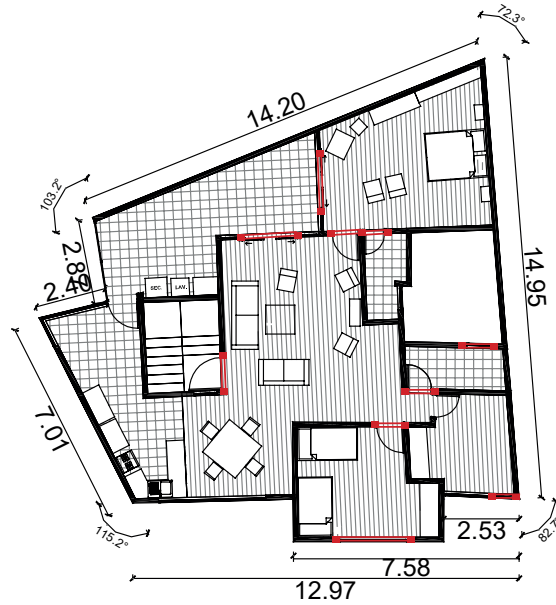
Muros

- Espesor de Muros**

Para el análisis de cumplimiento de espesores de muros de la vivienda se tomaron sus dimensiones tanto de la planta alta como de la planta baja y se la comparará con las exigencias de la norma NEC-SE-VIVIENDA.

En caso de que los muros de la planta baja sean del mismo espesor con los de la planta alta el cálculo se llevará a cabo con datos homologados.

Los muros deben tener un espesor de de 10cm como mínimo para estar ligados a la norma.



Elementos de confinamiento Verticales ■

Existen No existen

Elementos de confinamiento Horizontales ═══

Existen No existen

Figura 36: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales.

Fuente: Autores de Tesis.

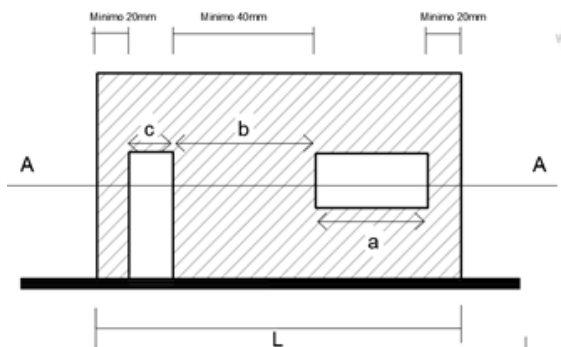


Figura 37: Disposición de Aberturas en un muro.

Fuente: NEC-SE-VIVIENDA



ETAPA 3.

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar el análisis de las viviendas previamente seleccionadas se realizó dos fichas en las cuales se encuentra la información más importante y relevante de la norma “NEC-SE-VIVIENDA, Viviendas de hasta dos pisos con luces de hasta 5 metros”. Es importante mencionar que existen varios factores que no pueden ser medidos ya que implicaría una afección en la estructura de la casa como sería en el caso de la creación de orificios para toma de muestras que

avalen la resistencia de los elementos, todo esto implicaría una serie de gastos que ningún residente de estas viviendas estaría dispuesto a pagar. Es por eso que este estudio plantea una serie de mediciones fáciles las cuales pueden ser realizadas por cualquier persona que tenga mínimos conocimientos de arquitectura como: datos concernientes a la configuración arquitectónica y diseño arquitectónico (geometría y dimensiones).

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE VIVIENDAS									
DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA									
UBICACIÓN:					COORDENADAS (CENTROIDS)				
SECTOR:					X Y				
# DE PISOS:		ÁREA DEL LOTE:			ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:				
		m ²			m ²				
SISTEMA ESTRUCTURAL									
HORMIGÓN ARMADO <input checked="" type="checkbox"/> ACERO LAMINADO EN CALIENTE <input type="checkbox"/> ACERO LAMINADO EN FRÍO <input type="checkbox"/>									
OTROS <input type="checkbox"/>									
COLUMNAS									
PISO 1									
ALTIMETRIA DE ENTREPISO 2.4									
TIPO 1		TIPO 2			TIPO 3				
a	cm	a	cm	a	cm	a	cm	a	
b	cm	b	cm	b	cm	b	cm	b	
a = ancho del a columna		a = ancho del a columna			a = ancho del a columna				
b = base de la columna		b = base de la columna			b = base de la columna				
PISO 2									
ALTIMETRIA DE ENTREPISO 2.4									
TIPO 1		TIPO 2			TIPO 3				
a	cm	a	cm	a	cm	a	cm	a	
b	cm	b	cm	b	cm	b	cm	b	
a = ancho del a columna		a = ancho del a columna			a = ancho del a columna				
b = base de la columna		b = base de la columna			b = base de la columna				
VIGAS									
LUZ MÁXIMA ENTRE APOYOS 5.5 m									
TIPO 1		TIPO 2			TIPO 3				
a	cm	a	cm	a	cm	a	cm	a	
b	cm	b	cm	b	cm	b	cm	b	
a = parante de la viga		a = parante de la viga			a = parante de la viga				
b = base de la viga		b = base de la viga			b = base de la viga				
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL									
CONTINUIDAD VERTICAL									
CONTINUA <input type="checkbox"/>									
DISCONTINUA <input checked="" type="checkbox"/>									
ESQUEMA									
REGULARIDAD EN PLANTA									
CONTINUA <input type="checkbox"/>									
DISCONTINUA <input checked="" type="checkbox"/>									
LARGO 15 m		LARGO 15 m			LARGO 15 m				
ANCHO 13 m		ANCHO 13 m			ANCHO 13 m				
ESQUEMA									
REGULARIDAD EN ELEVACIÓN									
REGULAR <input type="checkbox"/>									
IRREGULAR <input checked="" type="checkbox"/>									
ESQUEMA									

Figura 38: Ficha de recolección de datos_Parte 1.

Fuente: Autores de Tesis.

MUIROS:									
PLANTA BAJA									
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		es= 15	cm ²	LADRILLO HUECO	es=	cm ²			
BLOQUE		es=	cm ²	OTROS	es=	cm ²			
PLANTA ALTA									
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		es= 15	cm ²	LADRILLO HUECO	es=	cm ²			
BLOQUE		es=	cm ²	OTROS	es=	cm ²			
DISPOSICIÓN DE MUROS									
FACHADA 1 Frontal									
ALTO	4.6	ANCHO	12.6	ÁREA	57.96	ÁREA DE VANOS	13.82	D min	0.4
ESQUEMA									
FACHADA 2 Lateral									
ALTO	4.6	ANCHO	15	ÁREA	69	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
ESQUEMA									
FACHADA 3									
ALTO	4.6	ANCHO	12.8	ÁREA	57.6	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
ESQUEMA									
FACHADA 4									
ALTO	4.6	ANCHO	10.7	ÁREA	50.25	ÁREA DE VANOS	5.75	D min	5.5
ESQUEMA									
JUNTAS CONSTRUCTIVAS									
CONDICIONES DE LA VIVIENDA									
EXISTE		NO EXISTE							
R/L/A4	P<30%	CONST. INDEPENDIENTE	X	DES NIVEL >400mm	DIFERENCIA DE NIVEL				
es=	es=	es=	es=	es=	es=				

Figura 39: .Ficha de recolección de datos_Parte 2.

Fuente: Autores de Tesis.



El registro de datos se realizó en fichas de observación para su posterior análisis con criterio matemático (ver figura 38 y figura 39); se cuantificó los datos transformándolos en porcentajes para una explicación cualitativa estableciendo relaciones de la información teórica con los datos de la investigación de campo.

Cada punto de estas fichas a pesar de ser de fácil medición son factores de suma importancia los cuales ayudan a garantizar la sismo resistencia de la vivienda.

Datos Generales De La Vivienda

En esta parte de la ficha se colocara los datos generales de la vivienda, la ubicación de la mismas y el sector, así como el número de pisos, área del lote, área construida y centroide de la edificación (ver figura 40).

Estos datos servirán para identificar la vivienda y su alrededor, ya que de este dependerá las exigencias que debe poseer la construcción para su seguridad.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE VIVIENDAS							
DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA							
UBICACIÓN :					COORDENADAS (CENTROIDE)	X	
SECTOR:						Y	
# DE PISOS		ÁREA DEL LOTE:		m ²	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:		m ²

Figura 40: .Ficha de recolección de datos_Datos Generales

Fuente: Autores de Tesis.

Sistema Estructural

La segunda parte de la ficha hace referencia al sistema estructural de la vivienda, básicamente columnas y vigas.

En la primera parte se especificará cuál es el sistema empleado, ya sea hormigón armado, acero laminado en caliente, acero laminado en frío o si es algún sistema diferente (ver figura 41).

SISTEMA ESTRUCTURAL						
HORMIGÓN ARMADO	x	ACERO LAMINADO EN CALIENTE		ACERO LAMINADO EN FRÍO		
OTROS						

Figura 41: Ficha de recolección de datos-Sistema Estructural

Fuente: Autores de Tesis.

En esta parte se especificará las medidas referentes a las columnas del primer piso, largo, ancho y altura entre piso. La ficha permite colocar tres tipos diferentes de columnas (ver figura 42).

En esta parte se especificará las medidas referentes a las columnas del primer piso, largo, ancho y altura entre piso. La ficha permite colocar tres tipos diferentes de columnas (ver figura 42).

COLUMNS						
PISO 1						
ALTURA DE ENTREPISO		2.4				
TIPO 1		TIPO 2			TIPO 3	
aa	cm		a		a	cm
bb	cm		a		b	b
a= ancho del a columna b = base de la Columna.		a= ancho del a columna b = base de			a= ancho del a columna b =base de	

Figura 42: Ficha de recolección de datos- Columnas.

Fuente: Autores de Tesis.

Al igual que en en la planta baja, en la planta alta se especificarán las medidas referentes a largo, ancho y altura entre pisos. De igual forma la ficha

permite colocar tres tipos diferentes de columnas (ver figura 43).

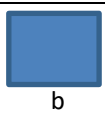
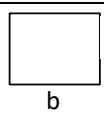
PISO 2					
ALTURA DE ENTREPISO			2.4		
TIPO 1		TIPO 2		TIPO 3	
aa	cm			cm	
bb	cm			cm	
a= ancho del a columna b =base de la Columna.			a= ancho del a columna b =base de		

Figura 43: Ficha de recolección de datos-Altura de entrepiso.

Fuente: Autores de Tesis.

Configuración Estructural

La tercera parte de ficha hace referencia a la configuración estructural de la vivienda, esto se refiere a continuidad vertical, regularidad en planta, regularidad en elevación.

La tercera parte de ficha hace referencia a la configuración estructural de la vivienda, esto se refiere a continuidad vertical, regularidad en planta, regularidad en elevación.

En cada punto se debe especificar si es conti-

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL			
CONTINUIDAD VERTICAL			
CONTINUA			
DISCONTINUA	x		
ESQUEMA			
REGULARIDAD EN PLANTA			
CONTINUA			
DISCONTINUA	x		
LARGO	15	m	
ANCHO	13	m	
ESQUEMA			
REGULARIDAD EN ELEVACIÓN			
REGULAR			
IRREGULAR	x		
ESQUEMA			

Figura 44: .Ficha de recolección de datos- Configuración Estructural.

Fuente: Autores de tesis.

Muros

Aquí se colocará las especificaciones referentes a muros: tipo de material, espesor o si este es de un material poco común, deberá ser especificado tanto en planta alta como en planta baja (ver figura 45).

a las cuatro fachadas; en cada fachada se especificará el alto del muro, el ancho del muro, su área total así como el área de vanos (aberturas) y la distancia mínima que existe entre puertas, ventanas, esquinas y paredes. se respaldará con un esquema (gráfico) de la fachada completa para una mejor interpretación (ver figura 46).

La disposición de los muros son datos referentes



MUROS:							
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		e= 15	cm ²	LADRILLO HUECO		e=	cm ²
BLOQUE		e=	cm ²	OTROS			
PLANTA ALTA							
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		e= 15	cm ²	LADRILLO HUECO		e=	cm ²
BLOQUE		e=	cm ²	OTROS			

Figura 45: .Ficha de recolección de datos-Muros.

Fuente: Autores de Tesis.

DISPOSICIÓN DE MUROS									
FACHADA 1 _frontal									
ALTO	4.6	ANCHO	12.6	ÁREA	57.96	ÁREA DE VANOS	13.82	D min	0.4
ESQUEMA									
FACHADA 2 _Lateral									
ALTO	4.6	ANCHO	15	ÁREA	69	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
ESQUEMA									
FACHADA 3									
ALTO	4.6	ANCHO	12.8	ÁREA	57.6	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
ESQUEMA									

Figura 46: Ficha de recolección de datos - Disposición de Muros

Fuente: Autores de Tesis.

Juntas Constructivas.

La última parte se refiere a las juntas constructivas, se comenzará especificando su existencia, luego se identificará la condición que presenta la vivienda respecto a las juntas constructivas. Siendo estas: relación Largo/Ancho sea mayor a 4, la segunda aplica para viviendas que se en-

cuentran en terrenos que sobrepasan pendientes del 30 %, la tercera, cuando la construcción es independiente; el cuarto caso, cuando existe un desnivel mayor a 400 mm; y la última se refiere a la diferencia de niveles de pisos que presenta la vivienda (ver figura 47).



JUNTAS CONSTRUCTIVAS					
CONDICIONES DE LA VIVIENDA					
EXISTE		NO EXISTE			
R L/A>4	P>30%	CONST. INDEPENDIENTE	xD	ESNIVEL >400mm	DIFERENCIA DE NIVEL
e=	e=	e=	e=	e=	e=

Figura 47: Ficha de recolección de Datos -Juntas constructivas.

Fuente: Autores de Tesis.



ETAPA 4

PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el procesamiento de datos, análisis y su posterior representación en gráficos, nos apoyamos en el software estadístico IBM SPSS versión 23, contribuyendo en el almacenamiento digital de la información y en la síntesis gráfica (comparaciones en barras, porcentajes, y tablas) de las 6 viviendas (ver figura 48).

Base de datos

Se elaboró una base de datos apoyada en la información de las fichas; a cada uno de los parámetros de la ficha se le designaron un nombre para su identificación; siendo cada uno de los parámetros de las fichas una variable de análisis.

A cada variable se la clasificó de acuerdo al tipo de información de su contenido (cuantitativa o

Número	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	N_Vivienda	Numerico	8	0	# Vivienda	{1, Vivienda	Ninguna	15	Centrado	Nominal	Entrado
2	Area_Lote	Numerico	8	2	Area de lote	Ninguna	Ninguna	15	Centrado	Escala	Entrado
3	Area_Construcción	Numerico	8	2	Area de Constr.	Ninguna	Ninguna	15	Centrado	Escala	Entrado
4	Sistema_Estructural	Numerico	8	0	Sistema Estruct.	{1, Hormigón	Ninguna	15	Centrado	Nominal	Entrado
5	h_Columnas_Piso_1	Numerico	8	2	Altura de Colo.	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
6	a_Tipo1_Columnas_Piso1	Numerico	8	2	Ancho de colu.	Ninguna	Ninguna	20	Centrado	Escala	Entrado
7	h_Tipo1_Columnas_Piso1	Numerico	8	2	Largo de colum.	Ninguna	Ninguna	19	Centrado	Escala	Entrado
8	h_Columnas_Piso_2	Numerico	8	2	Altura de Colo.	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
9	a_Tipo1_Columnas_Piso2	Numerico	8	2	Ancho de colu.	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
10	h_Tipo1_Columnas_Piso2	Numerico	8	2	Largo de colum.	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
11	L_Max_Vigas	Numerico	8	2	Luz Máxima En.	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
12	a_Tipo1_Vigas	Numerico	8	2	Paralelo de Viga	Ninguna	Ninguna	10	Centrado	Escala	Entrado
13	h_Tipo1_Vigas	Numerico	8	2	Ancho de Viga	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
14	Continuidad_Verical	Numerico	8	0	Continuidad Ver.	{1, Continua	Ninguna	8	Centrado	Nominal	Entrado
15	Largo_Regulador_Planta	Numerico	8	2	Largo de Planta	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
16	Ancho_Regulador_Planta	Numerico	8	2	Ancho de Planta	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
17	R_L_A	Numerico	8	2	Ninguna	Ninguna	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrado
18	Regularidad_Eleación	Numerico	8	2	Regularidad en	{1,00, Regul	Ninguna	8	Centrado	Nominal	Entrado
19	Muros_P_Baja	Numerico	8	2	Muros en Plant.	{1,00, Ladriñ	Ninguna	8	Centrado	Nominal	Entrado
20	a_muros_P_Baja	Numerico	8	2	a Muro Planta	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
21	Muros_P_Alta	Numerico	8	2	Muros en Plant.	{1,00, Ladriñ	Ninguna	8	Centrado	Nominal	Entrado
22	a_muros_P_Alta	Numerico	8	2	a Muro Planta	Ninguna	Ninguna	21	Centrado	Escala	Entrado
23	Alto_Disposición_F_1	Numerico	8	2	Alto de Muro	Ninguna	Ninguna	26	Centrado	Escala	Entrado
24	Ancho_Disposición_F_1	Numerico	8	2	Ancho de Muro	Ninguna	Ninguna	20	Centrado	Escala	Entrado
25	Area_Muro_F_1	Numerico	8	2	Area de Muro	Ninguna	Ninguna	28	Centrado	Escala	Entrado
26	Area_Vanos_F_1	Numerico	8	2	Area de Vanos	Ninguna	Ninguna	26	Centrado	Escala	Entrado
27	porcentaje_de_alteracion	Numerico	8	2	Ninguna	Ninguna	Ninguna	25	Derecha	Escala	Entrado
28	D_Mo Entre Muros_Vanos_F1	Numerico	8	2	Distancia Vltis.	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
29	Alto_Disposición_F_2	Numerico	8	2	Alto de Muro	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado
30	Ancho_Disposición_F_2	Numerico	8	2	Ancho de Muro	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrado

Figura 48: Generación de Base de Datos en software SPSS.

Fuente: Autores de Tesis

cuantitativa). Siendo designadas a las variables cuantitativas la categoría Escala, por su concepción en valores numéricos y cuantificables.

A las variables cualitativas se designaron dos categorías; Ordina (cuando el orden es significativo) y Nominal (cuando el orden no es significado) (ver figura 49).

Así mismo a las variables cualitativas se les designaron valores o códigos para identificar la condición del objeto de análisis, en nuestro caso; las vivienda (ver figura 50).

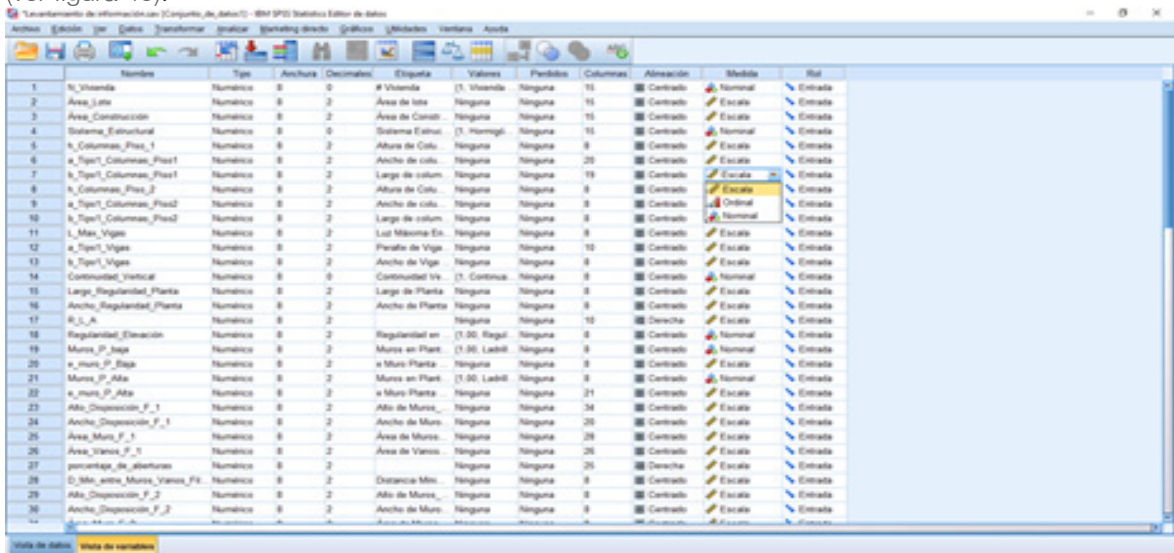


Figura 49: Clasificación en categorías a variables cuantitativas en software SPSS.

Fuente: Autores de Tesis

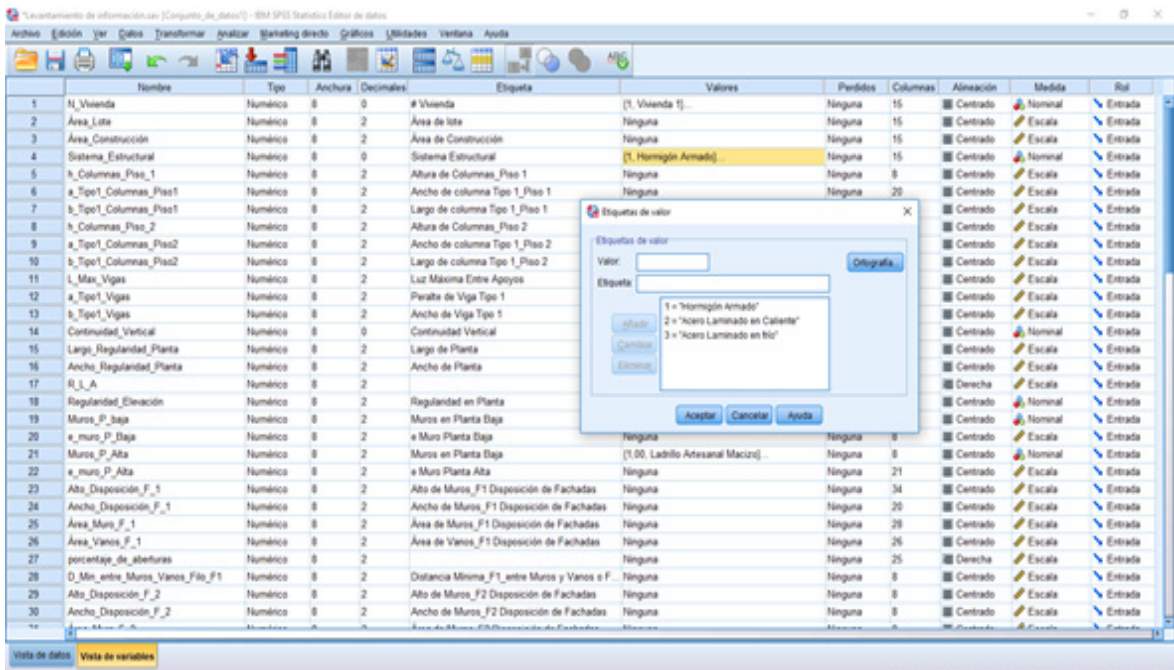


Figura 50: Designación de Categorías a Variable cualitativas en software SPSS.

Fuente: Autores de Tesis



Ingreso de Datos

Elaborada la base de datos se prosigue con el ingreso de datos de cada una de las variables

de las viviendas que fueron levantadas in-Situ durante el estudio, así como la información del Capítulo 10 de la norma de construcción NEC_2015, que será la base comparativa con cada una de las viviendas (ver figura 51).

N_Vivienda	N_Vivienda	Área_Lote	Área_Construcción	Sistema_Estructural	n_Columnas_Piso_1	a_Tipo1_Columnas_Piso1	b_Tipo1_Columnas_Piso1	n_Columnas_Piso_2	a_Tipo1_Columnas_Piso2	b_Tipo1_Columnas_Piso2	L_Max_Vig	a_Tipo1_Vigas	b_Tipo1_Vigas
1	Vivienda 1	1254.00	168.16	Hormigón Armado	2.40	.20	.20	2.40	.20	.20	5.50	.25	.25
2	Vivienda 2	1248.20	399.30	Hormigón Armado	2.40	.20	.20	2.40	.20	.20	5.50	.20	.20
3	Vivienda 3	402.48	255.80	Hormigón Armado	2.30	.20	.15	2.30	.20	.15	3.30	.20	.20
4	Vivienda 4	667.30	202.60	Hormigón Armado	2.50	.20	.20	2.40	.20	.20	4.20	.20	.20
5	Vivienda 5	93.20	75.10	Hormigón Armado	2.30	.15	.15	2.30	.15	.15	3.10	.20	.20
6	Vivienda 6	123.30	87.20	Hormigón Armado	2.40	.15	.15	2.40	.15	.15	3.60	.20	.20
7	Norma_NEC_2015			Hormigón Armado	24.00	.25	.25	2.50	.20	.20	4.00	.20	.20

Figura 51: Ingreso de datos de Ficha en Software SPSS

Fuente: Autores de Tesis

Generación de gráficos

Para la elaboración de gráficos y tablas se seleccionaron cada una de las variables de las viviendas y se las comparó con las variables del Cap 10 de la Norma NEC_2015 (NEC-SE-VIVIENDA),

La representación en barras se utilizó en la fase comparativa del estudio entre la información in-Situ y la normativa (ver figura 52).

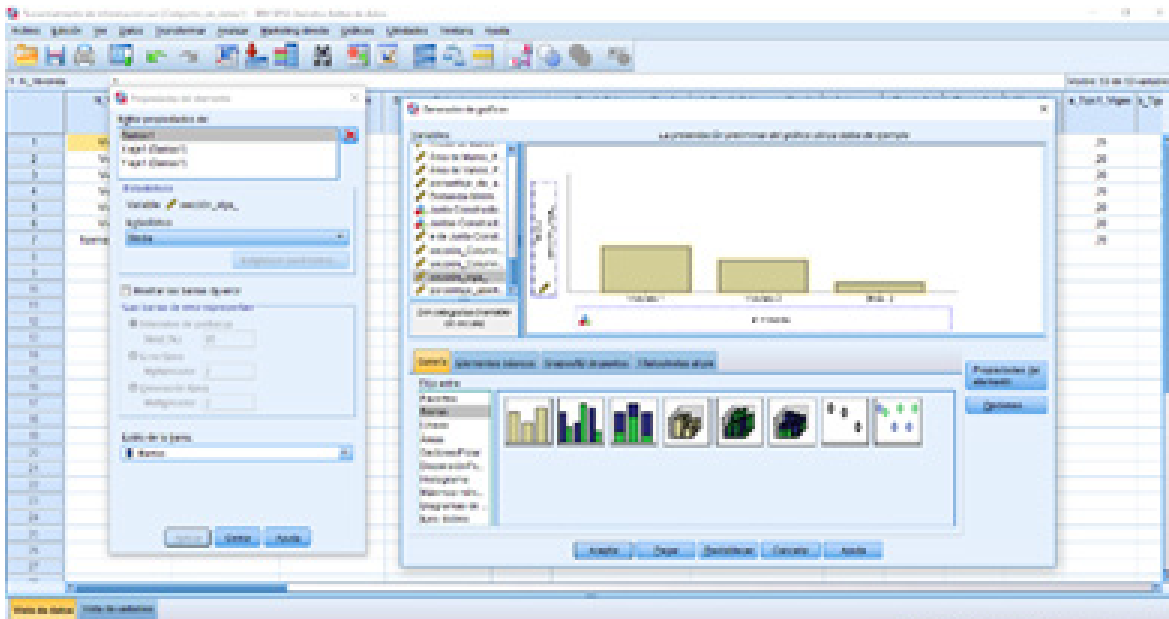


Figura 52: Generación de Gráficos de barras en software SPSS.

Fuente: Autores de Tesis

La representación de porcentajes totales de cumplimiento de la normativa se la realizó con gráficos de sectores y tablas de frecuencias (ver figura 53).

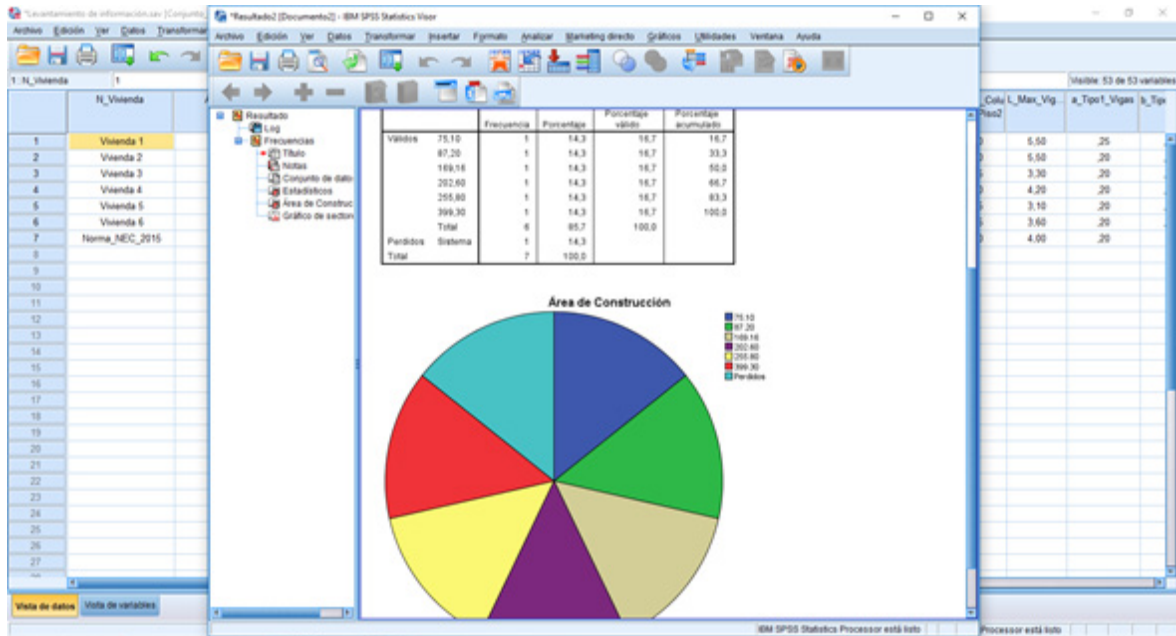


Figura 53: Generación de Gráficos de Sectores en Software SPSS.
Fuente: Autores de Tesis



ESTUDIO DE CASOS



Vivienda 1

La vivienda se encuentra ubicada en el sector las Pencas, es de propiedad de la Sra. Silvana Bustamante. El el área del inmueble es de 346.16m² de construcción, la tipología de la vivienda es bifamiliar y su sistema constructivo es a base hormigón armado (ver tabla 12).

DATOS GENERALES		
Propietario:	Dra. Silvana Bustamante	
Ubicación	Del Apio s/n y Guabisay. Las Pencas	
Código Predial	0701023096000	
Centroide del Predio	x	719738.5868679332
	y	9680708.48015529
Superficie del Predio	201,67 m ²	
Superficie de construcción en P.baja	169,16 m ²	
Superficie de construcción en P.Alta	177.00m ²	
Superficie total de construcción	346.16m ²	
Tipología de vivienda	Bifamiliar	
Sistema Constructivo	Hormigón Armado	

Tabla9: Datos Generales de la vivienda 1

Fuente: Autores de Tesis.



Figura 54: Fotografía I de Vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis.



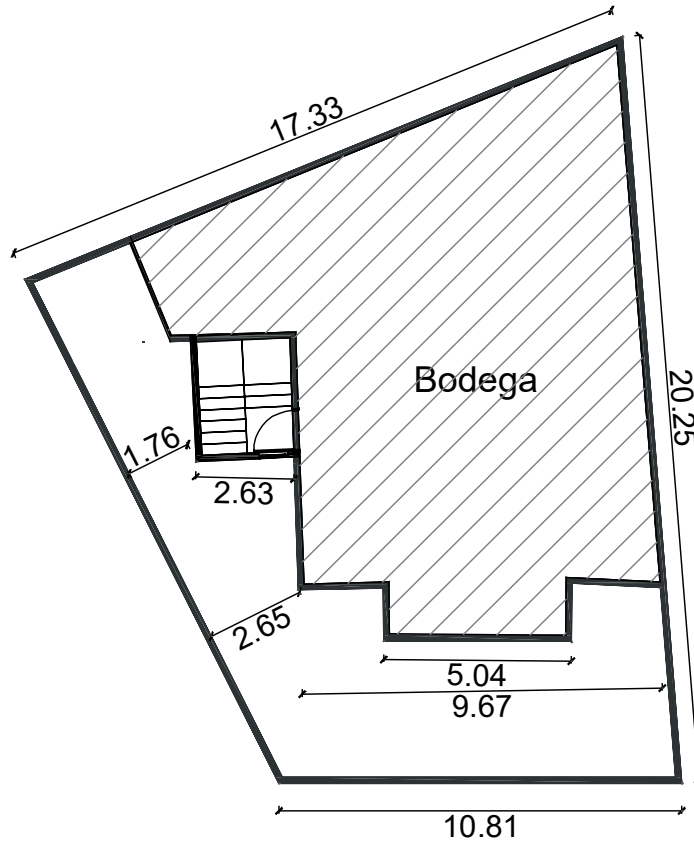
Figura 55: Fotografía II de Vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis.



Figura 56: Fotografía III de Vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis.



PLANTA BAJA

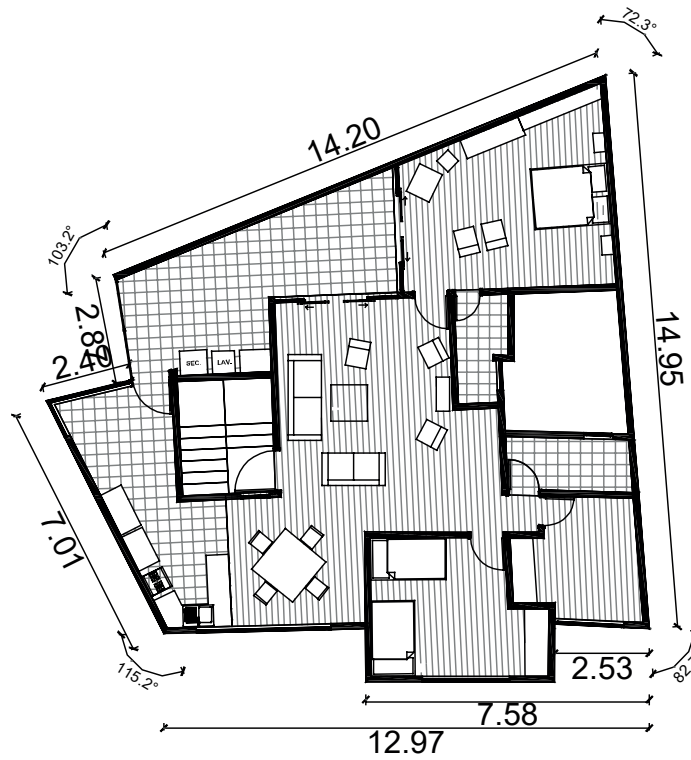


Figura 57: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 1
Fuente: Autores de Tesis.

PLANTA ALTA

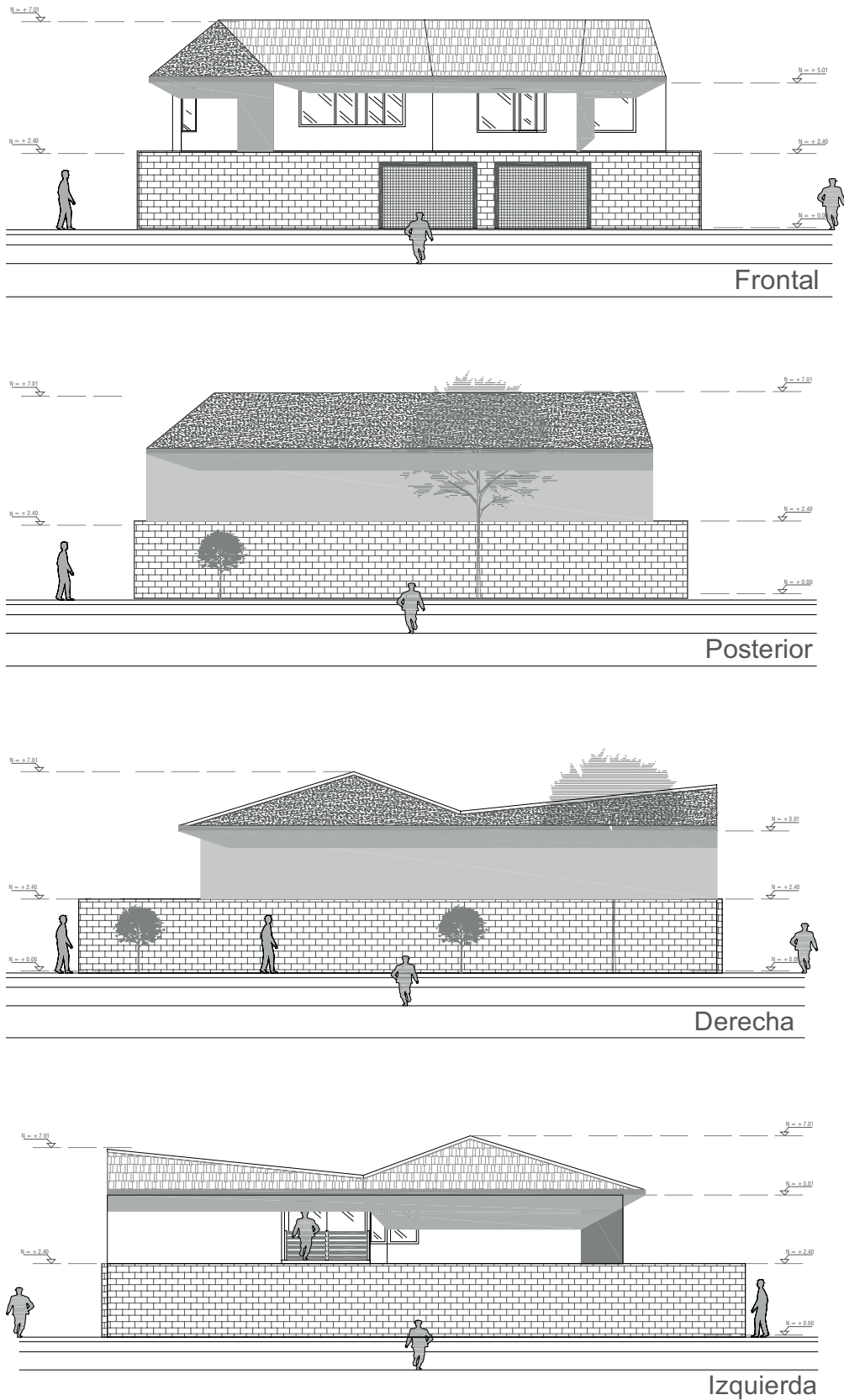


Figura 58: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 1.
Fuente: Autores de Tesis.



CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

• Continuidad Vertical

Para que la vivienda tenga una estructura resistente a momentos, los pórticos y muros deben ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

-Resultados

La vivienda no se encuentra bajo los parámetros estipulados en la norma encontrándose una discontinuidad vertical en la planta alta convirtiéndola en una estructura vulnerable a fuerzas horizontales (ver figura 59).

Regularidad en Planta

La relación L/A de la vivienda o de bloques de la vivienda no deberá sobrepasar del valor de 4, para que sea una estructura resistente a momentos.

-Resultados

La relación L/A de la vivienda es de 1,16 cumpliendo de esta manera la exigencia de la norma determinada en 4 (ver figura 60).

• Regularidad en Elevación

Las aberturas de puertas y ventanas de la planta baja deben estar alineadas a las aberturas de la planta alta para su cumplimiento con la norma NEC-SE-VIVIENDA.

-Resultados

Como se puede evidenciar en el diagrama la vivienda no cumple con las exigencias de la normativa presentando irregularidades en las alineaciones de las aberturas (ver figura 65 y figura 68).

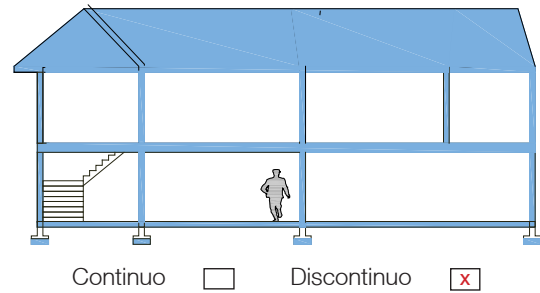


Figura 59: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis.

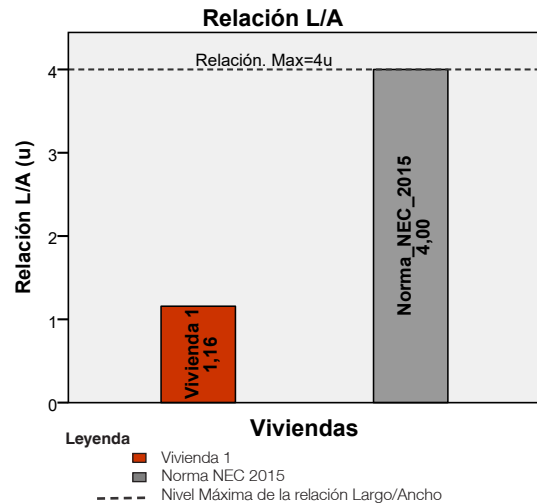


Figura 60: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 1

Fuente: Autores de Tesis

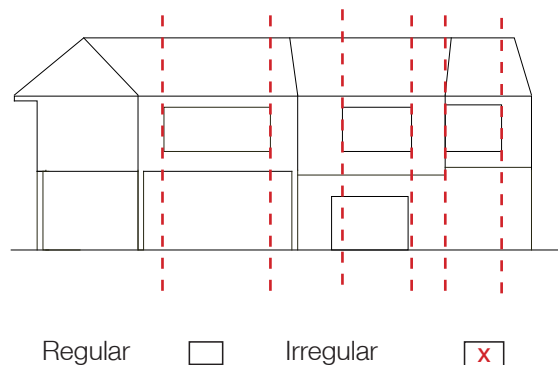


Figura 61: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis.



JUNTAS CONSTRUCTIVAS

Todas las edificaciones deben de tener juntas constructivas al menos por una de las siguientes condiciones: cuando presenta una relación L/A superior a 4, cuando se encuentran en terrenos que sobrepasan pendientes del 30 %, cuando la construcción es independiente, por la existencia de un desnivel mayor a 400 mm; y por la diferencia de niveles de pisos que presenta la vivienda.

-Resultados

La vivienda presenta la condición de ser una construcción independiente; por lo que debería tener una junta constructiva de al menos 2.5 cm, en este caso la junta constructiva no existe ya que la edificación se encuentra adosada a tope con la edificación contigua (ver figura 62).

JUNTAS CONSTRUCTIVAS			
CONDICIÓN	NECESIDAD	EXISTENCIA	
		SI	NO
L/A ≤ 4			
P>30%			
CONST. INDEPENDIENTE	✓		X
DESNIVEL >400mm			
DIFERENCIA DE NIVEL			

Figura 62: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 1

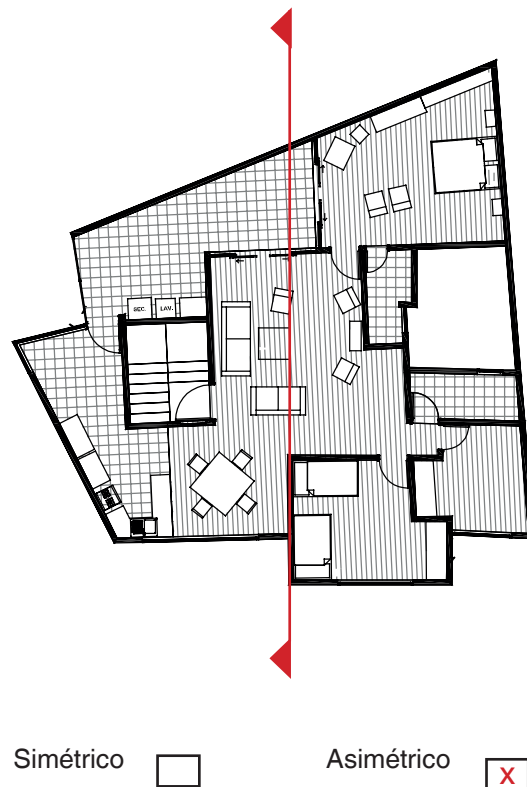
Fuente: Autores de Tesis.

SIMETRÍA

Para que una edificación cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA. La planta de la vivienda deberá ser lo más simétrica posible respecto a su eje.

-Resultados

La planta de la vivienda presenta una forma irregular y no presente simetría alguna respecto a su



Simétrico

Asimétrico

Figura 63: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis.

eje (ver figura 63).

SISTEMA ESTRUCTURAL

Columnas.

- **Sistema de Pórticos**

Para su validación las columnas deben alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 25cmx25cm o su equivalente de 625cm² en la planta baja y en la planta alta una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente a 400cm².

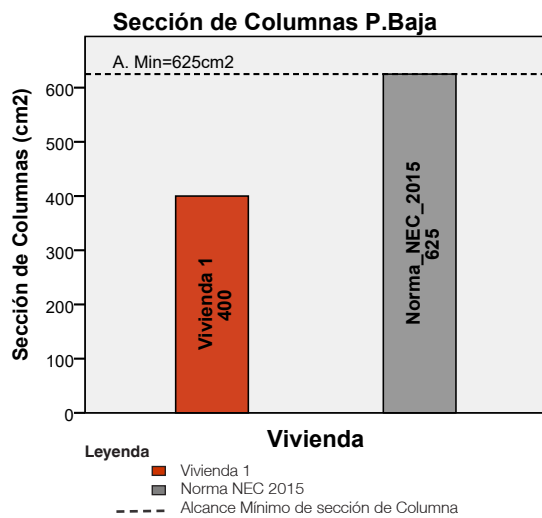


Figura 64: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 1

Fuente: Autores de Tesis

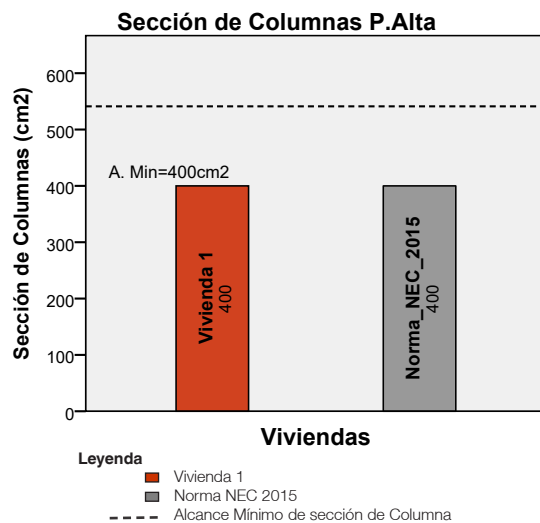


Figura 65: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis

- Resultados

Las secciones de las columnas de la planta baja alcanzan los de 400cm², sección insuficiente para cumplir con el mínimo de 625cm² admitido por la norma ((ver figura 64).

Las secciones de las columnas de la planta alta llegan a los 400cm² alcanzando el mínimo valor normado en la NEC-SE-VIVIENDA. (ver figura 65).

Las alturas de las columnas de la planta baja y planta alta presentan alturas de 2,4m; encontrándose en un nivel optimó, ya que no supe-

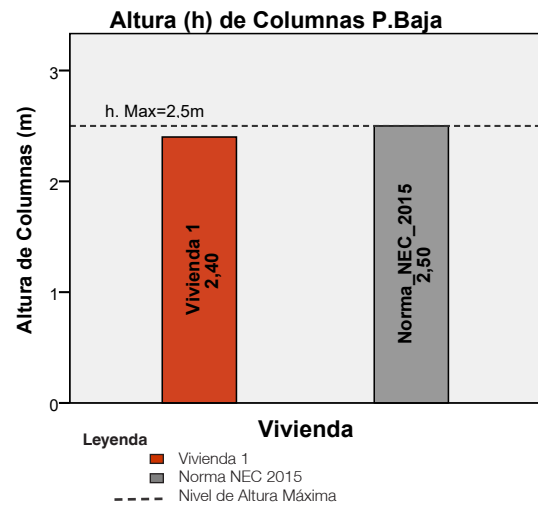


Figura 66: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 1

Fuente: Autores de Tesis

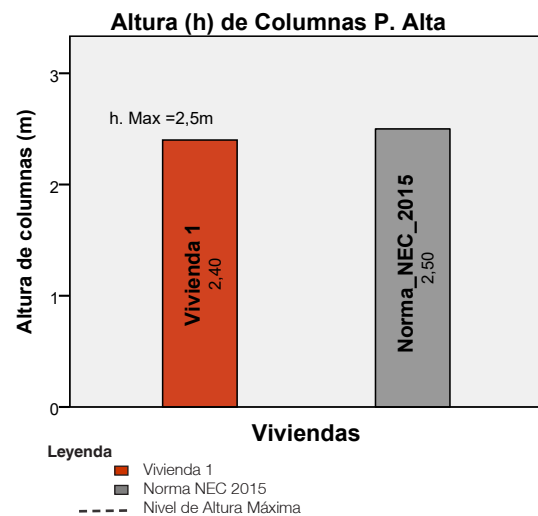


Figura 67: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 1

Fuente: Autores de Tesis



ran el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC_2015 (ver figura 66 y figura 67).

- **Sistema de Mampostería Confinada**

Para su validación las columnas deben alcanzar una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 200cm². tanto en la planta baja como en la planta alta.

- Resultados

Las secciones de las columnas alcanzan los de 400cm², sección que cumple con la exigencia de la norma que estipula en 200cm²(ver figura 68).

Las columnas presentan alturas de 2,4m; encontrándose en un nivel optimó, ya que no su-

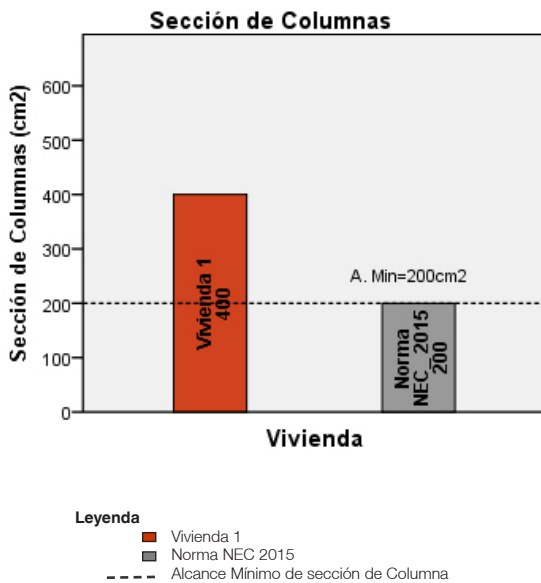


Figura 68: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 1
Fuente: Autores de Tesis

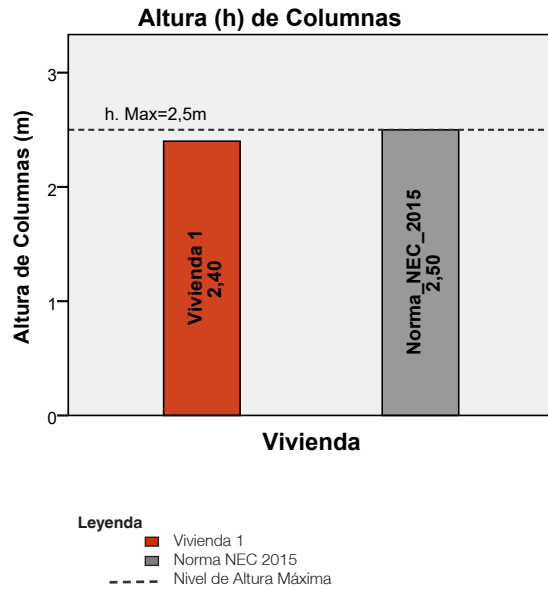


Figura 69: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 1
Fuente: Autores de Tesis

peran el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (ver figura 69).

Vigas

- **Sistema de Pórticos**

Para su aval las vigas deben tener una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente de 400cm².

La luz máxima permitida para este sistema (pórticos resistentes a momentos) es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 500cm² valor que supera al mínimo aceptable de 400cm² regido por la norma (ver figura 70).

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 5,50m valor que sobrepasa el máximo

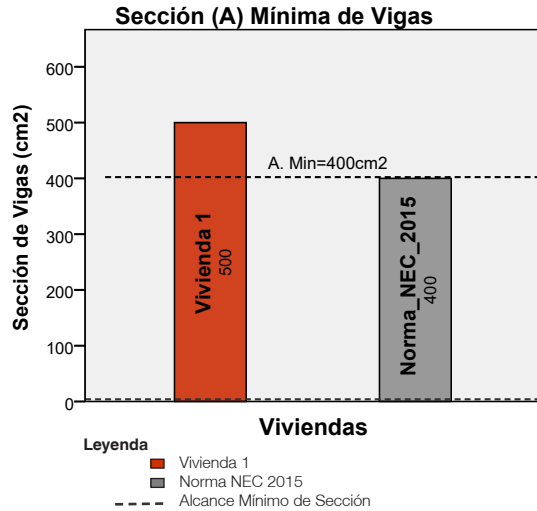


Figura 70: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 1
Fuente: Autores de Tesis.

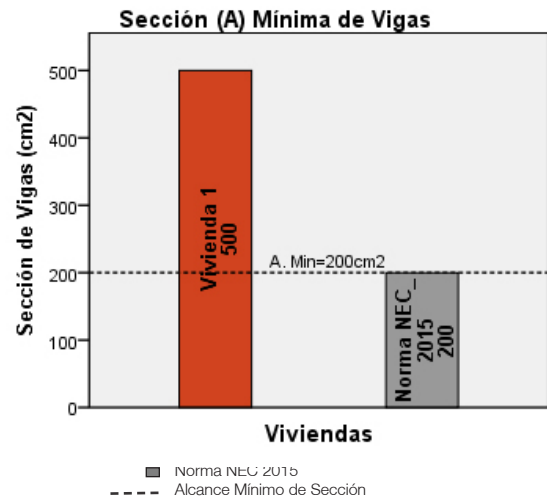


Figura 72: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 1
Fuente: Autores de Tesis.

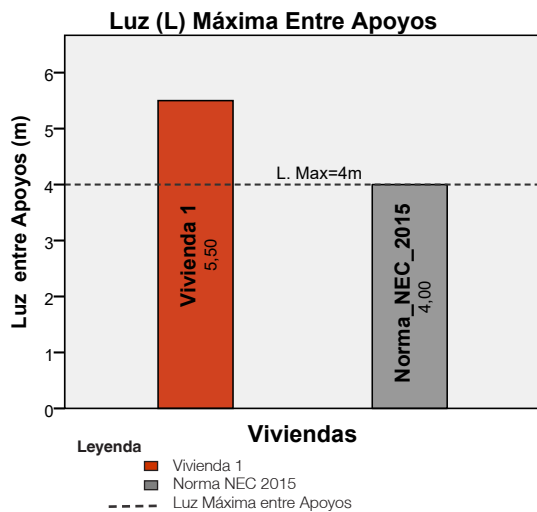


Figura 71: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 1
Fuente: Autores de Tesis.

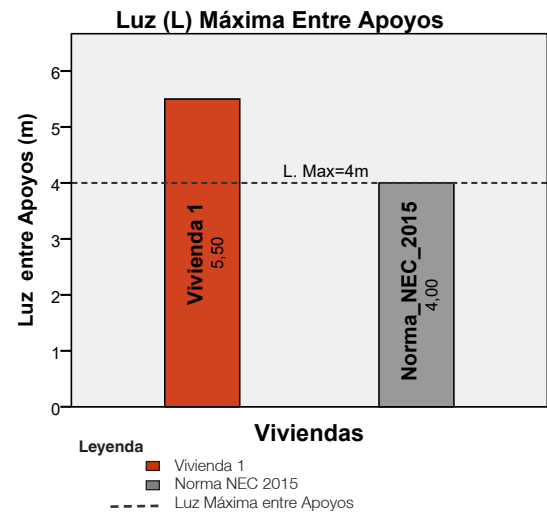


Figura 73: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 1
Fuente: Autores de Tesis.

valor de 4m estipulada en la NEC_2015 (ver figura 71).

- **Mampostería Confinada**

Para su aval las vigas deben tener una sección mínima 200cm². y la luz máxima permitida para sistemas de mampostería confinada es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 500cm² valor que supera al mínimo aceptable de 200cm² regido por la norma (ver figura 72).

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 5,50m valor que sobrepasa el máximo valor de 4m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA. (ver figura 73).

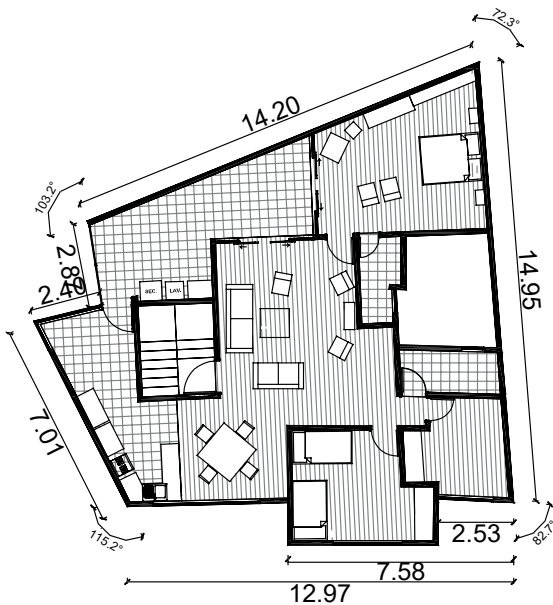


Conclusión

Luego de desarrollar el análisis de vigas y columnas de la vivienda 1 tanto para el sistema de pórticos como para el sistema de mampostería confinada, se puede evidenciar que la estructura no cumple a cabalidad con el sistema de pórticos; mientras que para el sistema de mampostería confinada todos los resultados fueron satisfactorios llegando a cumplir con las exigencias de la norma; motivo por el cual el análisis continuará con la evaluación de parámetros concernientes al sistema de mampostería confinada.

Confinamiento de Aberturas.

Para que la vivienda cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA, todas las aberturas



Elementos de confinamiento Verticales ■

Existen No existen

Elementos de confinamiento Horizontales =

Existen No existen

Figura 74: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales.

Fuente: Autores de Tesis.

de puertas y ventanas deben estar confinadas con elementos horizontales y verticales.

-Resultado

La vivienda no presenta elementos de confinamiento horizontales ni verticales en ninguna de sus aberturas (ver figura 74).

MUROS

Espesor de Muros

Los muros deben tener un espesor mínimo de de 10 cm para estar ligados a la norma.

-Resultados

El espesor de los muros de la vivienda es de 15cm, superando la exigencia de la normativa (ver figura 75)

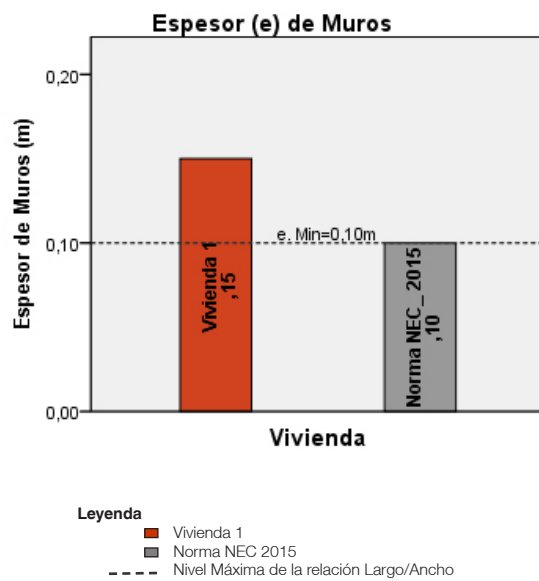


Figura 75: Análisis espesor de muro en el sistema de mampostería confinada-Vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis



DISPOSICIÓN DE MUROS

• Porcentaje de aberturas

El porcentaje aceptado por la norma es de máximo 35% de aberturas en cada uno de las fachadas.

• Distancia entre dos aberturas o abertura y extremo del muro.

La distancia mínima entre dos aberturas o entre una abertura y el extremo del muro deberá ser de una cota de mínimo 50cm.

-Resultados

Los porcentajes de aberturas de la Vivienda 1 alcanzan un máximo de 23,82% de aberturas en una de sus fachadas, siendo un valor aceptable de acuerdo a la normativa que especifica un porcentaje máximo del 35% de aberturas. (ver figura 76 y figura 77).

Las Distancias Mínimas entre dos aberturas o una abertura y un extremo de muro de la vivienda 1 es de 0,00m, valor que no satisface la exigencia de la normativa que establece una distancia mínima de 0.50m (ver figura 78).

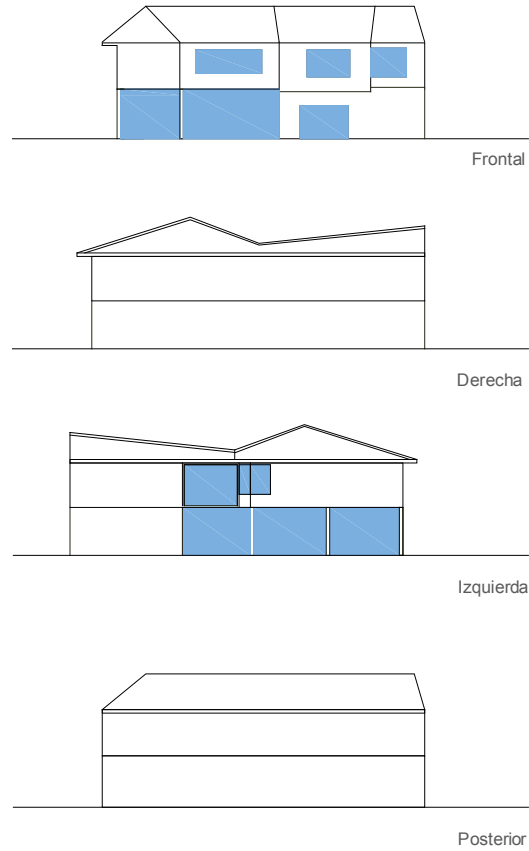


Figura 77: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis

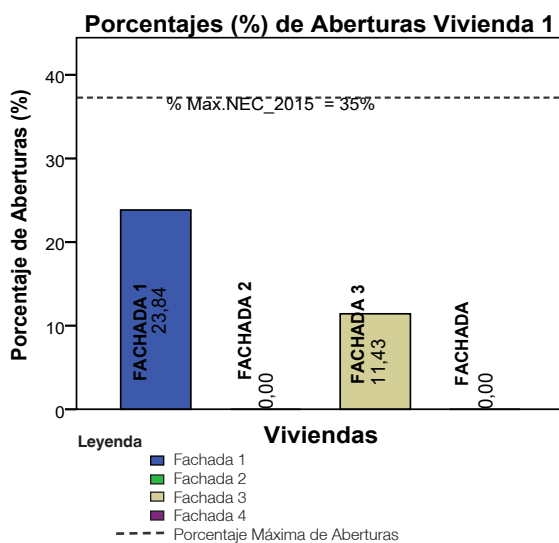


Figura 76: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 1.

Fuente: Autores de Tesis

Distancia Mínima entre Aberturas o Abertura y Extremo de muro de la Vivienda 1

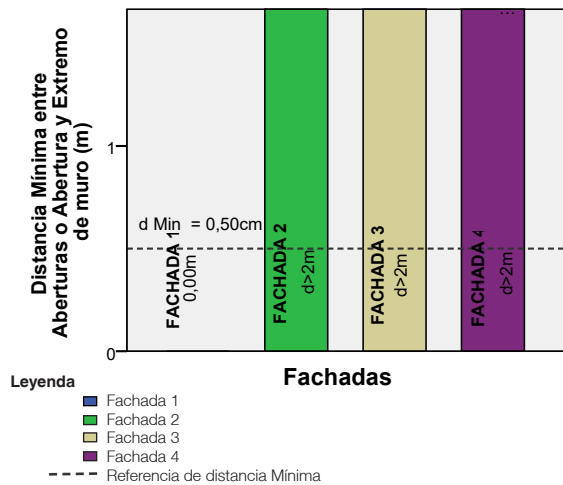


Figura 78: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro.

Fuente: Autores de Tesis



Vivienda 2

La vivienda se encuentra ubicada en el sector Río Amarillo de propiedad del Sr. Marcelo Palacios . El el área del inmueble es de 551.28m² de construcción, su tipología es unifamiliar dentro de una urbanización y su sistema constructivo es hormigón armado. (ver tabla 12).

DATOS GENERALES		
Propietario:	Palacios Jaramillo Marcelo	
Ubicación	Av. Ordoñez Lasso. Urbanización Río Amarillo. Vivienda # 6	
Código Predial	0704002066000	
Centroide del Predio	x	716372.9435627484
	y	9680908.93609644
Superficie del Predio	1248.2 m ²	
Superficie de construcción en P. baja	399.3 m ²	
Superficie de construcción en P. Alta	152.28 m ²	
Superficie total de construcción	551.58m ²	
Tipología de vivienda	Unifamiliar- Urbanización	
Sistema Constructivo	Hormigón Armado	

Tabla10: Datos Generales de la vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.



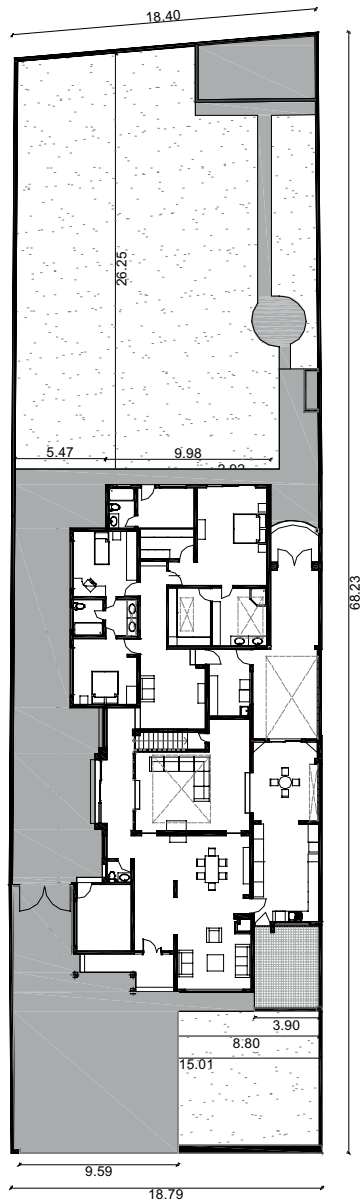
Figura 79: Fotografía I de Vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.



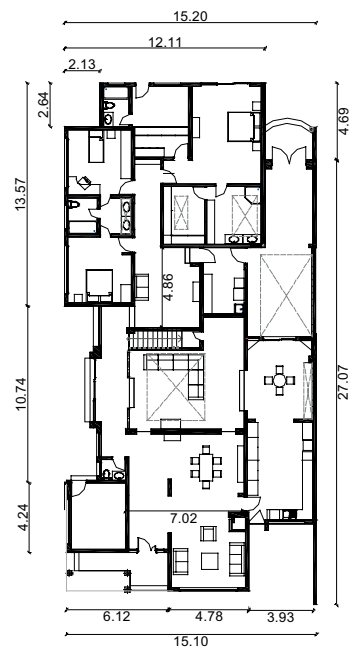
Figura 80: Fotografía II de Vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.



Figura 81: Fotografía III de Vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.

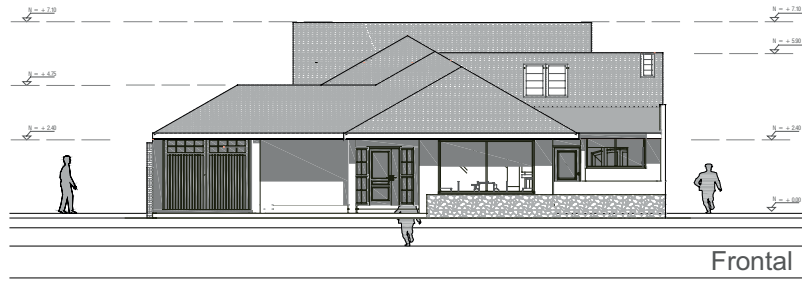


PLANTA BAJA

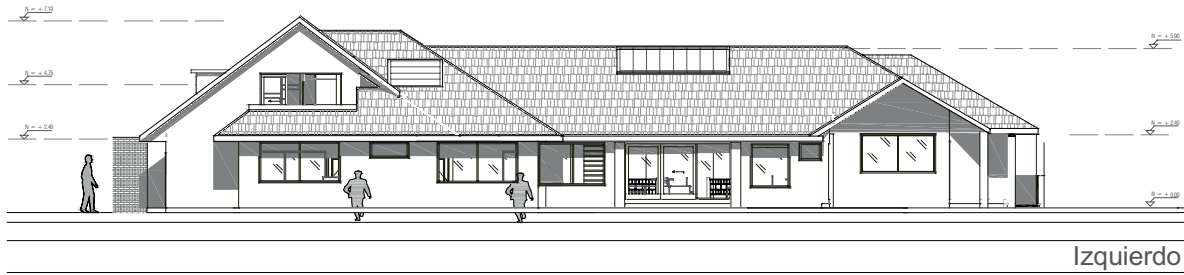


PLANTA ALTA

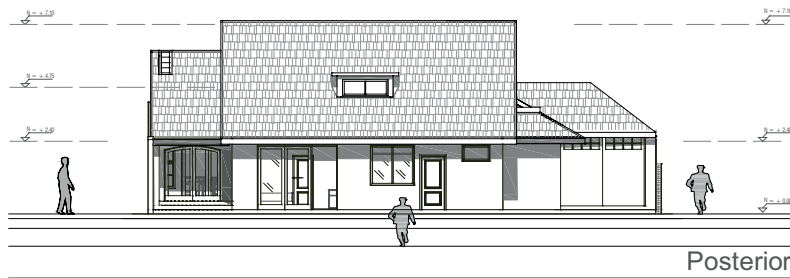
Figura 82: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 2
Fuente: Autores de Tesis.



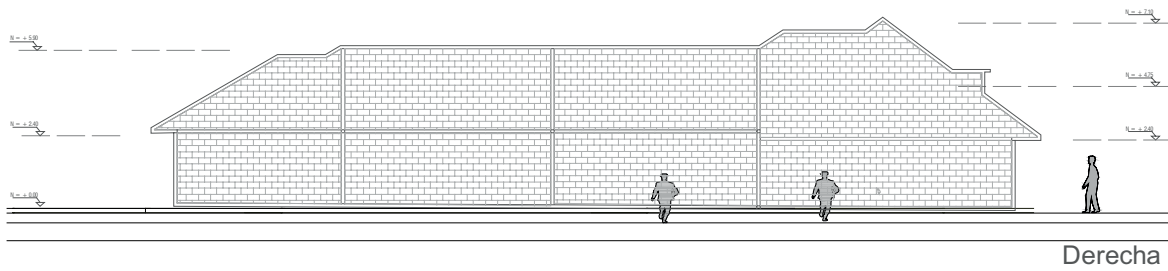
Frontal



Izquierdo



Posterior



Derecha

Figura 83: Elevaciones Frontal, L. Derechada, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.



CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

• Continuidad Vertical

Para que la vivienda tenga una estructura resistente a momentos, los pórticos y muros deben ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

-Resultados

La vivienda presenta continuidad vertical desde la cimentación hasta la cubierta cumpliendo de esta manera con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA (ver figura 84).

Regularidad en Planta

La relación L/A de la vivienda o de bloques de la vivienda no deberá sobrepasar del valor de 4, para que sea una estructura resistente a momentos.

-Resultados

La relación L/A de la vivienda es de 2.29 cumpliendo de esta manera la exigencia de la norma determinada en 4 (ver figura 85).

• Regularidad en Elevación

Las aberturas de puertas y ventanas de la planta baja deberán estar alineadas a las de la planta alta para su cumplimiento con la norma NEC_2015.

-Resultados

Como se puede evidenciar en el diagrama la vivienda cumple satisfactoriamente con las exigencias de la normativa (ver figura 86).

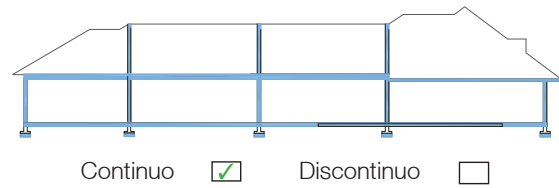


Figura 84: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis.

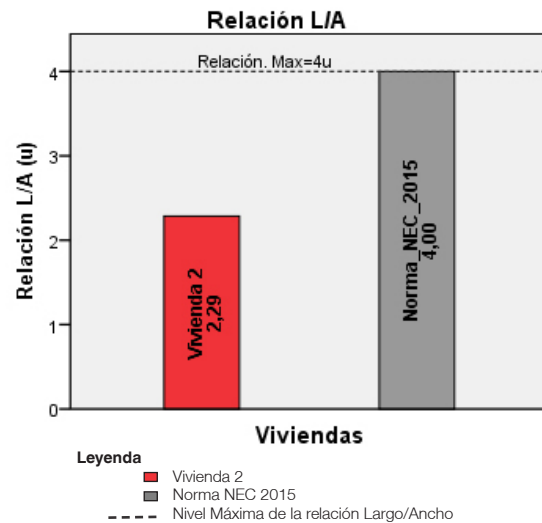


Figura 85: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis

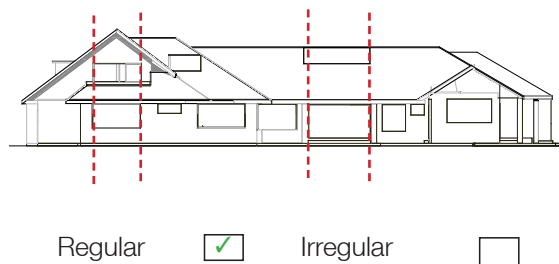


Figura 86: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis.

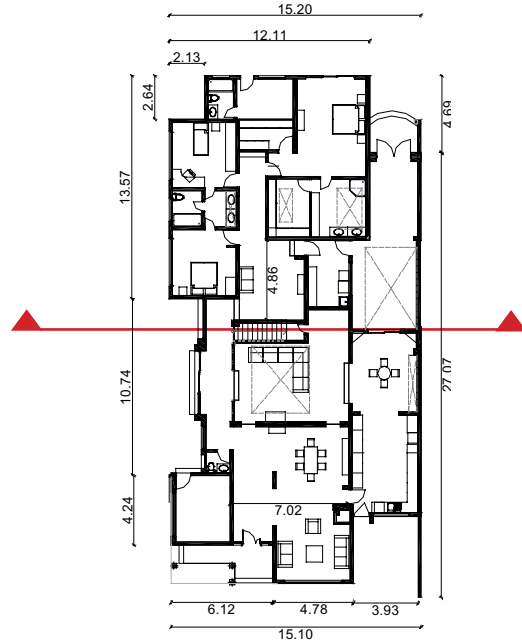


JUNTAS CONSTRUCTIVAS

Todas las edificaciones deben de tener juntas constructivas por factores como cuando presenta una relación L/A superior a 4, cuando se encuentran en terrenos que sobrepasan pendientes del 30 %, cuando la construcción es independiente, por la existencia de un desnivel mayor a 400 mm; y la refiere a la diferencia de niveles de pisos que presenta la vivienda.

-Resultados

La vivienda presenta la condición de ser una construcción independiente; además por ser una vivienda sin adosamientos es evidente la existencia de junta constructiva en la vivienda (ver figura 86).



Simétrico Asimétrico

Figura 88: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.

SIMETRÍA

Para que una edificación cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA. La planta de la vivienda debe ser lo más simétrica posible respecto a su eje.

-Resultados

La planta de la vivienda no presente simetría de elementos estructurales respecto a su eje (ver figura 87).

JUNTAS CONSTRUCTIVAS			
CONDICIÓN	NECESIDAD	EXISTENCIA	
		SI	NO
L/A ≤ 4			
P > 30%			
CONST. INDEPENDIENTE	✓	✓	
DESNIVEL > 400mm			
DIFERENCIA DE NIVEL			

Figura 87: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.

Sistema Estructural

Columnas.

- **Sistema de Pórticos**

Para su validación las columnas debe alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 25cmx25cm o su equivalente de 625cm². en la planta baja y en la planta alta una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente a 400cm².

- Resultados

Las secciones de las columnas de la planta baja alcanzan los de 400cm² valor; sección insuficiente para el valor mínimo (625cm²) admitido por la norma (ver figura 89).

Las secciones de las columnas de la planta alta llegan a los 400cm² alcanzando el mínimo valor normado (ver figura 89).

Las alturas de las columnas de la planta baja y planta alta presentan alturas de 2,4m; encontrándose en un nivel óptimo, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC_2015 (ver figura 77 y figura 78).

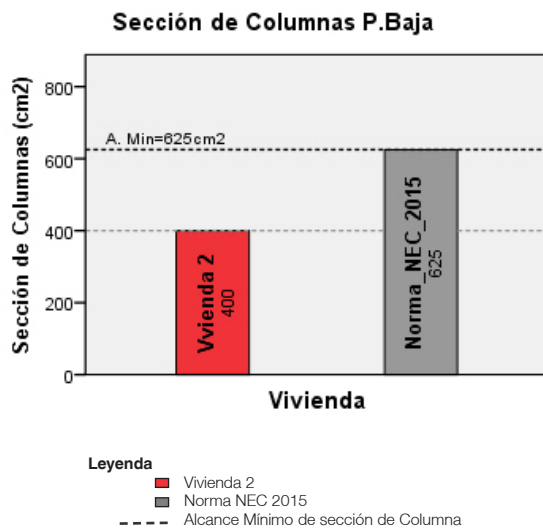


Figura 89: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 2

Fuente: Autores de Tesis

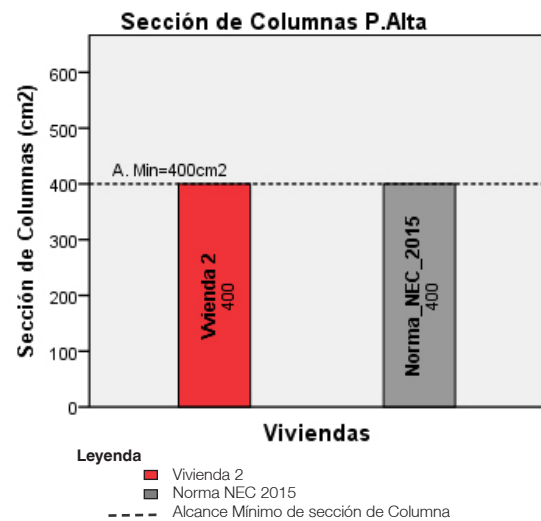


Figura 90: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis

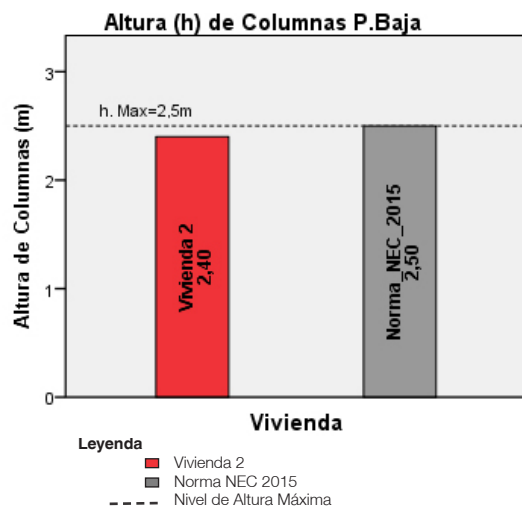


Figura 91: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 2

Fuente: Autores de Tesis

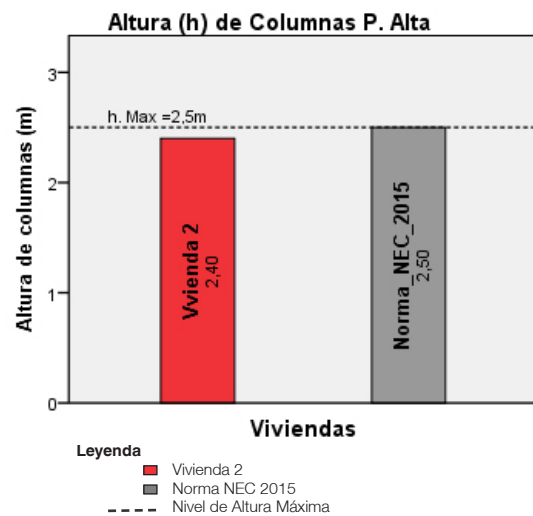


Figura 92: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 2

Fuente: Autores de Tesis



• **Sistema de Mampostería Confinada**

Para su validación las columnas deben alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 200cm². tanto en la planta baja como en la planta alta.

- Resultados

Las secciones de las columnas alcanzan los de 400cm², sección que cumple con la exigencia de la norma que estipula en 200cm² (ver figura 93).

Las columnas presentan alturas de 2,4m; encontrándose en un nivel optimo, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (ver figura 94).

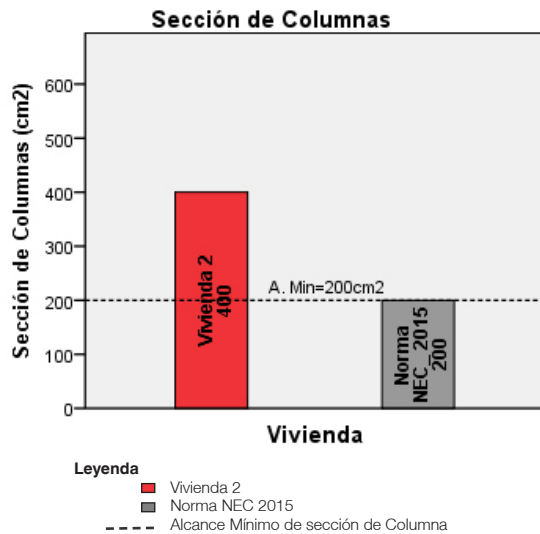


Figura 93: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis

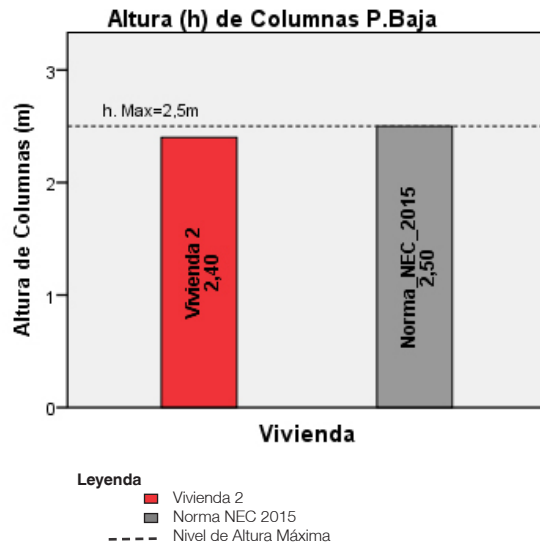


Figura 94: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 2

Fuente: Autores de Tesis

Vigas

• **Sistema de Pórticos**

Para su aval las vigas deben tener una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente de 400cm².

La luz máxima permitida para este sistema (pórticos resistentes a momentos) es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 400cm² valor que alcanza el mínimo aceptable de 400cm² regido por la norma (ver figura 94).

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 5,50m valor que sobrepasa el máximo valor de 4m estipulada en la NEC_2015 (ver figura 95).

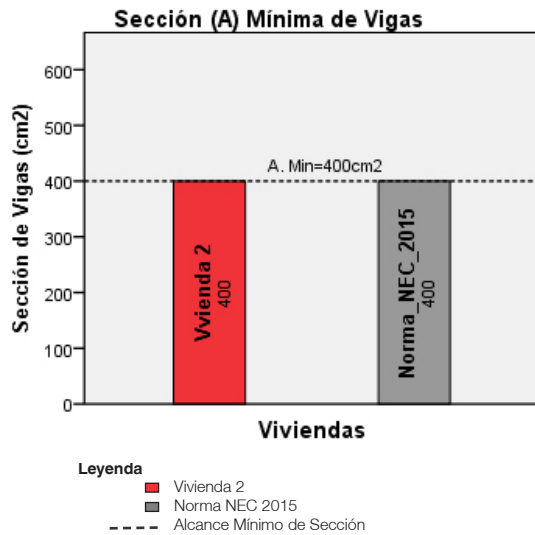


Figura 95: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 2
Fuente: Autores de Tesis.

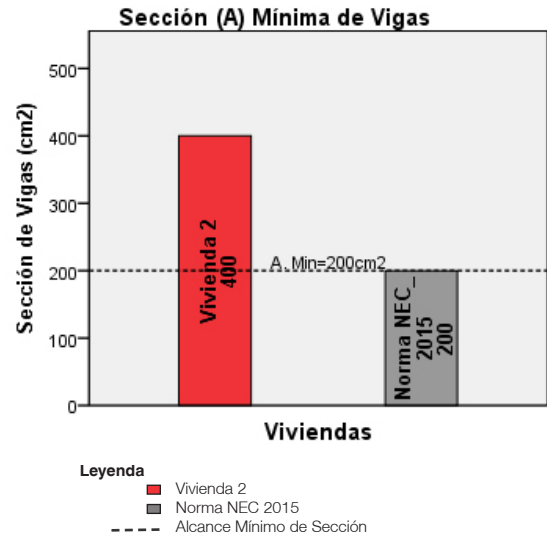


Figura 97: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 1
Fuente: Autores de Tesis.

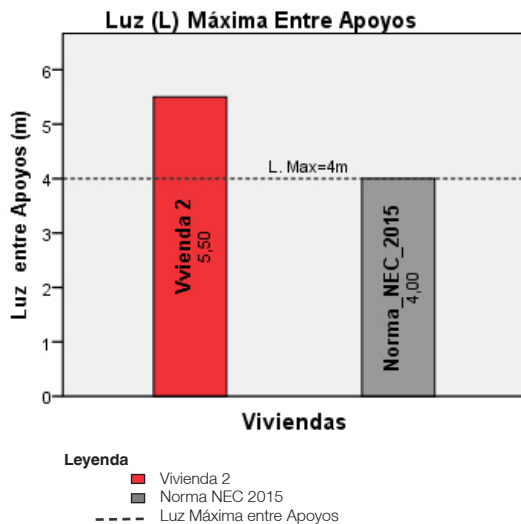


Figura 96: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.

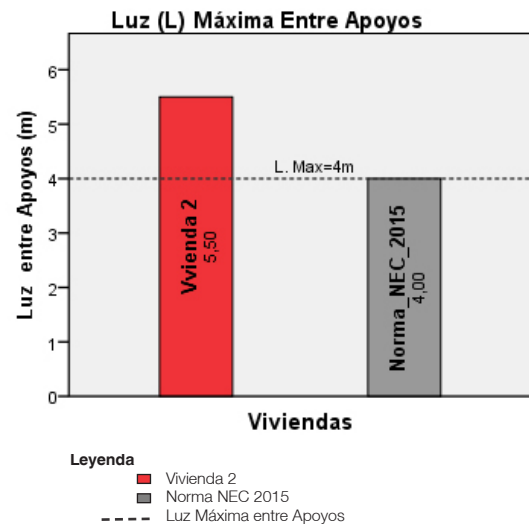


Figura 98: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 2.
Fuente: Autores de Tesis.

Mampostería Confinada

Para su aval las vigas deben tener una sección mínima 200cm².

La luz máxima permitida para sistemas de mampostería confinada es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 500cm² valor que supera al mínimo aceptable de 200cm² regido por la norma (ver figura 97).

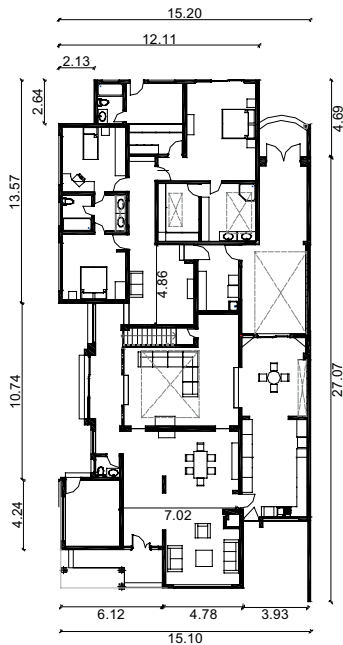
Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 5,50m valor que sobrepasa el máximo valor de 4m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (ver figura 98).



Conclusión

Luego de desarrollar el análisis de vigas y columnas de la vivienda 2 tanto para el sistema de pórticos como para el sistema de mampostería confinada, se puede evidenciar que la estructura no cumple a cabalidad con el sistema de pórticos; mientras que para el sistema de mampostería confinada todos los resultados fueron satisfactorios llegando a cumplir con las exigencias de la norma; motivo por el cual el análisis continuará con la evaluación de parámetros concernientes al sistema de mampostería confinada.

Confinamiento de Aberturas.



Elementos de confinamiento Verticales ■

Existen No existen

Elementos de confinamiento Horizontales =

Existen No existen

Figura 99: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis.

Para que la vivienda cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA, todas las aberturas de puertas y ventanas deben estar confinadas con elementos horizontales y verticales.

-Resultado

La vivienda no presenta elementos de confinamiento horizontales ni verticales en ninguna de sus aberturas (ver figura 99).

MUROS

Espesor de Muros

Los muros deberán tener un espesor mínimo de de 10 cm para estar ligados a la norma.

-Resultados

El espesor de los muros de la vivienda es de 15cm, superando la exigencia de la normativa (ver figura 100).

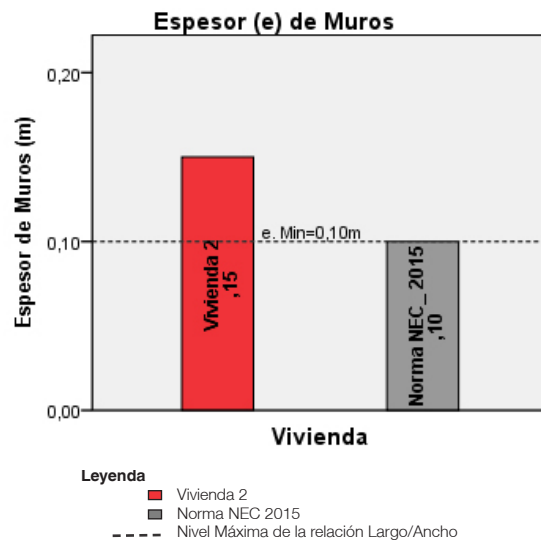


Figura 100: Análisis de Sección de Columnas P.Baja de Vivienda 2

Fuente: Autores de Tesis

Disposición de muros

- Porcentaje de aberturas**

El porcentaje aceptado por la norma es de máximo 35% de abertura en cada uno de las fachadas.

- Distancia entre dos aberturas o abertura y extremo del muro.**

la distancia mínima entre dos aberturas o entre una abertura y el extremo del muro deberá ser de una cota de mínimo 50cm. para su cumplimiento con la norma.

-Resultados

Los porcentajes de aberturas de la Vivienda 2 alcanzan un máximo de 37.33% de aberturas en una de sus fachadas, excediendo el valor máximo del 35% de aberturas que establece la NEC_2015 (Ver figura 101 y figura 102).

Las Distancias Mínimas entre dos aberturas o una abertura y un extremo de muro de la vivienda 2 es de 0,00m, valor que no satisface la exigencia de la normativa que establece una distancia mínima de 0.50m (Ver figura 103).

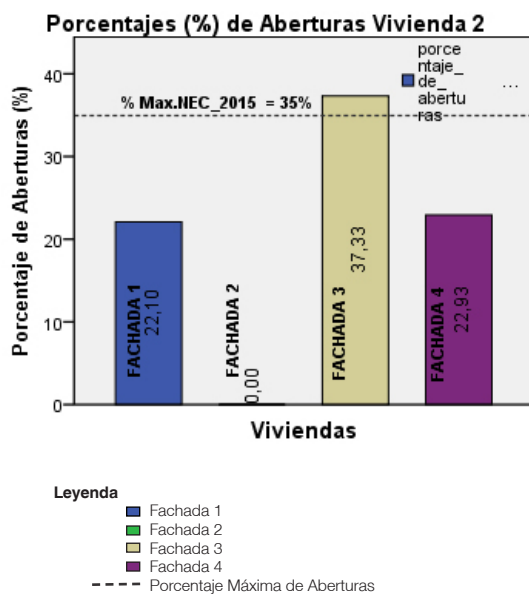


Figura 101: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis

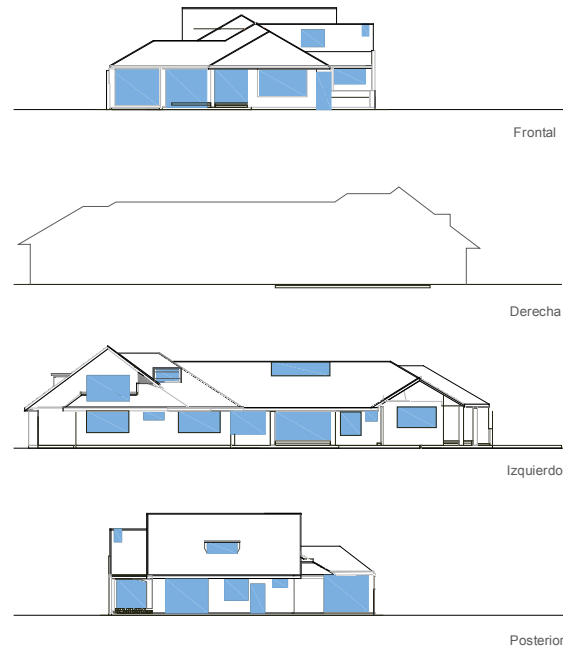


Figura 102: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis

Distancia Mínima entre Aberturas o Abertura y Extremo de muro de la Vivienda 2

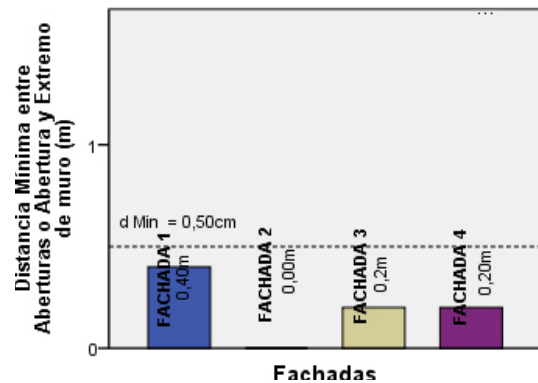


Figura 103: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro - Vivienda 2.

Fuente: Autores de Tesis

Vivienda 3

La vivienda se encuentra ubicada en el sector El Vado, es de propiedad de la Sra. Martha de la Torre Vega. El el área del inmueble es de 349.36m² de construcción, su tipología es unifamiliar y su sistema constructivo es a base de hormigón armado (ver tabla 13).

DATOS GENERALES		
Propietario:	Sra. Martha De la Torre Vega	
Ubicación	Calle Dolores Veintimilla y Honorato Loyola	
Código Predial	0802012001000	
Centroide del Predio	x	721008.4949018036
	y	9678942.901523575
Superficie del Predio	402.446 m ²	
Superficie de construcción en P.baja	255.86 m ²	
Superficie de construcción en P.Alta	93.5m ²	
Superficie total de construcción	349.36 m ²	
Tipología de vivienda	Unifamiliar	
Sistema Constructivo	Hormigón Armado	

Tabla11: Datos Generales de la vivienda 3.

Fuente: Autores de Tesis



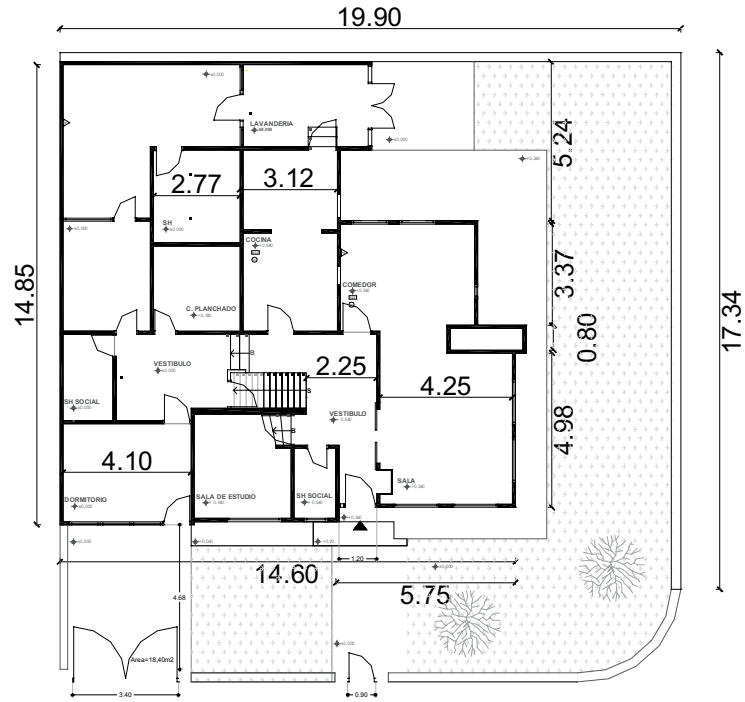
Figura 104: Fotografía I de Vivienda 3.
 Fuente: Autores de Tesis.



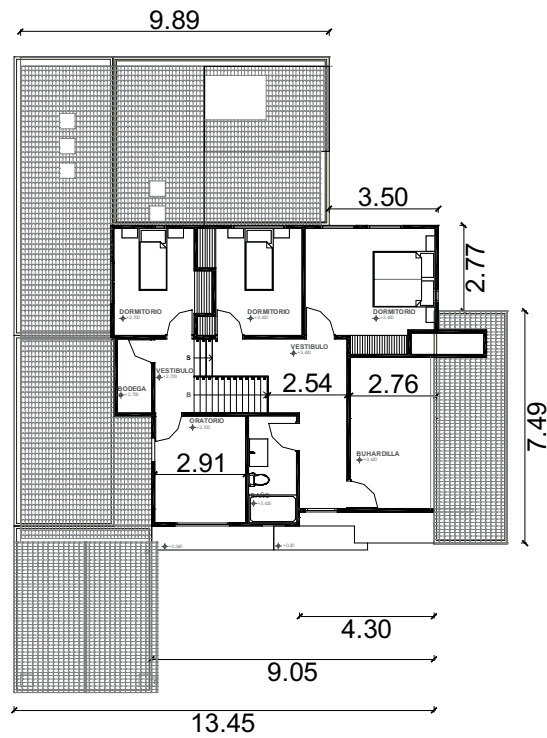
Figura 105: Fotografía II de Vivienda 3.
 Fuente: Autores de Tesis.



Figura 106: Fotografía III de Vivienda 3.
 Fuente: Autores de Tesis.

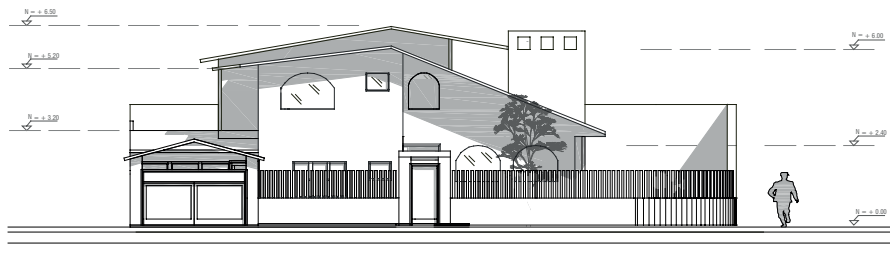


PLANTA BAJA

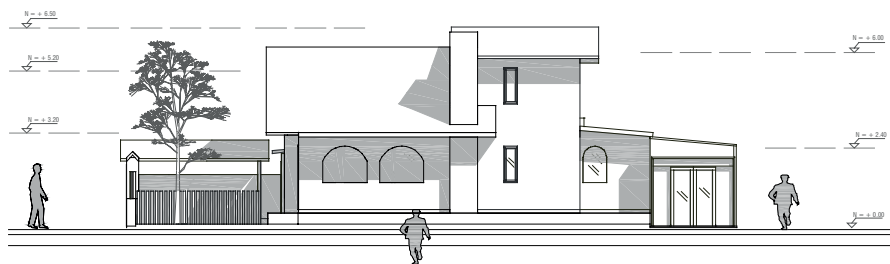


PLANTA ALTA

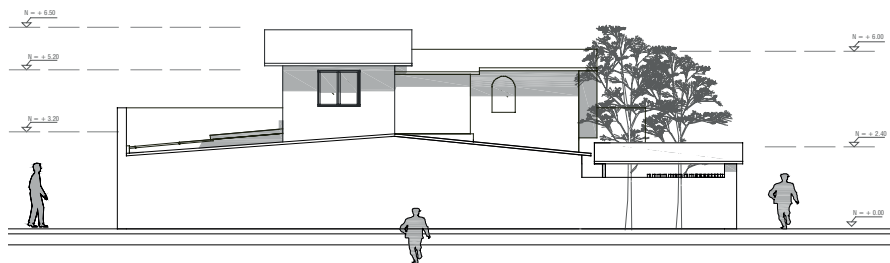
Figura 107: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 3
Fuente: Autores de Tesis.



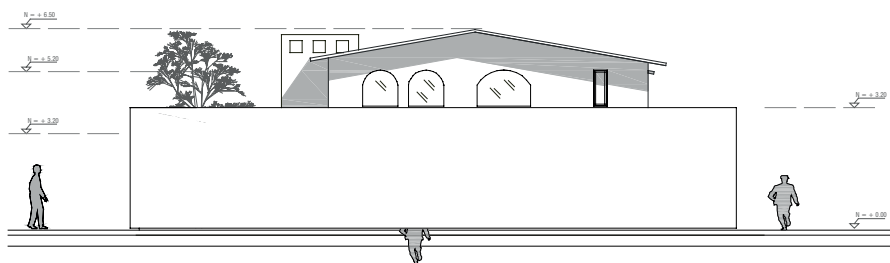
Frontal



Derecha



Izquierda



Posterior

Figura 108: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 3.
Fuente: Autores de Tesis.



CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

• Continuidad Vertical

Para que la vivienda tenga una estructura resistente a momentos, los pórticos y muros deberán ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

-Resultados

La vivienda no se encuentra bajo los parámetros estipulados en la norma encontrándose una discontinuidad vertical en la planta alta convirtiéndola en una estructura vulnerable a fuerzas horizontales (Ver figura 109).

Regularidad en Planta

La relación L/A de la vivienda o de bloques de la vivienda no deberán sobrepasar del valor de 4, para que sea una estructura resistente a momentos.

-Resultados

La relación L/A de la vivienda es de 1,10 cumpliendo de esta manera la exigencia de la norma determinada en 4 (Ver figura 110).

• Regularidad en Elevación

Las aberturas de puertas y ventanas de la planta baja deben estar alineadas a las de la planta alta para su cumplimiento con la norma NEC_2015.

-Resultados

Como se puede evidenciar en el diagrama la regularidad en elevación de vivienda no cumple con las exigencias de la normativa (Ver figura 111).

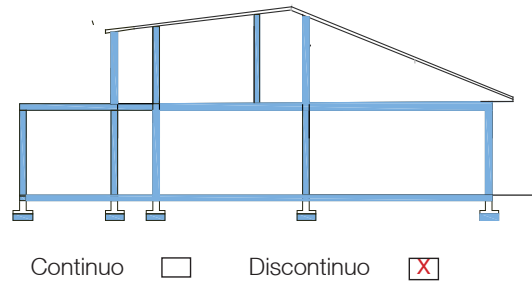


Figura 109: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 3.
Fuente: Autores de Tesis.

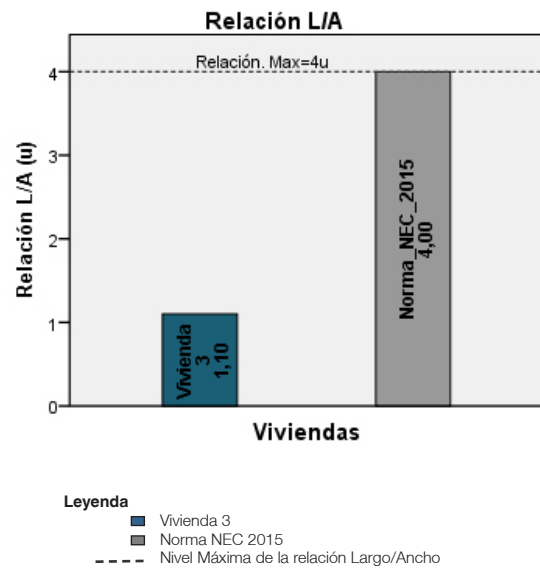


Figura 110: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 3.
Fuente: Autores de Tesis

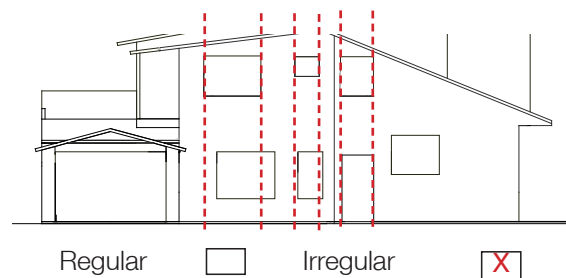


Figura 111: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 3.
Fuente: Autores de Tesis.



JUNTAS CONSTRUCTIVAS

Todas las edificaciones deben de tener juntas constructivas por factores como cuando presenta una relación L/A superior a 4, cuando se encuentran en terrenos que sobrepasan pendientes del 30 %, cuando la construcción es independiente, por la existencia de un desnivel mayor a 400 mm; y por la diferencia de niveles de pisos que presente la vivienda.

-Resultados

La vivienda presenta la condición de ser una construcción independiente; por lo que debería tener una junta constructiva de al menos 2.5 cm, en este caso la junta constructiva no existe ya que la edificación se encuentra adosada a tope con la edificación contigua (Ver figura 112).

JUNTAS CONSTRUCTIVAS			
CONDICIÓN	NECESIDAD	EXISTENCIA	
		SI	NO
L/A ≤ 4			
P>30%			
CONST. INDEPENDIENTE	✓		X
DESNIVEL >400mm			
DIFERENCIA DE NIVEL			

Figura 112: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 3.

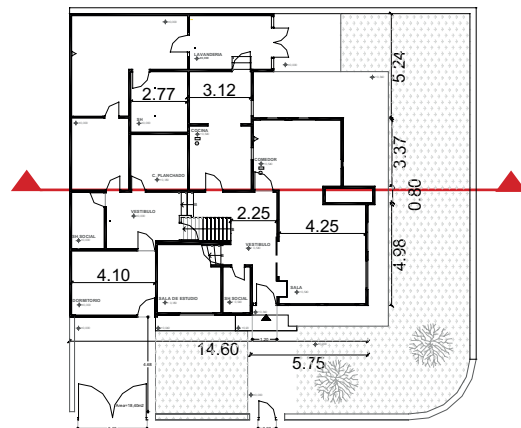
Fuente: Autores de Tesis.

SIMETRÍA

Para que una edificación cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA. La planta de la vivienda deberá ser lo más simétrica posible respecto a su eje.

-Resultados

La planta de la vivienda no presente simetría de elementos estructurales respecto a su eje (Ver figura 113).



Simétrico

Asimétrico

Figura 113: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 3.

Fuente: Autores de Tesis.

Sistema Estructural

Columnas.

- **Sistema de Pórticos**

Para su validación las columnas deberán alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 25cmx25cm o su equivalente de 625cm². en la planta baja y en la planta alta una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente a 400cm².

- Resultados

Las secciones de las columnas de la planta baja alcanzan los de 300cm² sección insuficiente para el valor mínimo (625cm²) admitido por la norma (Ver figura 114).

Las secciones de las columnas de la planta alta llegan a los 300cm² no alcanzando el mínimo valor normado de 400cm² (Ver figura 115).

Las alturas de las columnas de la planta baja y planta alta presentan alturas de 2,3m; encontrándose en un nivel optimó, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC_2015 (ver figura 116 y figura 117).

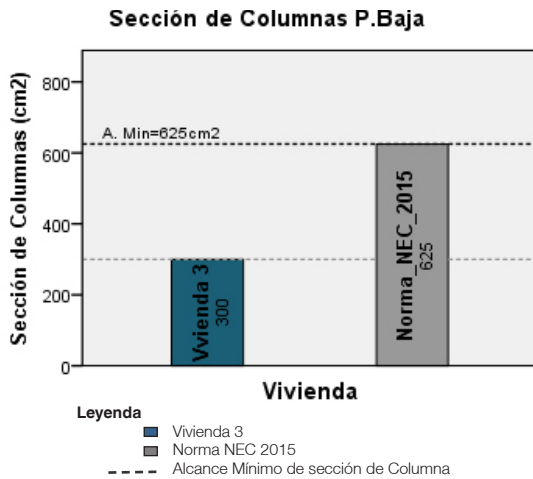


Figura 114: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 3

Fuente: Autores de Tesis

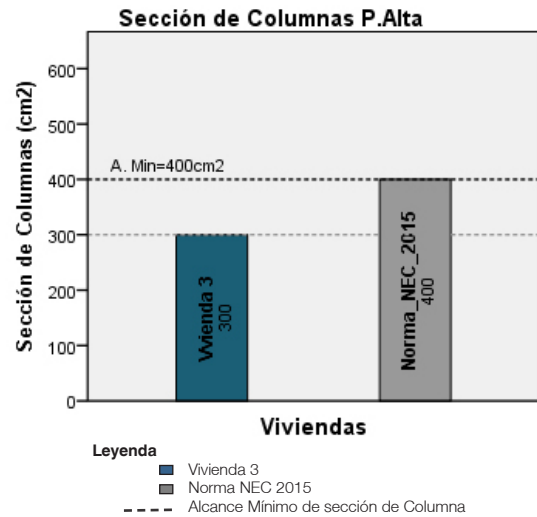


Figura 116: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 3

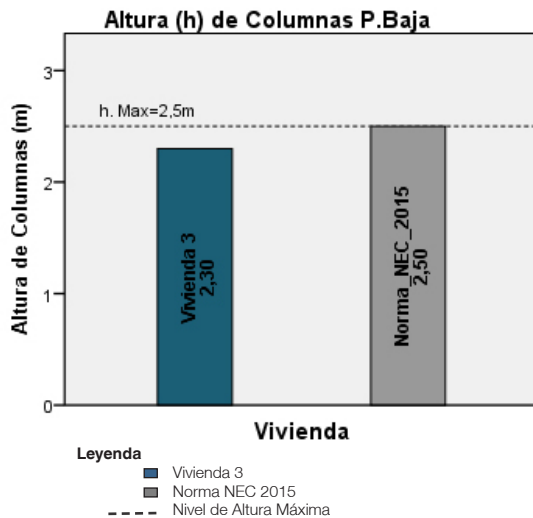


Figura 115: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 3.

Fuente: Autores de Tesis

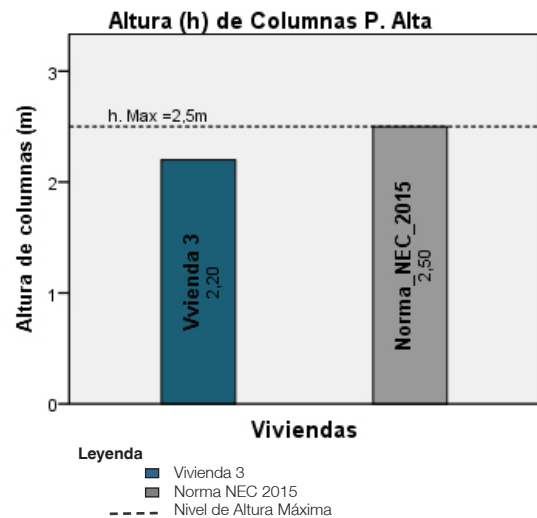


Figura 117: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 3

Fuente: Autores de Tesis



• **Sistema de Mampostería Confinada**

Para su validación las columnas deberán alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 200cm². tanto en la planta baja como en la planta alta.

- Resultados

Las secciones de las columnas alcanzan los de 400cm² , sección que cumple con la exigencia de la norma que estipula en 200cm² .(Ver figura 118).

Las columnas presentan alturas de 2,3m; encontrándose en un nivel optimó, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (Ver figura 119).

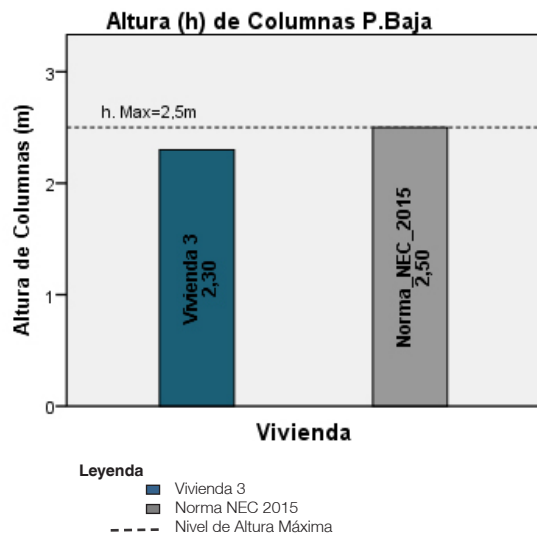


Figura 119: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 3

Fuente: Autores de Tesis

Vigas

• **Sistema de Pórticos**

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente de 400cm².

La luz máxima permitida para este sistema (pórticos resistentes a momentos) es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 400cm² valor alcanzando la sección mínima regida por la norma (Ver figura 120).

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 3,30m manteniéndose po debajo del máximo valor de 4m estipulada en la NEC_2015 (Ver figura 121).

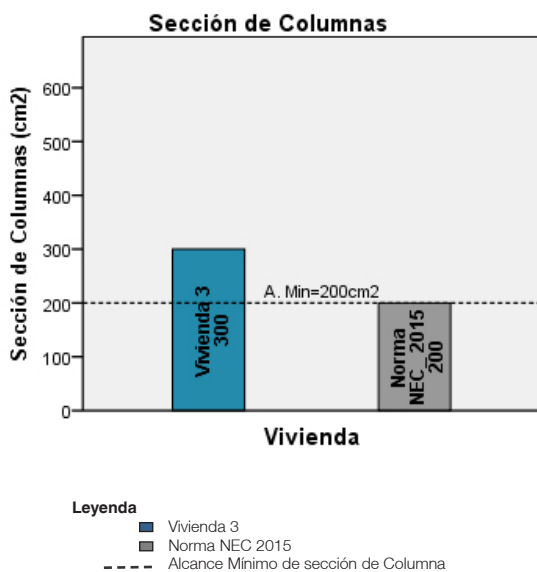


Figura 118: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 3

Fuente: Autores de Tesis

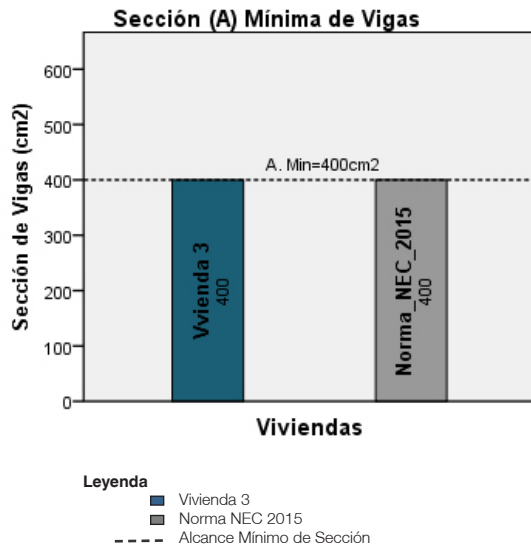


Figura 120: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 3
Fuente: Autores de Tesis.

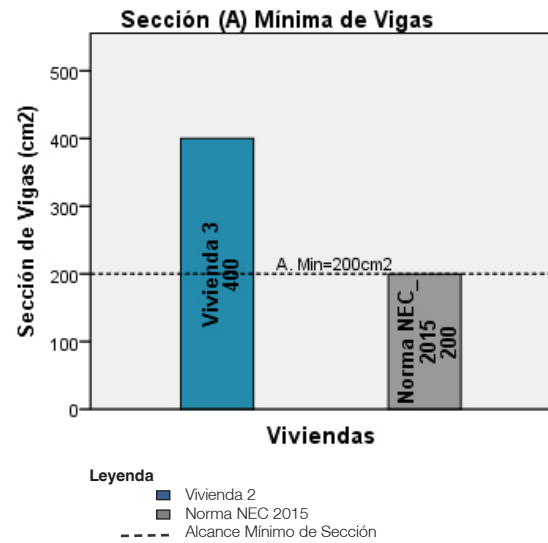


Figura 122: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 3
Fuente: Autores de Tesis.

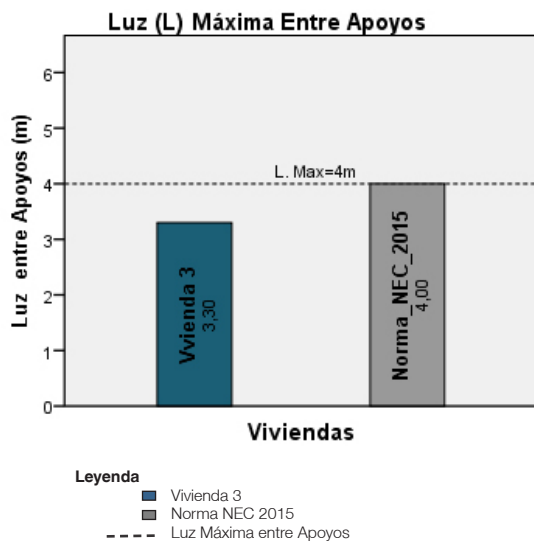


Figura 121: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 3

Fuente: Autores de Tesis.

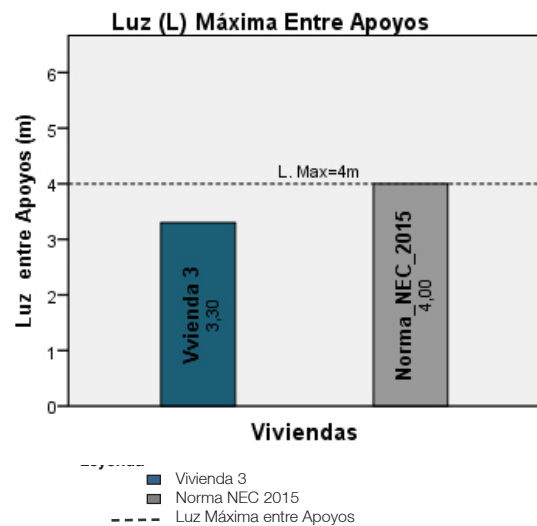


Figura 123: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 3

Fuente: Autores de Tesis.

• Mampostería Confinada

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima 200cm².

La luz máxima permitida para sistemas de mampostería confinada es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda esté bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 500cm² valor que supera al mínimo aceptable de 200cm² regido por la norma (Ver figura 122).

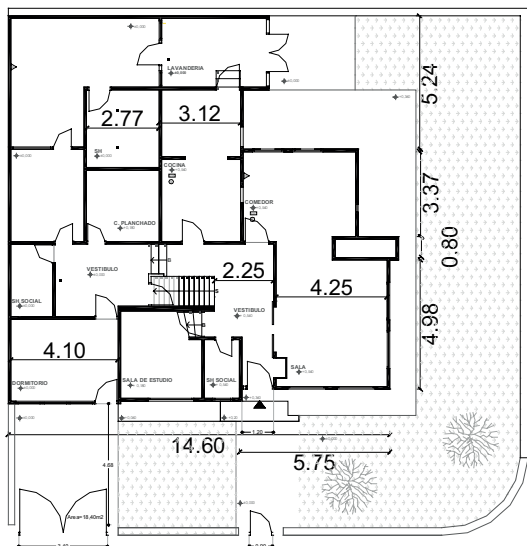
Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 5,50m valor que sobrepasa el máximo valor de 4m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA. (Ver figura 123).



Conclusión

Luego de desarrollar el análisis de vigas y columnas de la vivienda 3 tanto para el sistema de pórticos como para el sistema de mampostería confinada, se puede evidenciar que la estructura no cumple a cabalidad con el sistema de pórticos; mientras que para el sistema de mampostería confinada todos los resultados fueron satisfactorios llegando a cumplir con las exigencias de la norma; motivo por el cual el análisis continuará con la evaluación de parámetros concernientes al sistema de mampostería confinada.

Confinamiento de Aberturas.



Elementos de confinamiento Verticales ■

Existen No existen

Elementos de confinamiento Horizontales =

Existen No existen

Figura 124: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 3.

Fuente: Autores de Tesis.

Para que la vivienda cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA, todas las aberturas de puertas y ventanas deben estar confinadas con elementos horizontales y verticales.

-Resultado

La vivienda no presenta elementos de confinamiento horizontales ni verticales en ninguna de sus aberturas (Ver figura 124).

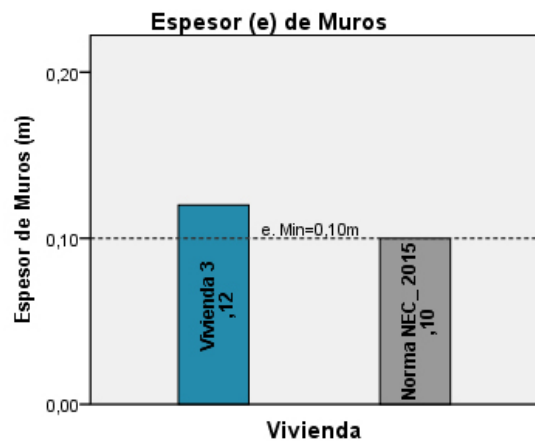
MUROS

Espesor de Muros

Los muros deberán tener un espesor mínimo de de 10 cm para estar ligados a la norma.

-Resultados

El espesor de los muros de la vivienda es de 12cm, superando la mínima exigencia de la normativa (Ver figura 125).



Leyenda

- Vivienda 3
- Norma NEC 2015
- Nivel Máxima de la relación Largo/Ancho

Figura 125: Análisis de espesor de Mampostería de la vivienda 3.

Fuente: Autores de Tesis

Disposición de muros

- Porcentaje de aberturas**

El porcentaje aceptado por la norma es de máximo 35% de abertura en cada uno de las fachadas.

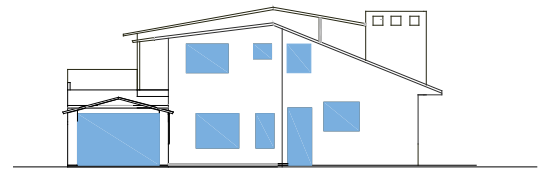
- Distancia entre dos aberturas o abertura y extremo del muro.**

La distancia mínima entre dos aberturas o entre una abertura y el extremo del muro deberá ser de una cota de mínimo 50cm. para su cumplimiento con la norma.

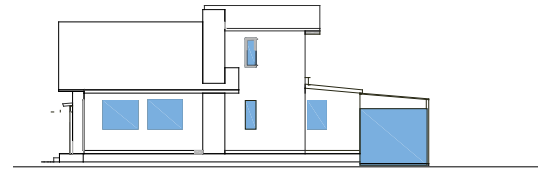
-Resultados

Los porcentajes de aberturas de la Vivienda 3 alcanzan un máximo de 42,92% de aberturas en una de sus fachadas, excediendo el valor máximo del 35% de aberturas que establece la NEC_2015 (ver figura 126 y 127).

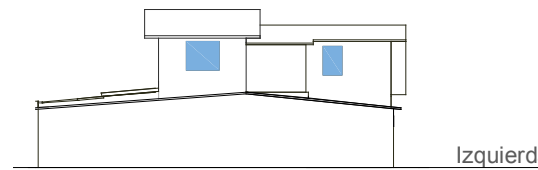
Las Distancias Mínimas entre dos aberturas o una abertura y un extremo de muro de la vivienda 3 es de 0,30m, valor que no satisface la exigencias de la normativa que establece una distancia mínima de 0.50m (ver figura 128).



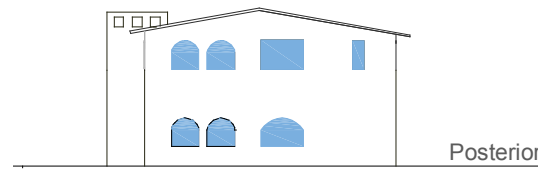
Frontal



Derecha



Izquierda



Posterior

Figura 127: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 3.

Fuente: Autores de Tesis

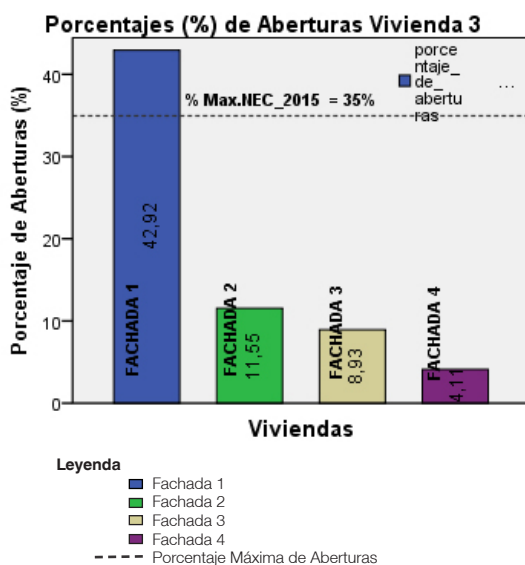


Figura 126: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 3.

Fuente: Autores de Tesis

Distancia Mínima entre Aberturas o Abertura y Extremo de muro de la Vivienda 3

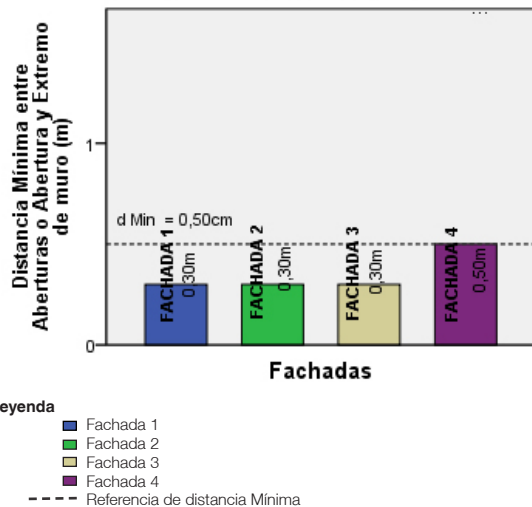


Figura 128: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro - Vivienda 3.

Fuente: Autores de Tesis

Vivienda 4

La vivienda se encuentra ubicada en el sector Yanuncay, es de propiedad del Sr. Rodrigo Oleas. El área del inmueble es de 317.99m² de construcción, su tipología es unifamiliar y su sistema constructivo es hormigón armado (ver tabla12).

DATOS GENERALES		
Propietario:	Oleas Baculima Rodrigo	
Ubicación	Calle de retorno y Diego de Velázquez	
Código Predial	0904057061000	
Centroide del Predio	x	720994.0069405444
	y	9677373.707395134
Superficie del Predio	657.36 m ²	
Superficie de construcción en P. baja	202.64 m ²	
Superficie de construcción en P. Alta	115.35 m ²	
Superficie total de construcción	317.99 m ²	
Tipología de vivienda	Unifamiliar	
Sistema Constructivo	Hormigón Armado	

Tabla12: Datos Generales de la vivienda 4.
Fuente: Autores de Tesis.



Figura 129: Fotografía I de Vivienda 4.
Fuente: Autores de Tesis.



Figura 130: Fotografía II de Vivienda 4.
Fuente: Autores de Tesis.

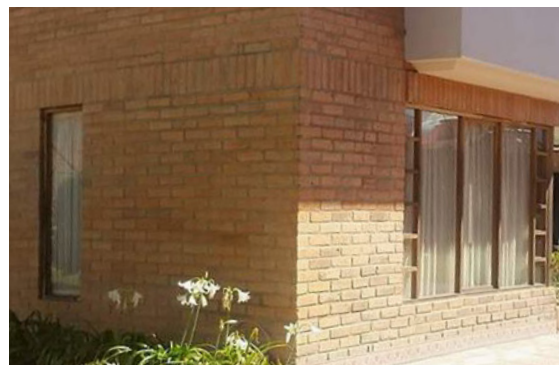
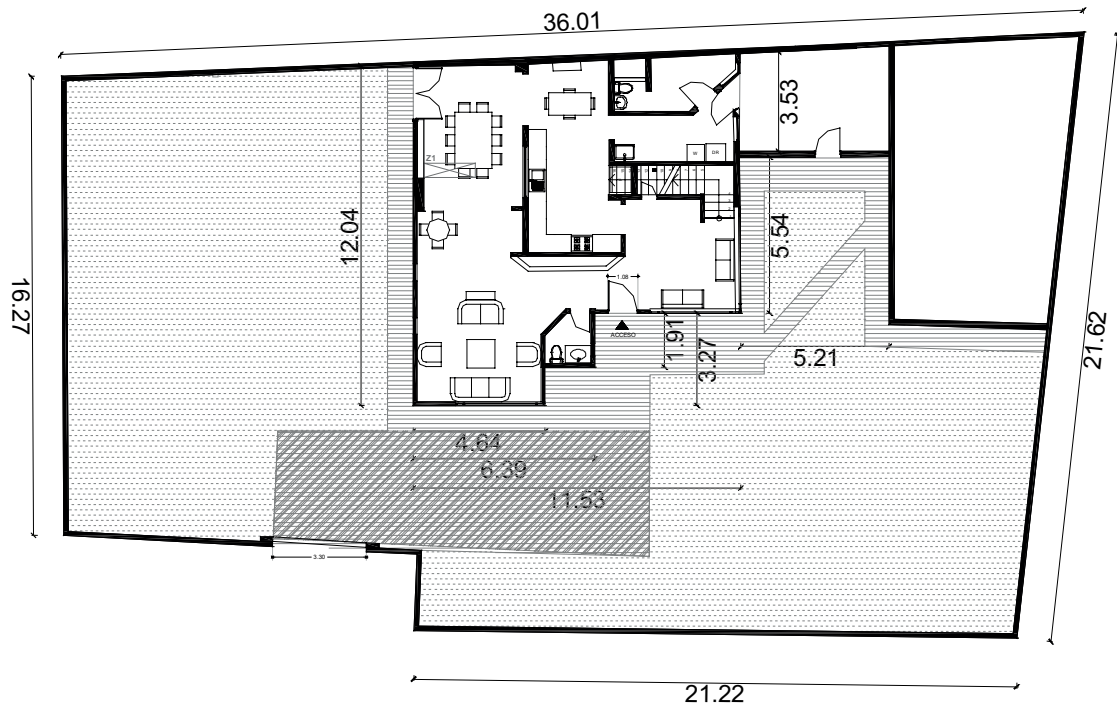
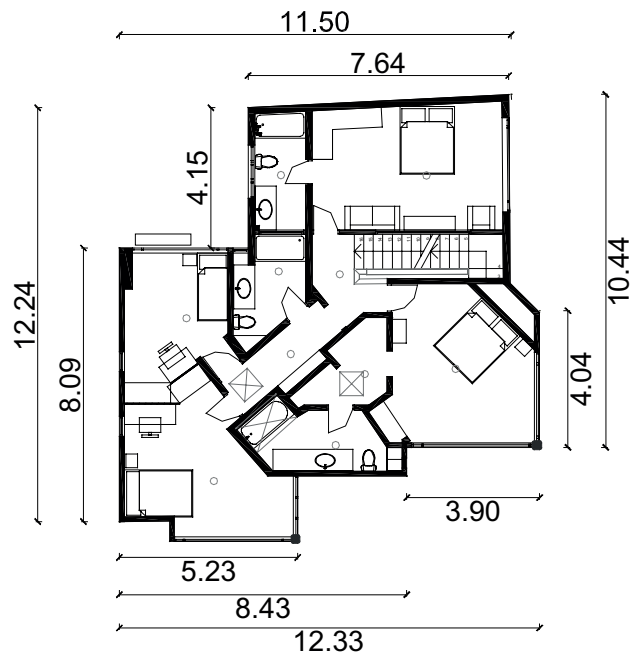


Figura 131: Fotografía III de Vivienda 4.
Fuente: Autores de Tesis.



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

Figura 132: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 4
Fuente: Autores de Tesis.

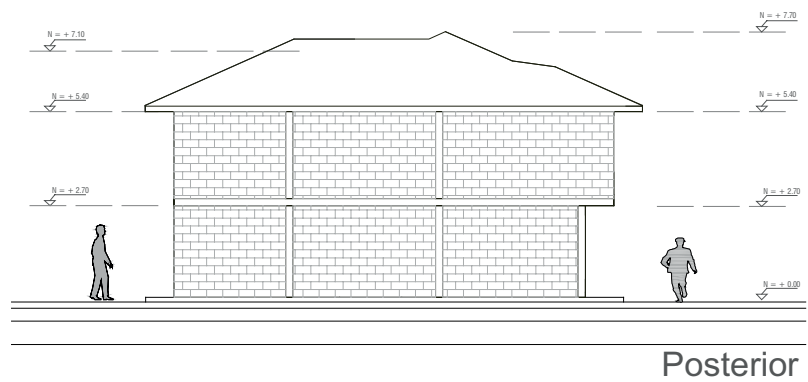
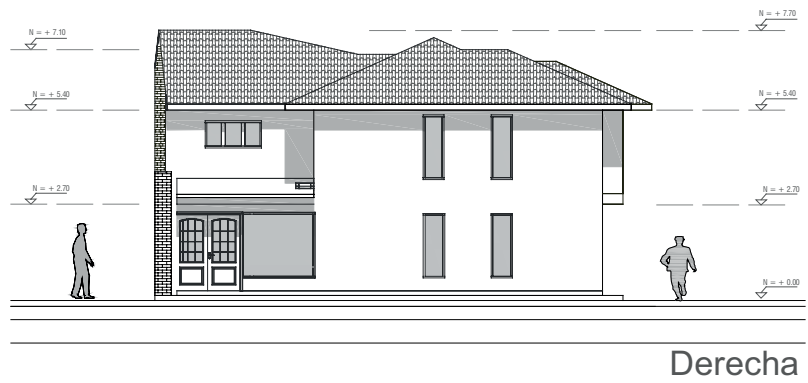


Figura 133: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 4.



CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

• Continuidad Vertical

Para que la vivienda tenga una estructura resistente a momentos, los pórticos y muros deberán ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

-Resultados

La vivienda no se encuentra bajo los parámetros estipulados en la norma encontrándose una discontinuidad vertical en la planta alta convirtiéndola en una estructura vulnerable a fuerzas horizontales (Ver figura 134).

Regularidad en Planta

La relación L/A de la vivienda o de bloques de la vivienda no deberá sobrepasar del valor de 4, para que sea una estructura resistente a momentos.

-Resultados

La relación L/A de la vivienda es de 1,30 cumpliendo de esta manera la exigencia de la norma determinada en 4 (Ver figura 135).

• Regularidad en Elevación

Las aberturas de puertas y ventanas de la planta baja deberán estar alineadas a las de la planta alta para su cumplimiento con la norma NEC_2015.

-Resultados

Como se puede evidenciar en el diagrama la regularidad en elevación de vivienda no cumple con las exigencias de la normativa (Ver figura 136).

).

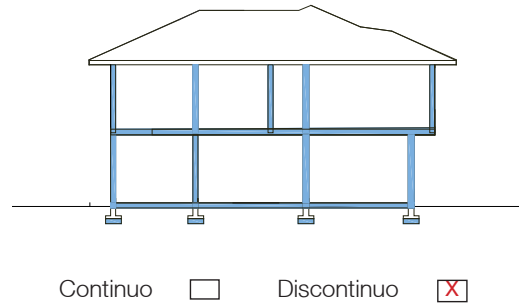


Figura 134: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 4.
Fuente: Autores de Tesis.

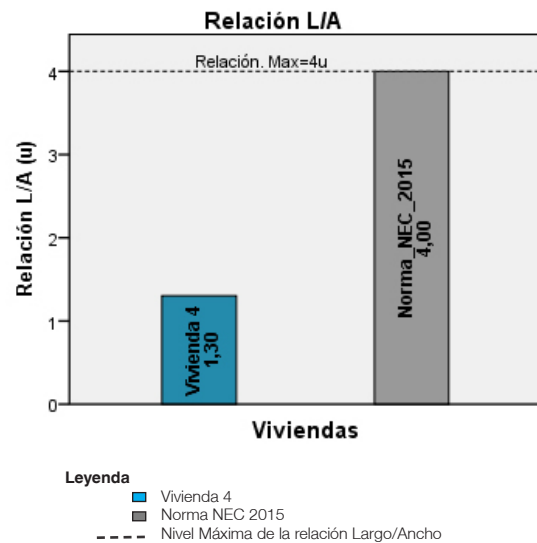


Figura 135: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 4.
Fuente: Autores de Tesis

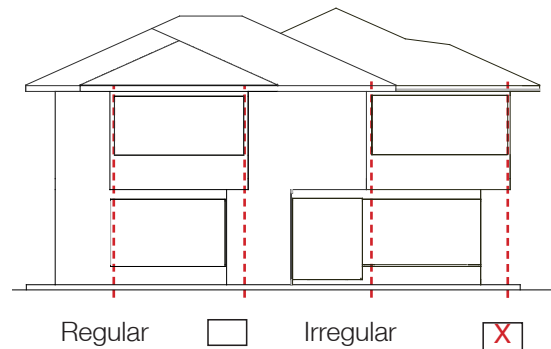


Figura 136: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 4.
Fuente: Autores de Tesis.



JUNTAS CONSTRUCTIVAS

Todas las edificaciones deben de tener juntas constructivas por factores como cuando presenta una relación L/A superior a 4, cuando se encuentran en terrenos que sobrepasan pendientes del 30 %, cuando la construcción es independiente, por la existencia de un desnivel mayor a 400 mm; y la refiere a la diferencia de niveles de pisos que presenta la vivienda.

-Resultados

La vivienda presenta la condición de ser una construcción independiente; además por ser una vivienda sin adosamientos es evidente la existencia de la junta constructiva en la vivienda (Ver figura 137)..

JUNTAS CONSTRUCTIVAS			
CONDICIÓN	NECESIDAD	EXISTENCIA	
		SI	NO
L/A ≤ 4			
P>30%			
CONST. INDEPENDIENTE	✓	✓	
DESNIVEL >400mm			
DIFERENCIA DE NIVEL			

Figura 137: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 4.

Fuente: Autores de Tesis.

SIMETRÍA

Para que una edificación cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA. La planta de la vivienda deberá ser lo más simétrica posible respecto a su eje.

-Resultados

La planta de la vivienda no presente simetría de elementos estructurales respecto a su eje (Ver figura 138).

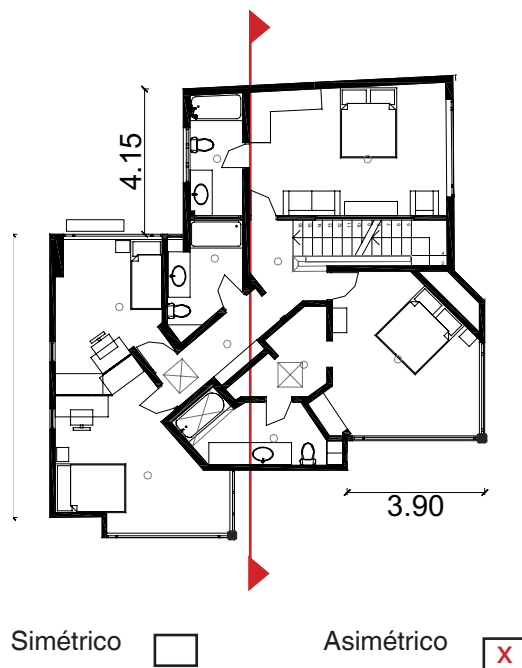


Figura 138: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 4.

Fuente: Autores de Tesis.



Sistema Estructural

Columnas.

- **Sistema de Pórticos**

Para su validación las columnas deberán alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 25cmx25cm o su equivalente de 625cm². en la planta baja y en la planta alta una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente a 400cm².

- Resultados

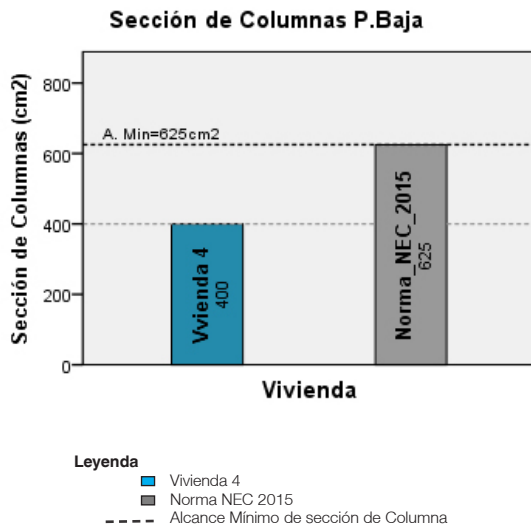


Figura 139: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 4

Fuente: Autores de Tesis

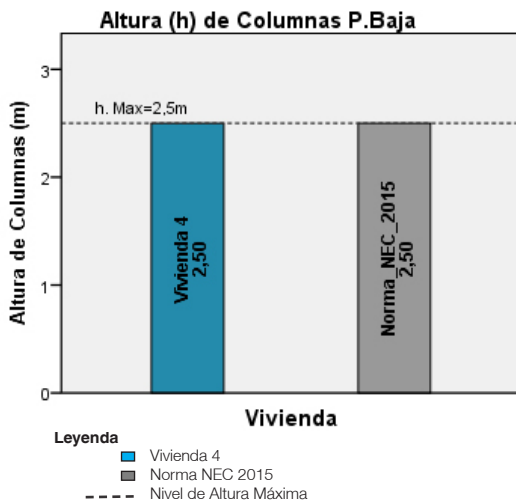


Figura 140: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 4.

Fuente: Autores de Tesis

Las secciones de las columnas de la planta baja alcanzan los de 400cm² valor; sección insuficiente para el valor mínimo (625cm²) admitido por la norma (Ver figura 139).

Las secciones de las columnas de la planta alta llegan a los 400cm² alcanzando el mínimo valor normado (Ver figura 140).

Las alturas de las columnas de la planta baja y planta alta presentan alturas de 2,5m; encontrándose en un nivel óptimo, ya que alcanzan el máxima de 2,50m estipulada en la NEC_2015 (ver figura 141 y 142).

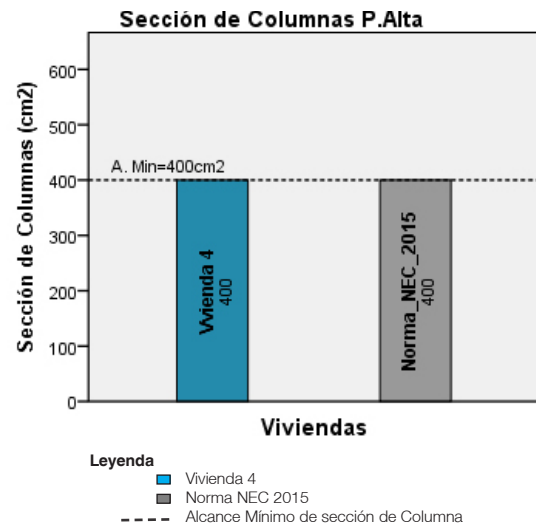


Figura 141: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 4

Fuente: Autores de Tesis

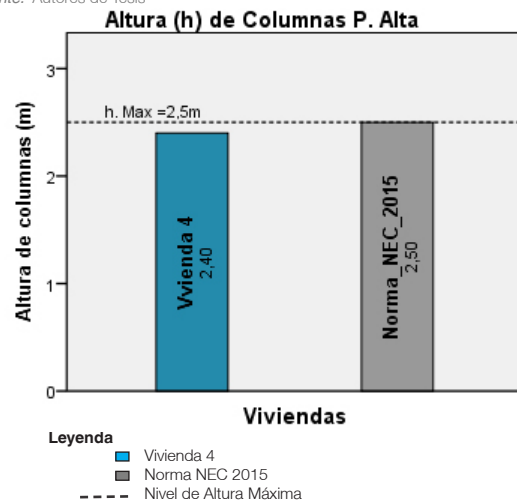


Figura 142: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 4

Fuente: Autores de Tesis



• Sistema de Mampostería Confinada

Para su validación las columnas deberán alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 200cm². tanto en la planta baja como en la planta alta.

- Resultados

Las secciones de las columnas alcanzan los de 400cm², sección que cumple con la exigencia de la norma que estipula en 200cm² (Ver figura 143).

Las columnas presentan alturas de 2,3m; encontrándose en un nivel óptimo, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (Ver figura 144).

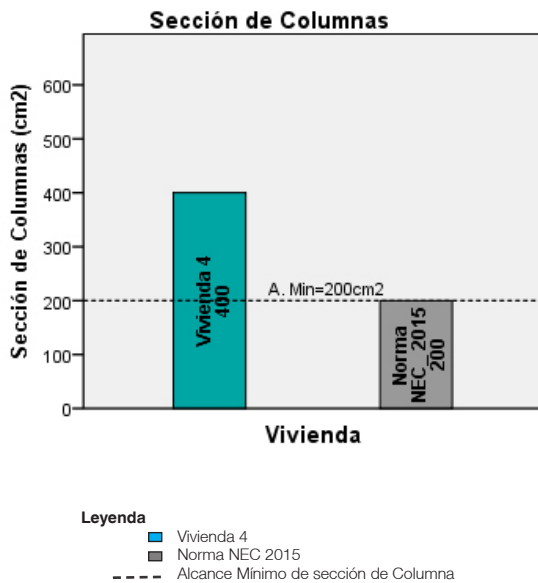


Figura 143: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 4
Fuente: Autores de Tesis

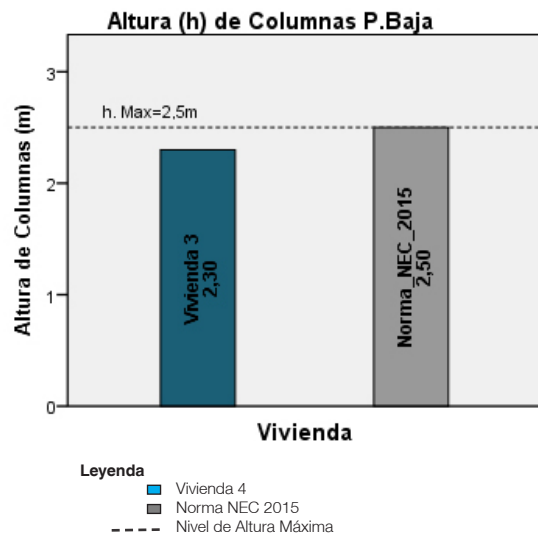


Figura 144: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 4

Fuente: Autores de Tesis

Vigas

• Sistema de Pórticos

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente de 400cm².

La luz máxima permitida para este sistema (pórticos resistentes a momentos) es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 400cm² alcanzando el valor mínimo aceptable de regido por la norma (Ver figura 145).

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 4,50m valor que sobrepasa el máximo valor de 4m estipulada en la NEC_2015 (Ver figura 146).

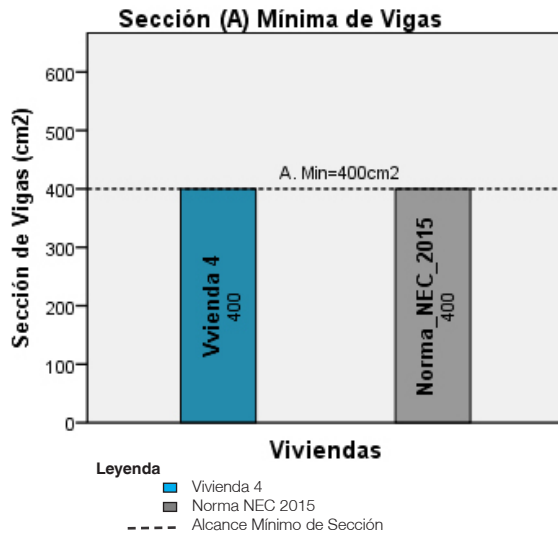


Figura 145: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 4
Fuente: Autores de Tesis.

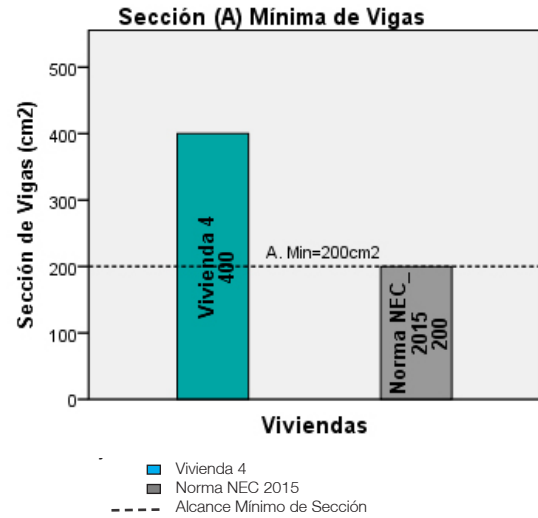


Figura 147: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 4
Fuente: Autores de Tesis.

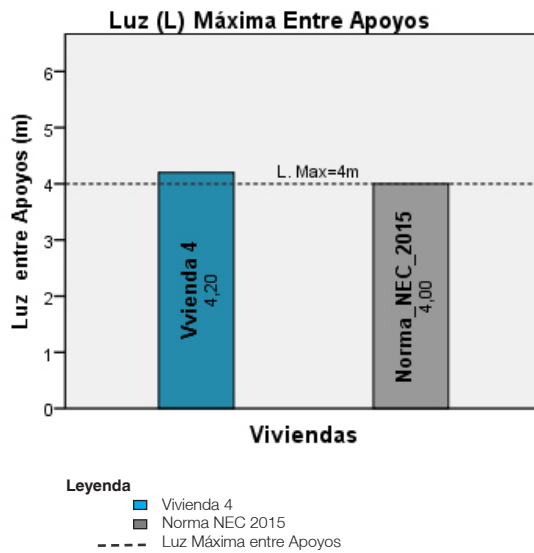


Figura 146: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 4
Fuente: Autores de Tesis.

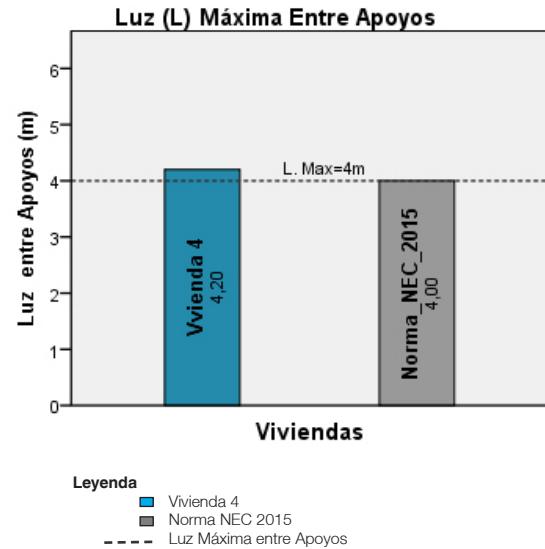


Figura 148: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 4
Fuente: Autores de Tesis.

• Mampostería Confinada

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima 200cm².

La luz máxima permitida para sistemas de mampostería confinada es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 400cm², valor que supera al mínimo aceptable de 200cm² regido por la norma (Ver figura 147).

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 4.2 0m valor que sobrepasa el máximo valor de 4m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (Ver figura 148)..



Conclusión

Luego de desarrollar el análisis de vigas y columnas de la vivienda 4 tanto para el sistema de pórticos como para el sistema de mampostería confinada, se puede evidenciar que la estructura no cumple a cabalidad con el sistema de pórticos; mientras que para el sistema de mampostería confinada todos los resultados fueron satisfactorios llegando a cumplir con las exigencias de la norma; motivo por el cual el análisis continuará con la evaluación de parámetros concernientes al sistema de mampostería confinada.

Confinamiento de Aberturas.

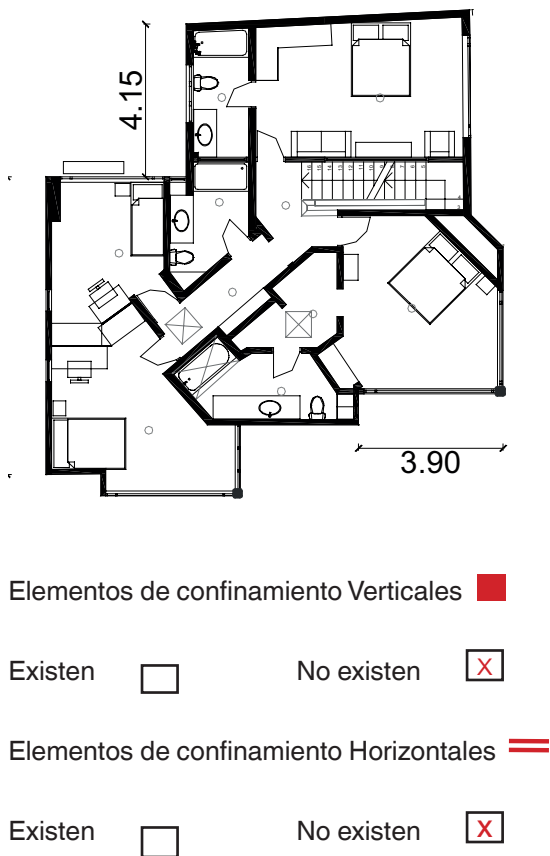


Figura 149: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 4.

Fuente: Autores de Tesis.

Para que la vivienda cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA, todas las aberturas de puertas y ventanas deben estar confinadas con elementos horizontales y verticales.

-Resultado

La vivienda no presenta elementos de confinamiento horizontales ni verticales en ninguna de sus aberturas (Ver figura 149).

MUROS

Espesor de Muros

Los muros deben tener un espesor mínimo de de 10 cm para estar ligados a la norma.

-Resultados

El espesor de los muros de la vivienda es de 12cm, superando la exigencia de la normativa (Ver figura 150).

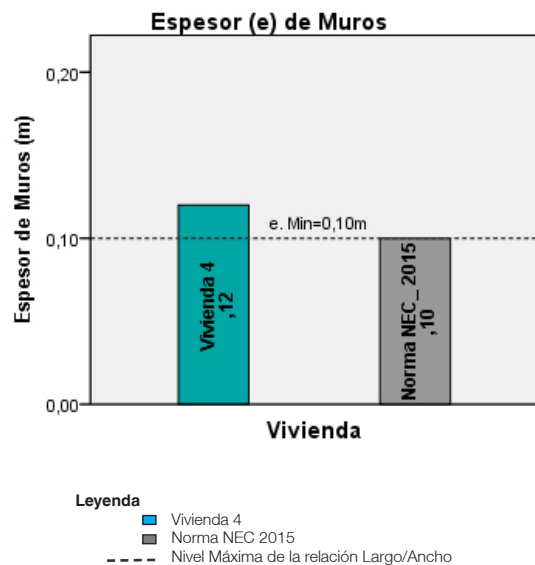


Figura 150: Análisis de espesor de Mampostería de la vivienda 4.

Fuente: Autores de Tesis



Disposición de muros

- Porcentaje de aberturas**

El porcentaje aceptado por la norma es de máximo 35% de abertura en cada uno de las fachadas.

- Distancia entre dos aberturas o abertura y extremo del muro.**

La distancia mínima entre dos aberturas o entre una abertura y el extremo del muro deberá ser de una cota de mínimo 50cm. para su cumplimiento con la norma.

-Resultados

Los porcentajes de aberturas de la Vivienda 4 alcanzan un máximo de 46.14% de aberturas en una de sus fachadas, excediendo el valor máximo del 35% de aberturas que establece la NEC_2015 (ver figura 151 y 152).

Las Distancias Mínimas entre dos aberturas o una abertura y un extremo de muro de la vivienda 4 es de 0,00m, valor que no satisface la exigencias de la normativa que establece una distancia mínima de 0.50m (Ver figura 153).

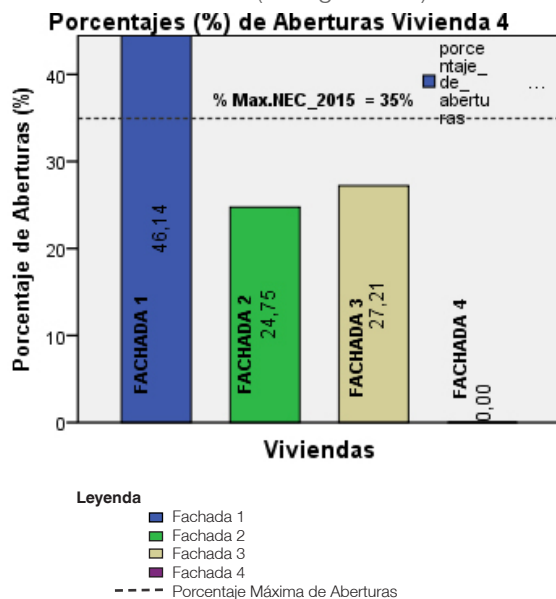


Figura 151: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 4

Fuente: Autores de Tesis

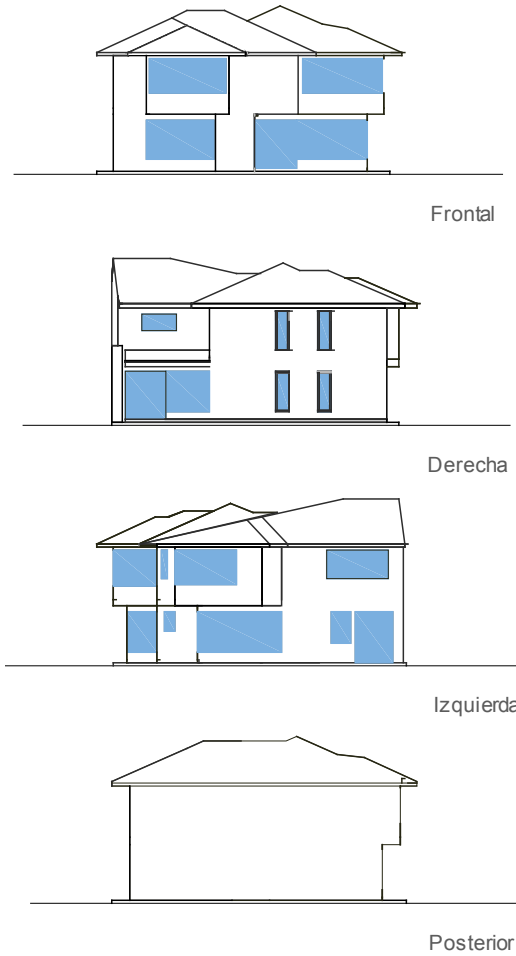
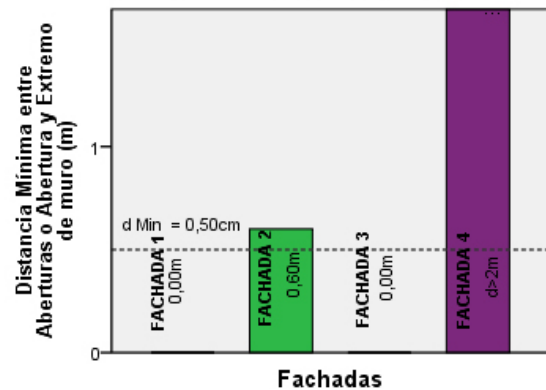


Figura 152: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 4.

Fuente: Autores de Tesis

Distancia Mínima entre Aberturas o Abertura y Extremo de muro de la Vivienda 4



Legenda

Figura 153: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro de vivienda 4.

Fuente: Autores de Tesis

Vivienda 5

La vivienda se encuentra ubicada en el sector Don Bosco, es de propiedad de la Sra. Doris Silva. El área del inmueble es de 117.31m² de construcción, su tipología es unifamiliar y su sistema constructivo es en hormigón armado (ver tabla 15).

DATOS GENERALES		
Propietario:	Silva Silva Doris	
Ubicación	Calle s/n y Vicente Alvarado	
Código Predial	1408055002000	
Centroide del Predio	x	723231.223356916
	y	9682873.639158418
Superficie del Predio	93.29 m ²	
Superficie de construcción en P. baja	75.17 m ²	
Superficie de construcción en P. Alta	42.14 m ²	
Superficie total de construcción	117.31 m ²	
Tipología de vivienda	Unifamiliar	
Sistema Constructivo	Hormigón Armado	

Tabla13: Datos Generales de la vivienda 5.

Fuente: Autores de Tesis.



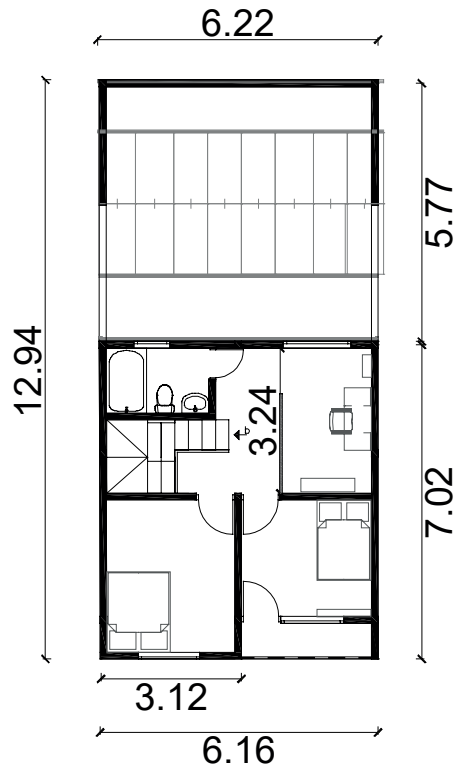
Figura 154: Fotografía I de Vivienda 5.
Fuente: Autores de Tesis.



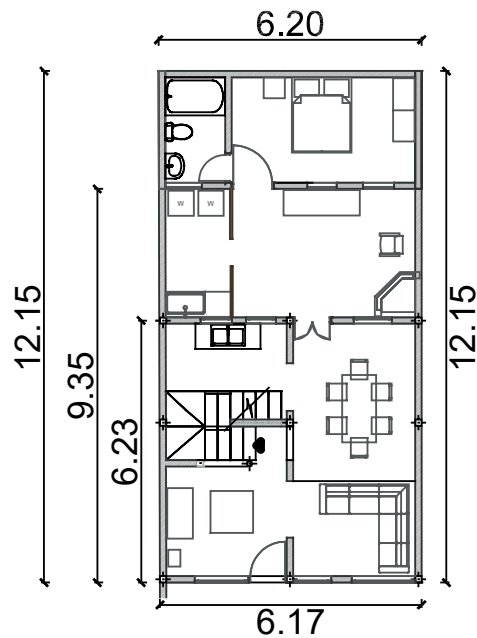
Figura 155: Fotografía II de Vivienda 5.
Fuente: Autores de Tesis.



Figura 156: Fotografía III de Vivienda 5.
Fuente: Autores de Tesis.



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

Figura 157: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 5
Fuente: Autores de Tesis.

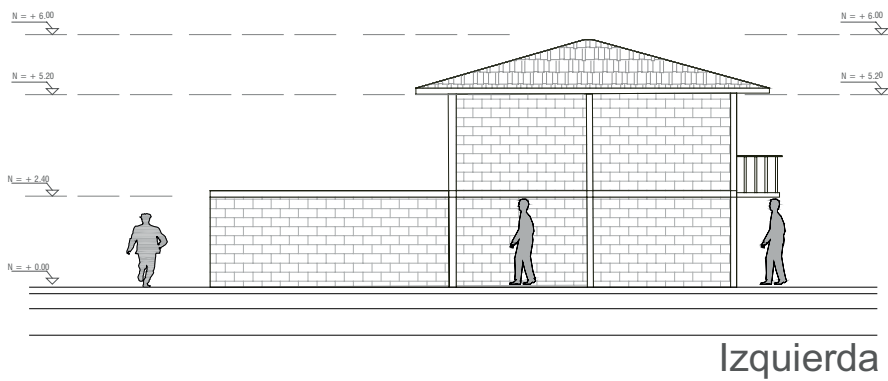
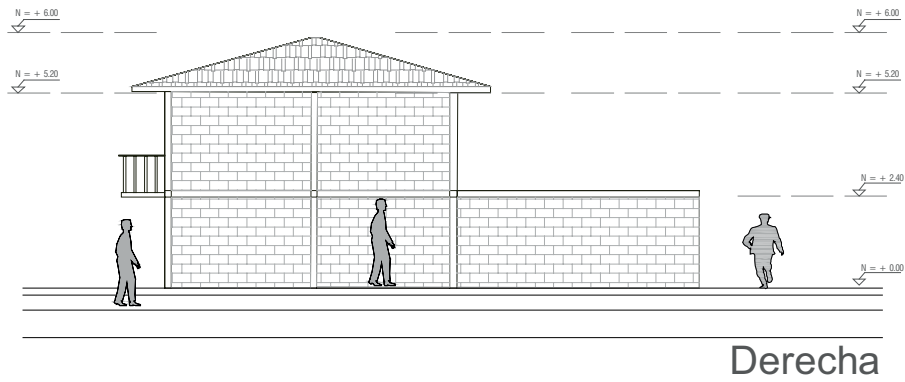
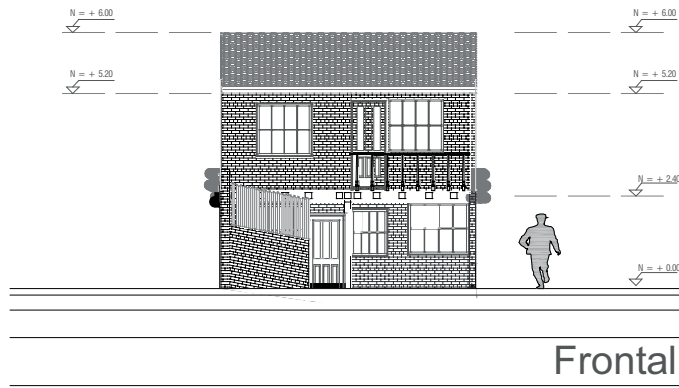


Figura 158: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 5.



CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

• Continuidad Vertical

Para que la vivienda tenga una estructura resistente a momentos, los pórticos y muros deberán ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

-Resultados

La vivienda se encuentra bajo los parámetros estipulados en la norma encontrándose una continuidad estructural óptima desde la cimentación (Ver figura 159).

Regularidad en Planta

La relación L/A de la vivienda o de bloques de la vivienda no deberá sobrepasar del valor de 4, para que sea una estructura resistente a momentos.

-Resultados

La relación L/A de la vivienda es de 2,50 cumpliendo de esta manera la exigencia de la norma determinada en 4 (Ver figura 160).

• Regularidad en Elevación

Las aberturas de puertas y ventanas de la planta baja deberán estar alineadas a las de la planta alta para su cumplimiento con la norma NEC_2015.

-Resultados

Como se puede evidenciar en el diagrama de regularidad en elevación la vivienda no cumple con las exigencias de la normativa (Ver figura 161).

).

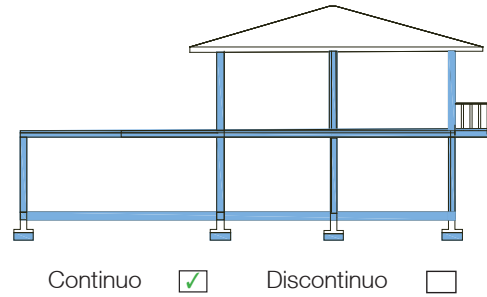


Figura 159: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 5.
Fuente: Autores de Tesis

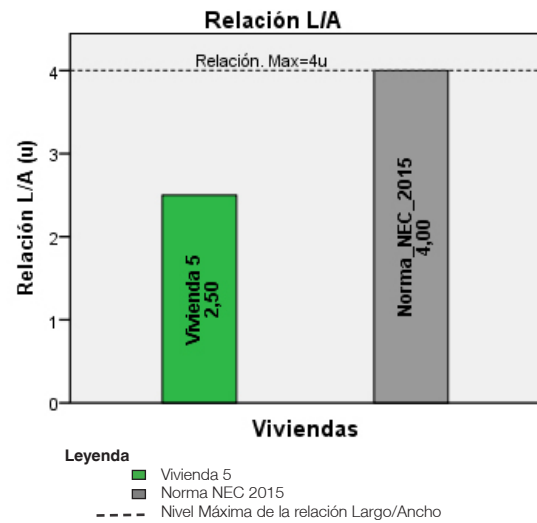


Figura 160: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 5.
Fuente: Autores de Tesis

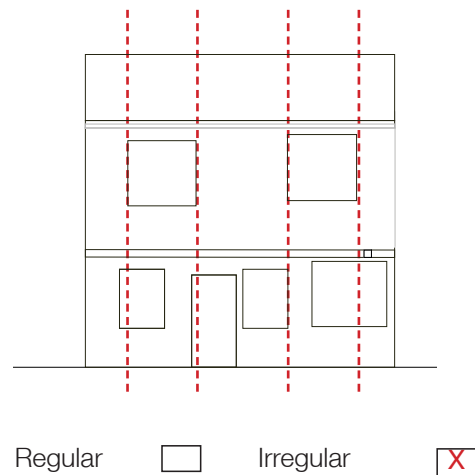


Figura 161: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 5.
Fuente: Autores de Tesis.



JUNTAS CONSTRUCTIVAS

Todas las edificaciones deben de tener juntas constructivas por factores como cuando presenta una relación L/A superior a 4, cuando se encuentran en terrenos que sobrepasan pendientes del 30 %, cuando la construcción es independiente, por la existencia de un desnivel mayor a 400 mm; y la refiere a la diferencia de niveles de pisos que presenta la vivienda.

-Resultados

La vivienda presenta la condición de ser una construcción independiente; por lo que debería tener una junta constructiva de al menos 2.5 cm, en este caso la junta constructiva no existe ya que la edificación se encuentra adosada a tope con la edificación contigua (Ver figura 162).

JUNTAS CONSTRUCTIVAS			
CONDICIÓN	NECESIDAD	EXISTENCIA	
		SI	NO
L/A ≤ 4			
P>30%			
CONST. INDEPENDIENTE	✓		X
DESNIVEL >400mm			
DIFERENCIA DE NIVEL			

Figura 162: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 5.

Fuente: Autores de Tesis.

SIMETRÍA

Para que una edificación cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA. La planta de la vivienda deberá ser lo más simétrica posible respecto a su eje.

-Resultados

La planta de la vivienda presente simetría de respecto a su eje (Ver figura 163).

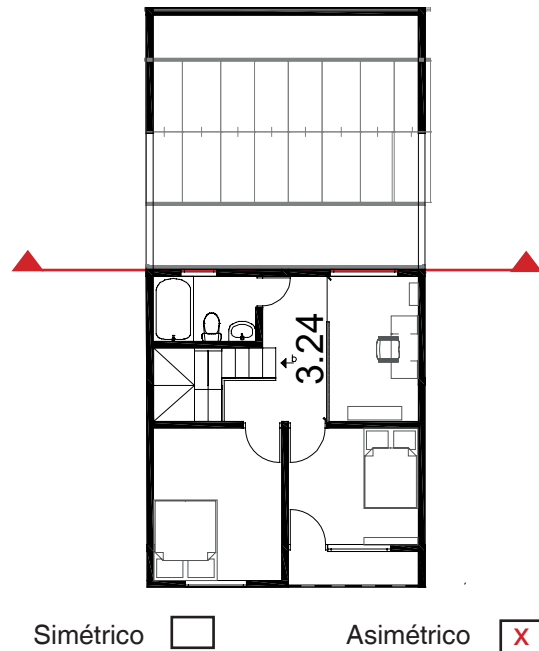


Figura 163: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 5.

Fuente: Autores de Tesis.

Sistema Estructural

Columnas.

- **Sistema de Pórticos**

Para su validación las columnas deberán alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 25cmx25cm o su equivalente de 625cm². en la planta baja y en la planta alta una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente a 400cm².

- Resultados

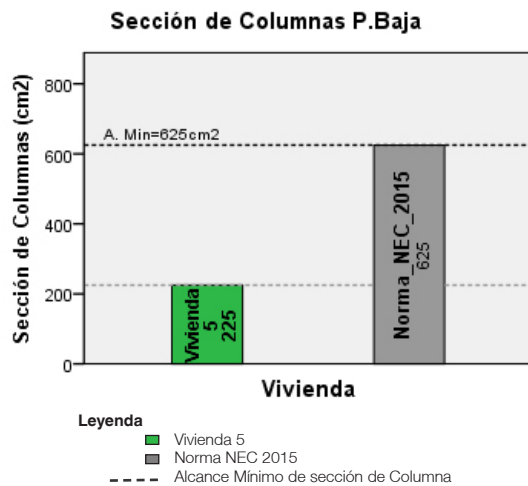


Figura 164: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 5

Fuente: Autores de Tesis

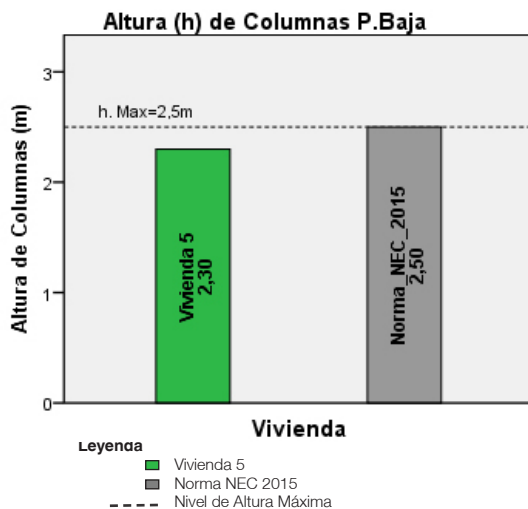


Figura 165: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 5.

Fuente: Autores de Tesis

Las secciones de las columnas de la planta baja alcanzan los de 225cm² valor; sección insuficiente para el valor mínimo (625cm²) admitido por la norma (Ver figura 164).

Las secciones de las columnas de la planta alta llegan a los 225cm² vaor por debajo al mínimo de 400cm² (Ver figura 165).

Las alturas de las columnas de la planta baja y planta alta presentan alturas de 2,3m; encontrándose en un nivel óptimo, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC_2015 (ver figura 166 y figura 167).

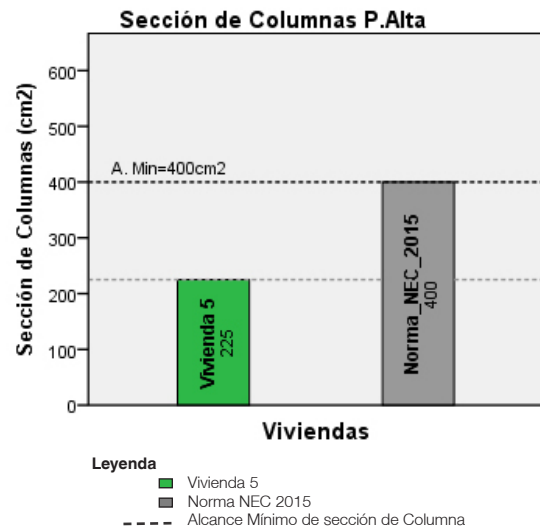


Figura 166: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 5

Fuente: Autores de Tesis

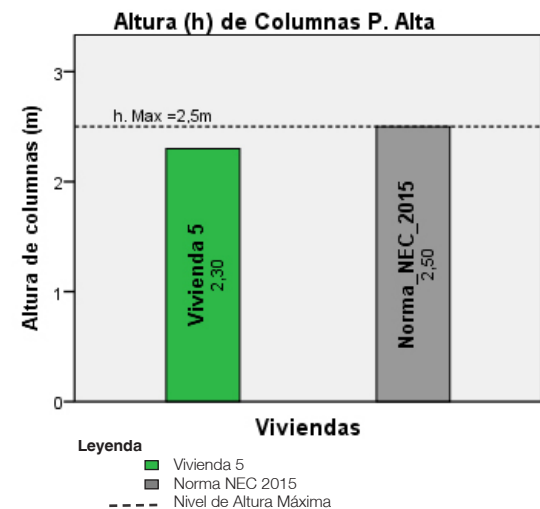


Figura 167: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 5

Fuente: Autores de Tesis



• **Sistema de Mampostería Confinada**

Para su validación las columnas deberán alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 200cm². tanto en la planta baja como en la planta alta.

- Resultados

Las secciones de las columnas alcanzan los 225cm², sección que cumple con la exigencia de la norma que estipula en 200cm² (Ver figura 168).

Las columnas presentan alturas de 2,3m; encontrándose en un nivel óptimo, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (Ver figura 169)..

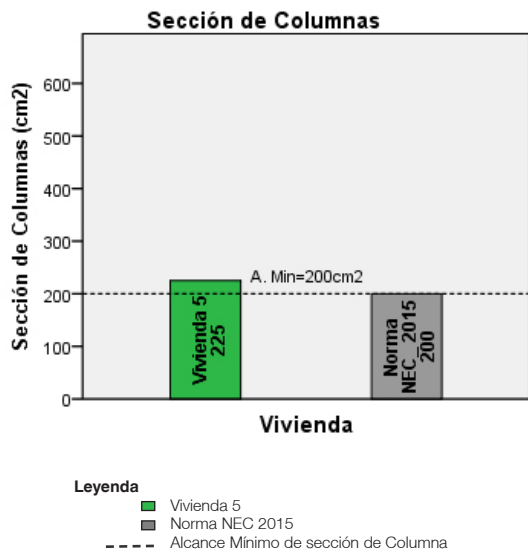


Figura 168: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 5
Fuente: Autores de Tesis

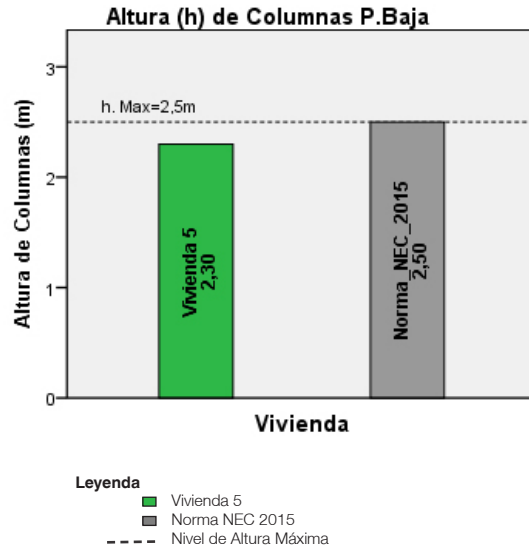


Figura 169: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 5.

Fuente: Autores de Tesis

Vigas

• **Sistema de Pórticos**

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente de 400cm².

La luz máxima permitida para este sistema (pórticos resistentes a momentos) es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 300cm² valor por debajo al mínimo aceptable de 400cm² regido por la norma (Ver figura 170)..

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 3,1m valor que sobrepasa el máximo valor de 4m estipulada en la NEC_2015 (Ver figura 171).

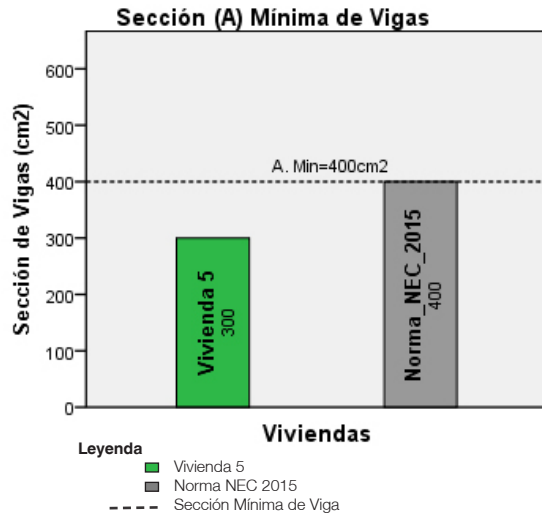


Figura 170: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 5
Fuente: Autores de Tesis.

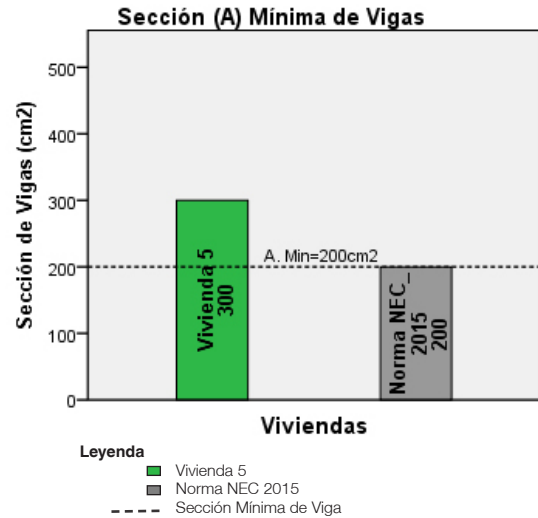


Figura 172: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 5
Fuente: Autores de Tesis.

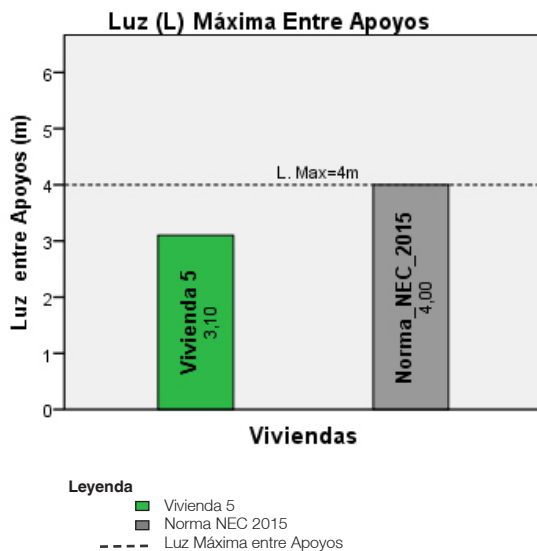


Figura 171: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 5

Fuente: Autores de Tesis.

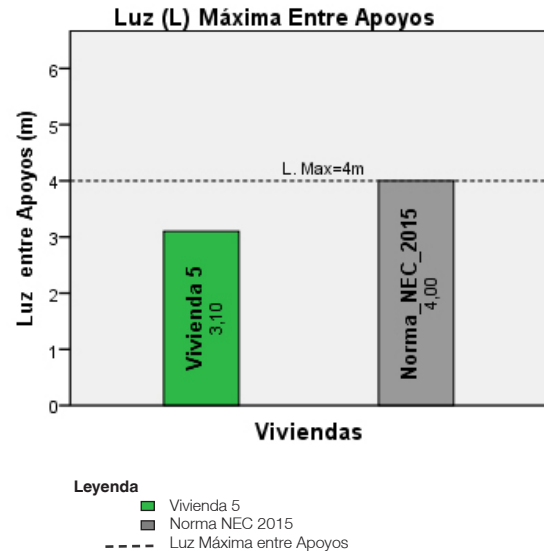


Figura 173: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 5

Fuente: Autores de Tesis.

Mampostería Confinada

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima 200cm².

La luz máxima permitida para sistemas de mampostería confinada es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 300cm², valor que supera al mínimo aceptable de 200cm² regido por la norma (Ver figura 172).

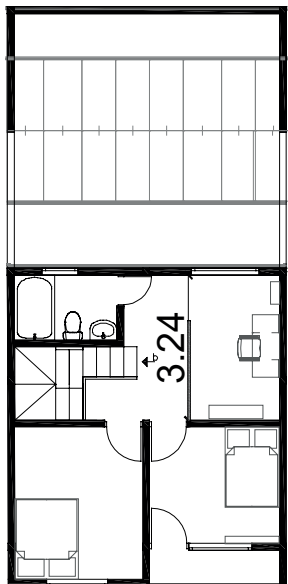
Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 3.1 m valor que cumple por estar bajo el máximo valor de 4m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (Ver figura 173).



Conclusión

Luego de desarrollar el análisis de vigas y columnas de la vivienda 5 tanto para el sistema de pórticos como para el sistema de mampostería confinada, se puede evidenciar que la estructura no cumple a cabalidad con el sistema de pórticos; mientras que para el sistema de mampostería confinada todos los resultados fueron satisfactorios llegando a cumplir con las exigencias de la norma; motivo por el cual el análisis continuará con la evaluación de parámetros concernientes al sistema de mampostería confinada.

Confinamiento de Aberturas.



Elementos de confinamiento Verticales ■

Existen No existen

Elementos de confinamiento Horizontales =

Existen No existen

Figura 174: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 5.

Fuente: Autores de Tesis.

Para que la vivienda cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA, todas las aberturas de puertas y ventanas deben estar confinadas con elementos horizontales y verticales.

-Resultado

La vivienda no presenta elementos de confinamiento horizontales ni verticales en ninguna de sus aberturas (Ver figura 174).

MUROS

Espesor de Muros

Los muros deberán tener un espesor mínimo de de 10 cm para estar ligados a la norma.

-Resultados

El espesor de los muros de la vivienda es de 12cm, superando la exigencia de la normativa (Ver figura 175).

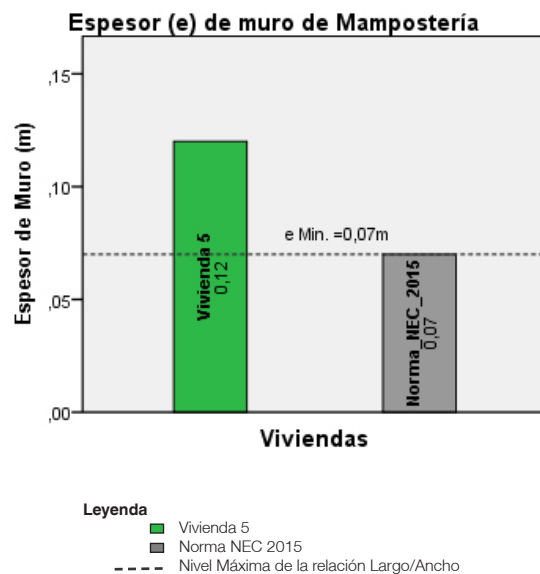


Figura 175: Análisis de espesor de Mampostería de la vivienda 5.

Fuente: Autores de Tesis

Disposición de muros

- Porcentaje de aberturas**

El porcentaje aceptado por la norma es de máximo 35% de abertura en cada uno de las fachadas.

- Distancia entre dos aberturas o abertura y extremo del muro.**

La distancia mínima entre dos aberturas o entre una abertura y el extremo del muro deberá ser de una cota de mínimo 50cm. para su cumplimiento con la norma.

-Resultados

Los porcentajes de aberturas de la Vivienda 5 alcanzan un máximo de 33.33% de aberturas en una de sus fachadas, cumpliendo con las exigencias de la NEC_2015 (ver figura 176 y figura 177). Las Distancias Mínimas entre dos aberturas o una abertura y un extremo de muro de la vivienda 5 es de 0,12m, valor que no satisface la exigencias de la normativa que estable una distancia mínima de 0.50m (Ver figura 178).

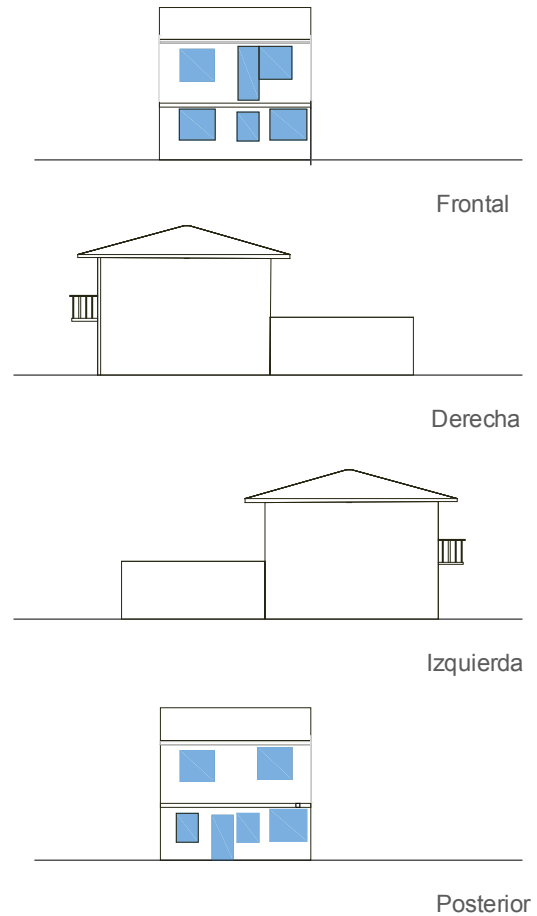


Figura 177: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 5.

Fuente: Autores de Tesis

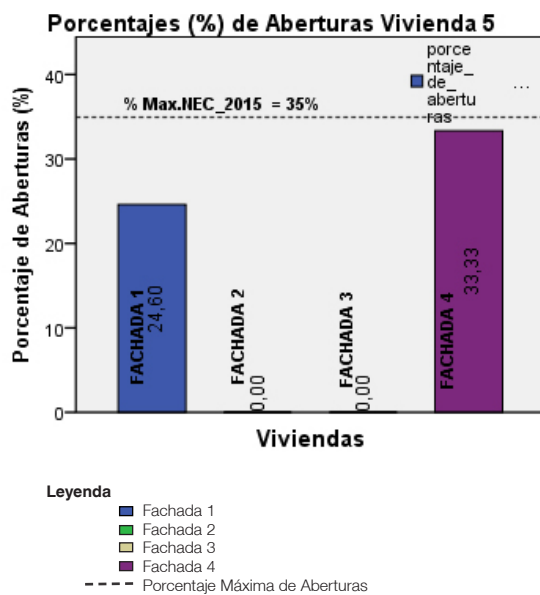


Figura 176: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 5

Fuente: Autores de Tesis

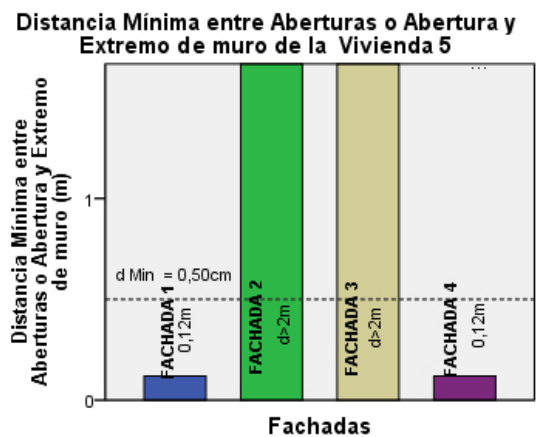


Figura 178: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro de vivienda 5

Fuente: Autores de Tesis

Vivienda 6

La vivienda se encuentra ubicada en el sector Totorachocha, es de propiedad del Sr. Jorge Coronel. El el área del inmueble es de 166.7 m² de construcción, su tipología es unifamiliar y su sistema constructivo es en hormigón armado. (ver tabla16).

DATOS GENERALES		
Propietario:	Coronel Regalado Jorge	
Ubicación	Calle Carlos Rosas y Altiplano	
Código Predial	0402038067000	
Centroide del Predio	x	725473.764756054
	y	9680265.671416918
Superficie del Predio	123.3 m ²	
Superficie de construcción en P.baja	87.23 m ²	
Superficie de construcción en P.Alta	79.47 m ²	
Superficie total de construcción	166.7 m ²	
Tipología de vivienda	Unifamiliar	
Sistema Constructivo	Hormigón Armado	

Tabla14: Datos Generales de la vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis.



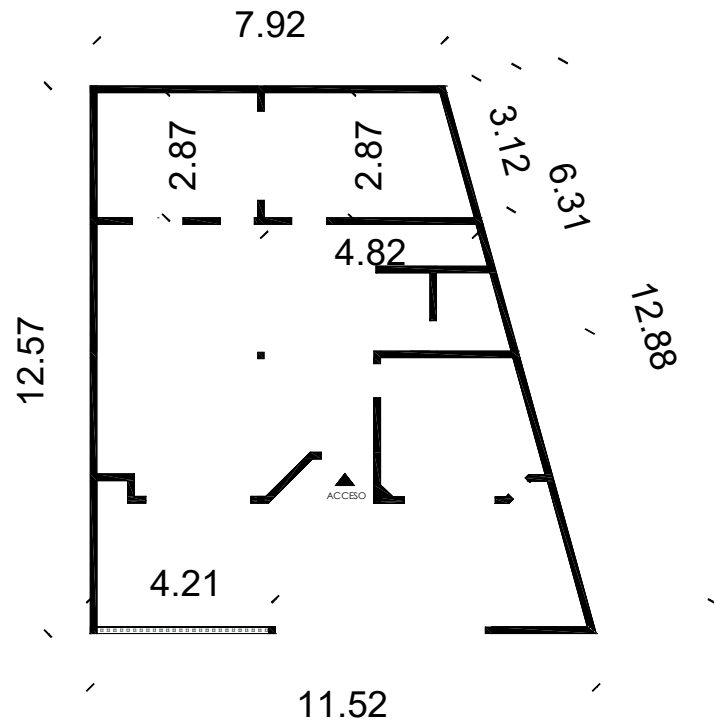
Figura 179: Fotografía I de Vivienda 6.
 Fuente: Autores de Tesis.



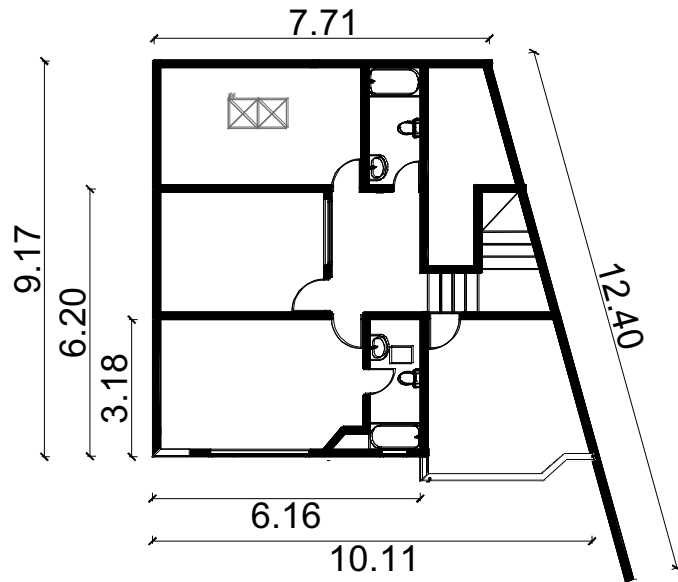
Figura 180: Fotografía II de Vivienda 6.
 Fuente: Autores de Tesis.



Figura 181: Fotografía III de Vivienda 6.
 Fuente: Autores de Tesis.



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

Figura 182: Planta Baja y Planta Alta de Vivienda 6.
Fuente: Autores de Tesis.

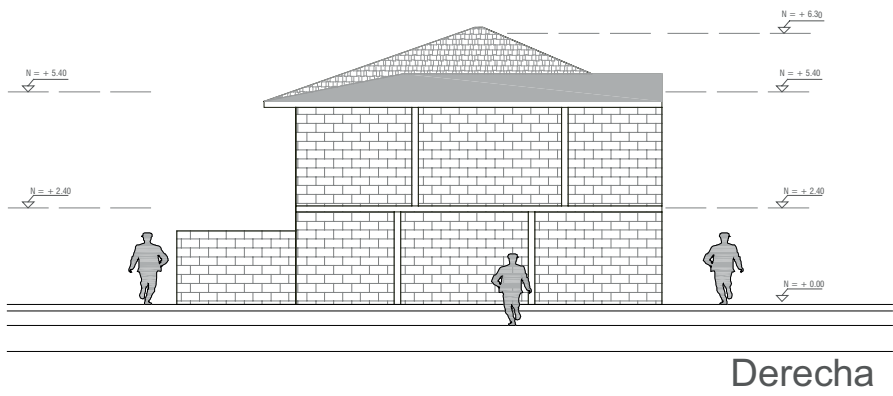
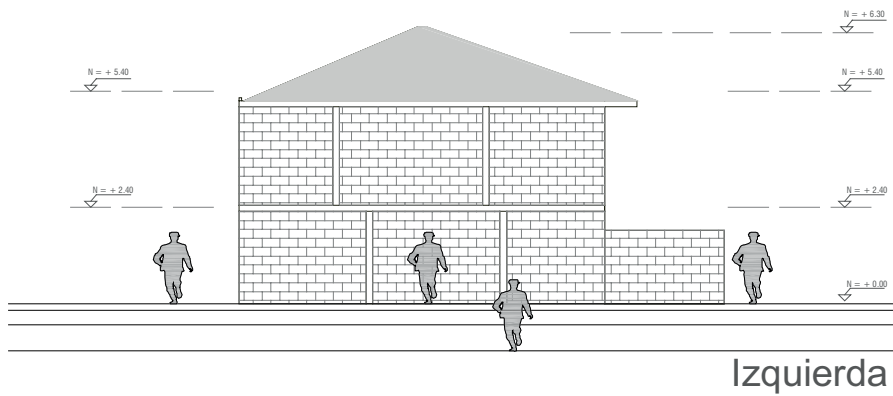
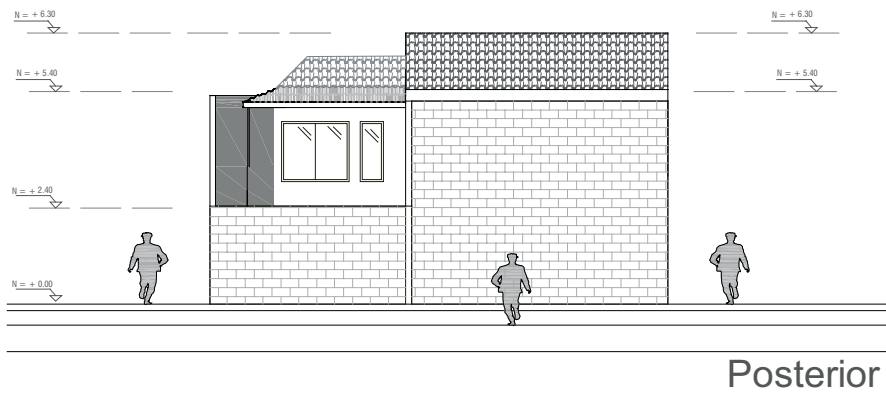


Figura 183: Elevaciones Frontal, L. Derechade, L. Izquierda y Posterior de Vivienda 6.
Fuente: Autores de Tesis.

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

• Continuidad Vertical

Para que la vivienda tenga una estructura resistente a momentos, los pórticos y muros deberán ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

-Resultados

La vivienda no se encuentra bajo los parámetros estipulados en la norma encontrándose una discontinuidad vertical en la planta alta convirtiéndola en una estructura vulnerable a fuerzas horizontales (Ver figura 184).

Regularidad en Planta

La relación L/A de la vivienda o de bloques de la vivienda no deberá sobrepasar del valor de 4, para que sea una estructura resistente a momentos.

-Resultados

La relación L/A de la vivienda es de 1,52 cumpliendo de esta manera la exigencia de la norma determinada en 4 (Ver figura 185).

• Regularidad en Elevación

Las aberturas de puertas y ventanas de la planta baja deberán estar alineadas a las de la planta alta para su cumplimiento con la norma NEC_2015.

-Resultados

Como se puede evidenciar en el diagrama de regularidad vertical la vivienda no cumple con las exigencias de la normativa (Ver figura 186).

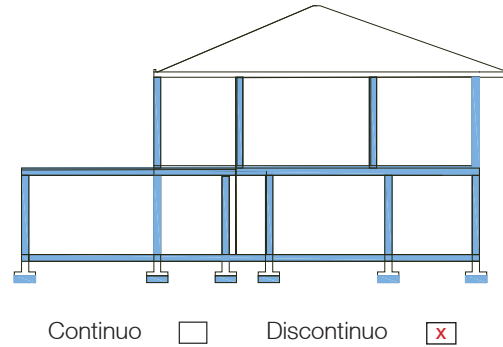


Figura 184: Diagrama de análisis de Continuidad Vertical de la Vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis

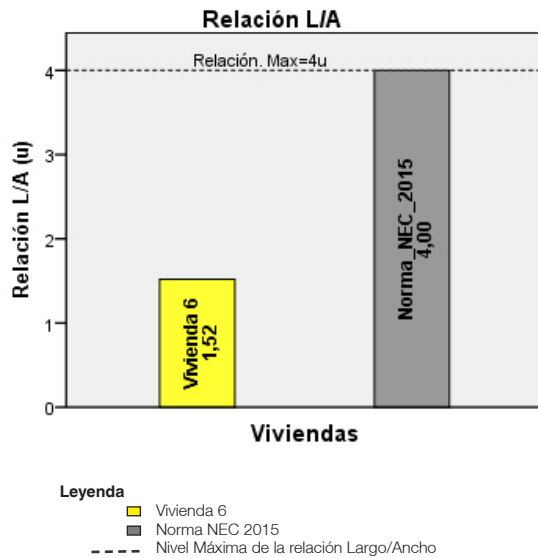


Figura 185: Análisis de la relación L/A de la Vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis

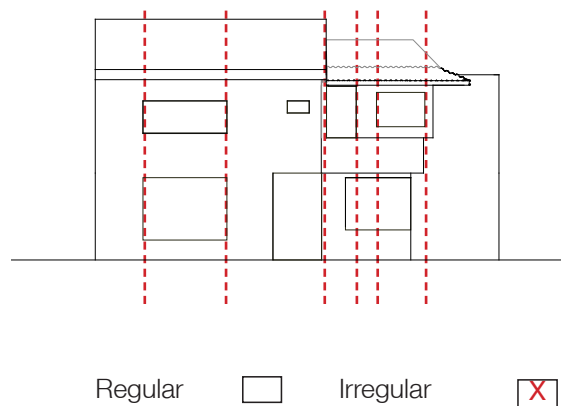


Figura 186: Esquema de Análisis de Regularidad en Elevación de Vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis.



JUNTAS CONSTRUCTIVAS

Todas las edificaciones deben de tener juntas constructivas por factores como cuando presenta una relación L/A superior a 4, cuando se encuentran en terrenos que sobrepasan pendientes del 30 %, cuando la construcción es independiente, por la existencia de un desnivel mayor a 400 mm; y la refiere a la diferencia de niveles de pisos que presenta la vivienda.

-Resultados

La vivienda presenta la condición de ser una construcción independiente; por lo que debería tener una junta constructiva de al menos 2.5 cm, en este caso la junta constructiva no existe ya que la edificación se encuentra adosada a tope con la edificación contigua (Ver figura 187).

JUNTAS CONSTRUCTIVAS			
CONDICIÓN	NECESIDAD	EXISTENCIA	
		SI	NO
L/A ≤ 4			
P>30%			
CONST. INDEPENDIENTE	✓		X
DESNIVEL >400mm			
DIFERENCIA DE NIVEL			

Figura 187: Gráfico de evaluación de juntas constructivas en base a las condiciones y necesidades de la vivienda 6.

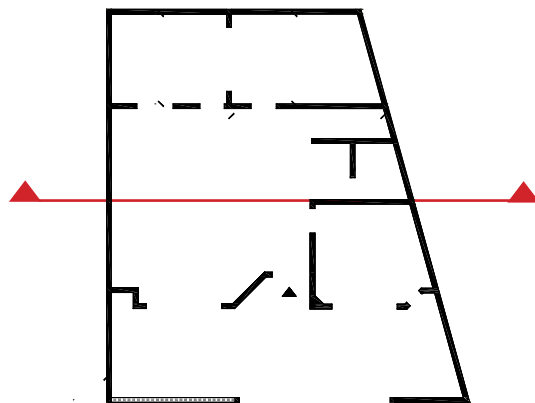
Fuente: Autores de Tesis.

SIMETRÍA

Para que una edificación cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA. La planta de la vivienda debe ser lo más simétrica posible respecto a su eje.

-Resultados

La planta de la vivienda no presente simetría de respecto a su eje (Ver figura 188).



Simétrico

Asimétrico

Figura 188: Esquema para evaluación de la Simetría - Vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis.

Sistema Estructural

Columnas.

- **Sistema de Pórticos**

Para su validación las columnas deberán alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 25cmx25cm o su equivalente de 625cm². en la planta baja y en la planta alta una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente a 400cm².

- Resultados

Las secciones de las columnas de la planta baja alcanzan los de 225cm² valor insuficiente para el valor mínimo (625cm²) admitido por la norma (Ver figura 189).

Las secciones de las columnas de la planta alta llegan a los 225cm² no alcanzando el mínimo valor normado de 400cm² (Ver figura 190).

Las alturas de las columnas de la planta baja y planta alta presentan alturas de 2,4m; encontrándose en un nivel óptimo, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC_2015 (ver figura 191 y figura 192).

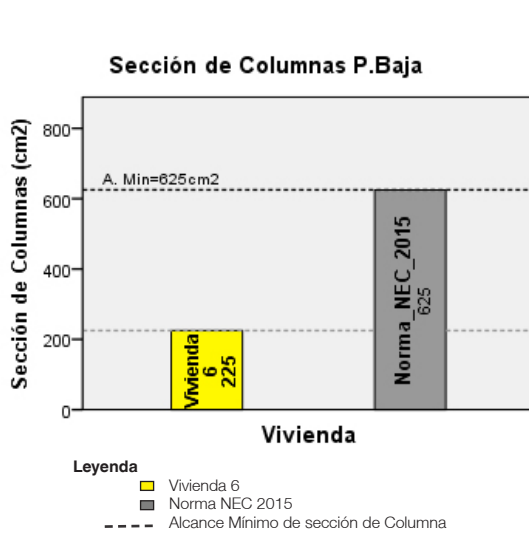


Figura 189: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P.Baja de Vivienda 6

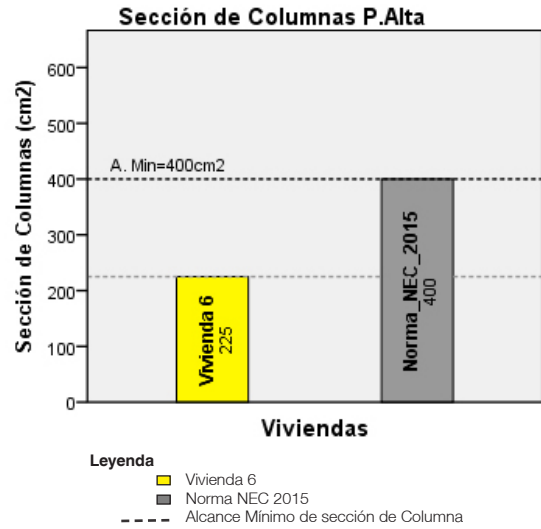


Figura 191: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Baja - Vivienda 6

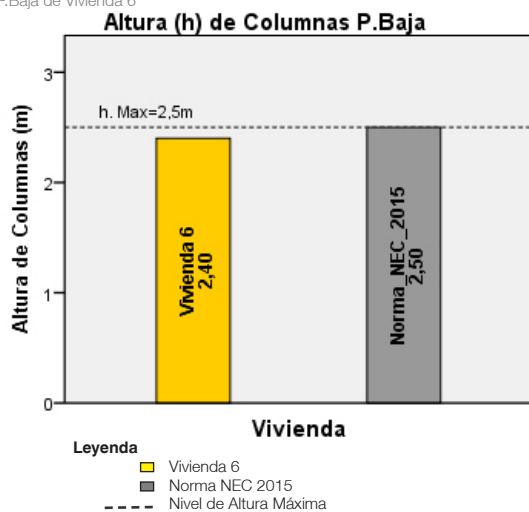


Figura 190: Análisis de Sección de Columnas para sistemas aporticados - P. Alta de Vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis

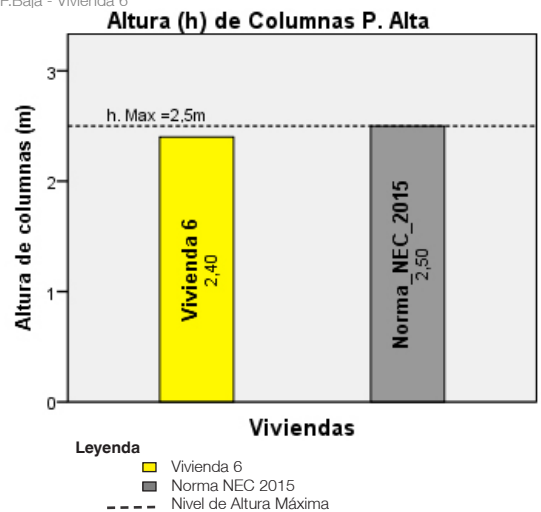


Figura 192: Análisis de Altura (h) de Columnas para sistemas aporticados P.Alta - Vivienda 6

Fuente: Autores de Tesis



• **Sistema de Mampostería Confinada**

Para su validación las columnas deberán alcanzar: una altura máxima de 2,50m, una sección mínima de 200cm². tanto en la planta baja como en la planta alta.

- Resultados

Las secciones de las columnas alcanzan los 225cm², sección que cumple con la exigencia de la norma que estipula en 200cm² (Ver figura 193).

Las columnas presentan alturas de 2,4 m; encontrándose en un nivel optimó, ya que no superan el nivel máxima de 2,50m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (Ver figura 194).

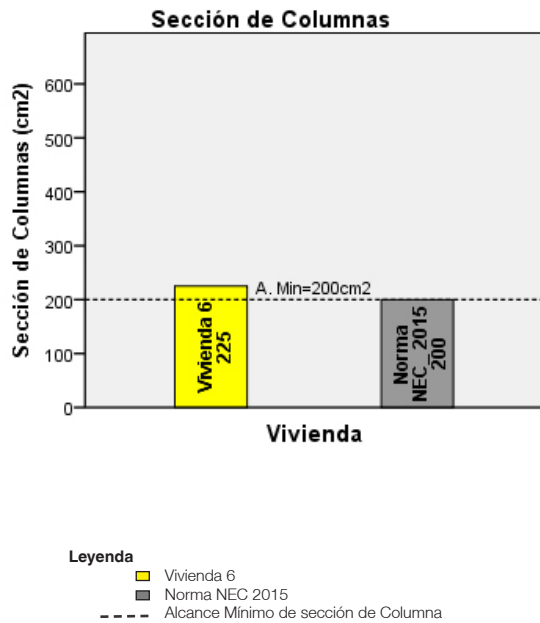


Figura 193: Análisis de Sección de Columnas de confinamiento - Vivienda 6
Fuente: Autores de Tesis

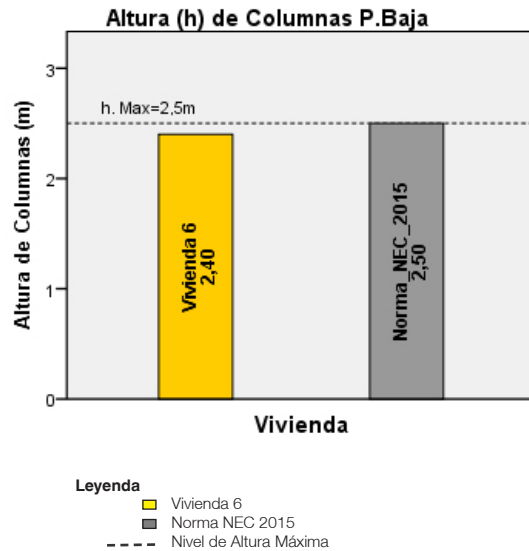


Figura 194: Análisis de Altura (h) de columnas de confinamiento para el sistema de mampostería confinada - Vivienda 6
Fuente: Autores de Tesis

Vigas

• **Sistema de Pórticos**

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima de 20cmx20cm o su equivalente de 400cm².

La luz máxima permitida para este sistema (pórticos resistentes a momentos) es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 300cm² valor por debajo al mínimo aceptable de 400cm² regido por la norma (Ver figura 195).

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 3,5m valor que se encuentra dentro de los parámetros estipulados en la NEC_2015 (Ver figura 196).

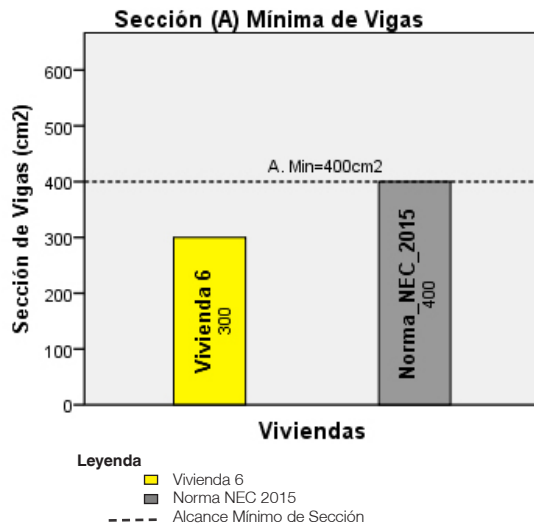


Figura 195: Análisis de Sección de Vigas del sistema de pórticos - Vivienda 6

Fuente: Autores de Tesis.

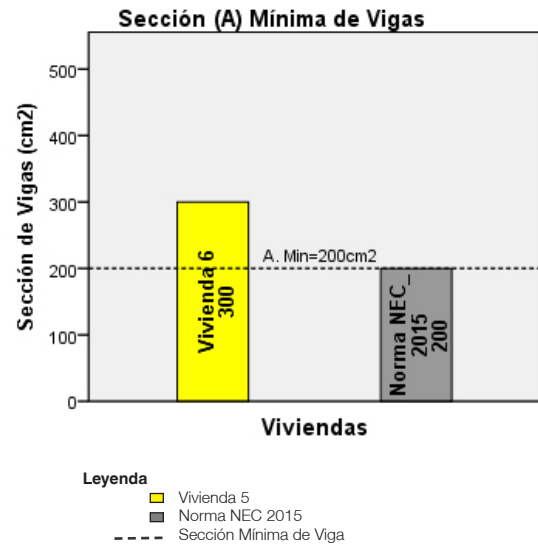


Figura 197: Análisis de Sección de Vigas del sistema de mampostería confinada - Vivienda 6

Fuente: Autores de Tesis.

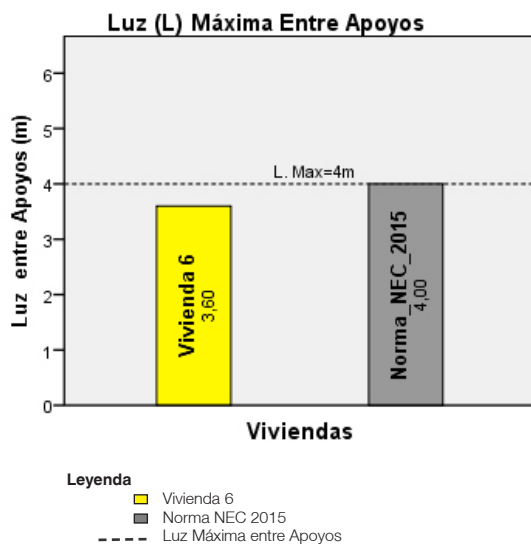


Figura 196: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Pórticos - Vivienda 6

Fuente: Autores de Tesis.

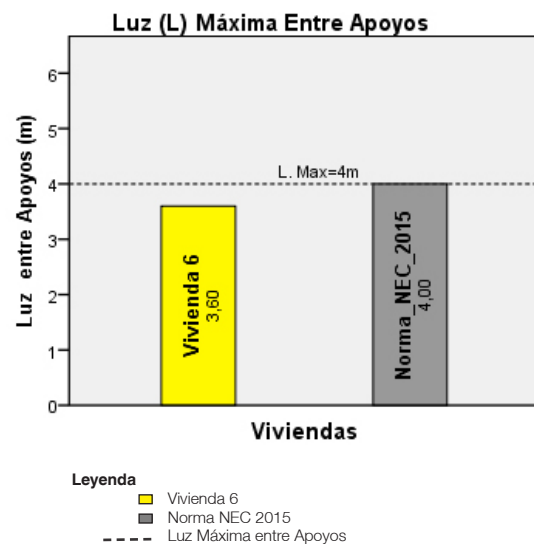


Figura 198: Análisis de La Luz (L) Máxima de Vigas del sistema de Mampostería confinada - Vivienda 6

Fuente: Autores de Tesis.

-Resultados

Las secciones de las vigas de la vivienda son de 300cm², valor que supera al mínimo aceptable de 200cm² regido por la norma (Ver figura 197).

Las luz máxima de las vigas de la vivienda alcanza los 3.1 m valor que cumple por estar bajo el máximo valor de 4m estipulada en la NEC-SE-VIVIENDA (Ver figura 198).

• Mampostería Confinada

Para su aval las vigas deberán tener una sección mínima 200cm².

La luz máxima permitida para sistemas de mampostería confinada es de 4m valor que no deberá ser superado para que la vivienda este bajo normativa.



Conclusión

Luego de desarrollar el análisis de vigas y columnas de la vivienda 6 tanto para el sistema de pórticos como para el sistema de mampostería confinada, se puede evidenciar que la estructura no cumple a cabalidad con el sistema de pórticos; mientras que para el sistema de mampostería confinada todos los resultados fueron satisfactorios llegando a cumplir con las exigencias de la norma; motivo por el cual el análisis continuará con la evaluación de parámetros concernientes al sistema de mampostería confinada.

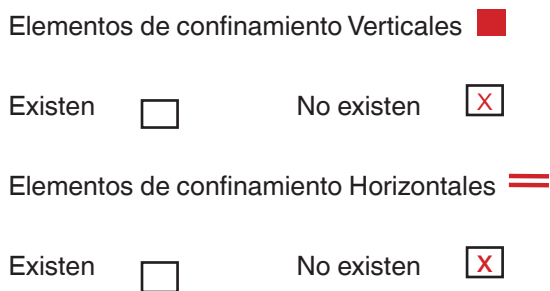
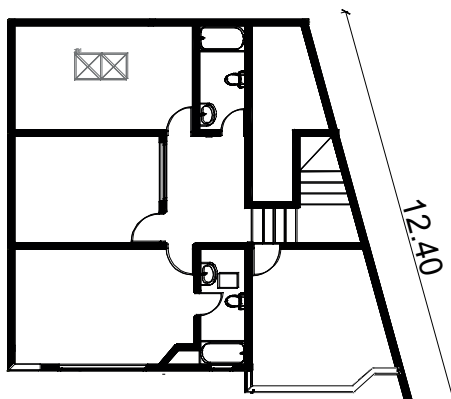


Figura 199: Esquema de ubicación e identificación de elementos de confinamiento verticales y horizontales- Vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis.

Confinamiento de Aberturas.

Para que la vivienda cumpla con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA, todas las aberturas de puertas y ventanas deben estar confinadas con elementos horizontales y verticales.

-Resultado

La vivienda no presenta elementos de confinamiento horizontales ni verticales en ninguna de sus aberturas (Ver figura 199).

MUROS

Espesor de Muros

Los muros deberán tener un espesor mínimo de de 10 cm para estar ligados a la norma.

-Resultados

El espesor de los muros de la vivienda es de 12cm, superando la exigencia de la normativa (Ver figura 200).

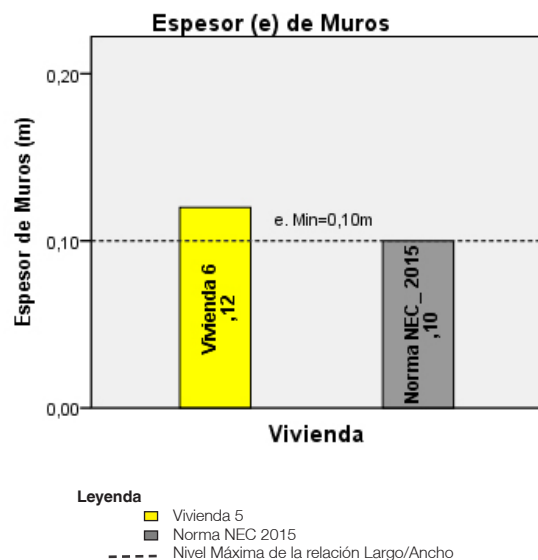


Figura 200: Análisis de espesor de Mampostería de la vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis

DISPOSICIÓN DE MUROS

- Porcentaje de aberturas**

El porcentaje aceptado por la norma es de máximo 35% de abertura en cada uno de las fachadas.

- Distancia entre dos aberturas o abertura y extremo del muro.**

La distancia mínima entre dos aberturas o entre una abertura y el extremo del muro deberá ser de una cota de mínimo 50cm. para su cumplimiento con la norma.

-Resultados

Los porcentajes de aberturas de la Vivienda 6 alcanzan un máximo de 15,86% de aberturas en una de sus fachadas, cumpliendo con las exigencias de la NEC_2015 (ver figura 201 y figura 202).

Las Distancias Mínimas entre dos aberturas o una abertura y un extremo de muro de la vivienda 6 es de 0,28m, valor que no satisface la exigencias de la normativa que establece una distancia mínima de 0.50m (Ver figura 203).

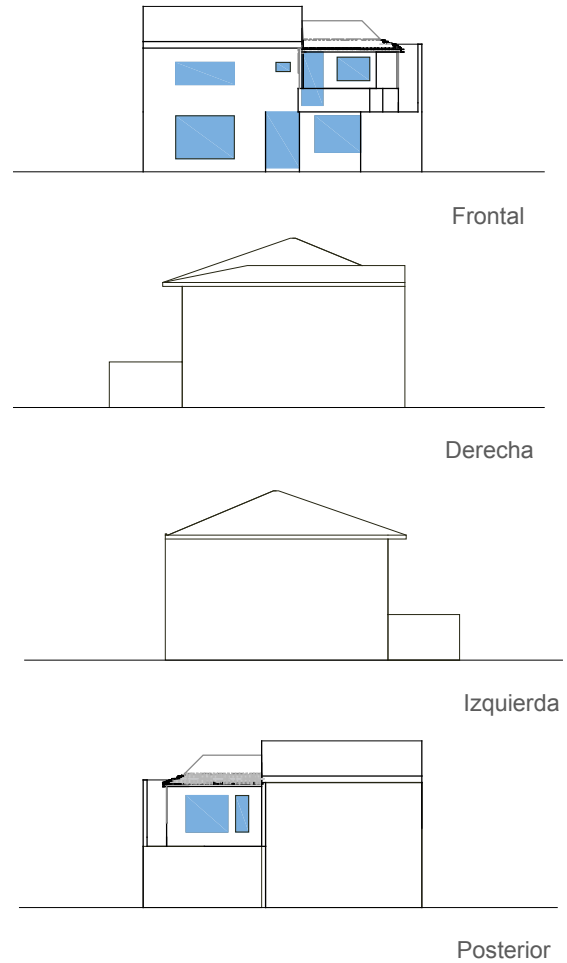


Figura 202: Representación de porcentajes de aberturas en fachadas de la vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis

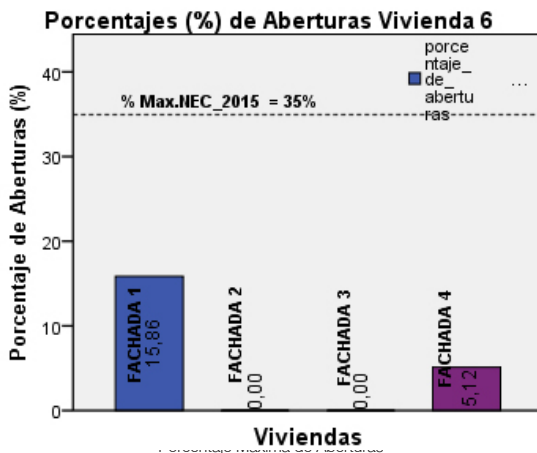


Figura 201: Análisis de porcentajes de Aberturas en Fachadas de la vivienda 6

Fuente: Autores de Tesis

Distancia Mínima entre Aberturas o Abertura y Extremo de muro de la Vivienda 6

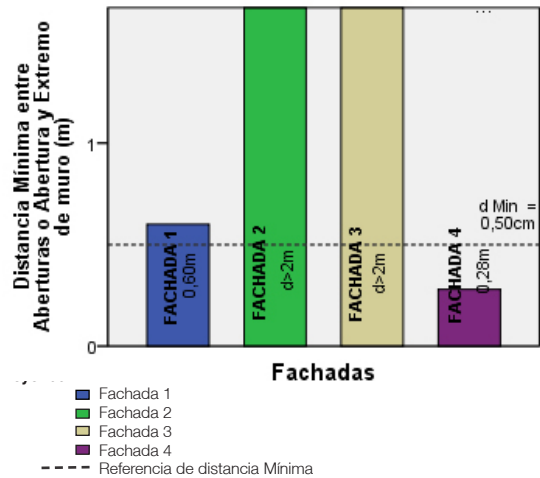


Figura 203: Análisis de Distancia entre aberturas o una Abertura y el extremo de muro de la vivienda 6.

Fuente: Autores de Tesis



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Configuración Estructural

Continuidad Vertical

En cuanto a la continuidad vertical solo 2 viviendas cumplen con la exigencia de la norma, es decir existe tan solo un 33.33% de viviendas que cumplen mientras que un 66.66% de la muestra tienen problemas de continuidad de la estructura (Ver figura 204).

.Regularidad en Planta

En lo que respecta a la regularidad en planta (relación largo-ancho) todas las viviendas cumplen con los parámetros exigidos por la norma; es decir existe un cumplimiento del 100% de la muestra de estudio (Ver figura 205).

Regularidad en elevación.

En lo que a regularidad en elevación se refiere, tan solo el 33.33% de las viviendas cumplen con la norma (Ver figura 206).

Continuidad Vertical

	Viviendas	Porcentajes
Continuo	2	33.3
Discontinuo	4	66.7
Total	6	100

Continuidad Vertical

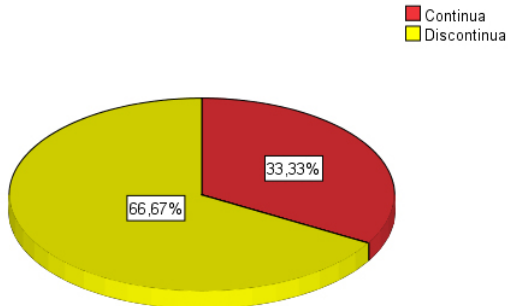


Figura 204: Porcentaje de continuidad Vertical de la Muestra.

Fuente: Autores de Tesis.

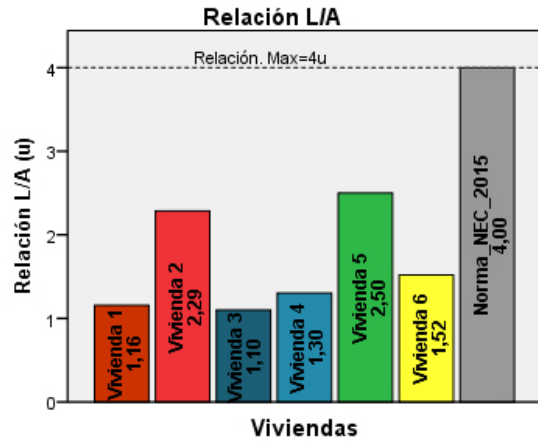


Figura 205: Análisis de la Relación Largo-Ancho de la Muestra.

Fuente: Autores de Tesis.

Regularidad en Elevación

	Frecuencia	Porcentaje
Regular	2	28.6
Irregular	4	57.1
Total	6	100

Regularidad en Elevación

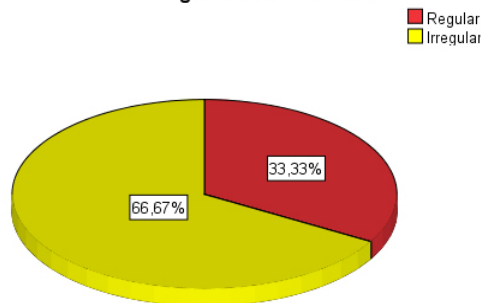


Figura 206: Porcentaje de Regularidad en elevación de la Muestra.

Fuente: Autores de Tesis.



Juntas Constructivas

De las 6 viviendas analizadas el 100% de las viviendas tienen necesidad de junta constructivas al menor por una condición que presentan las edificaciones, de las cuales el 66.6% no cumplen con la exigencia de la norma ya que no existen juntas constructivas en la edificación (Ver figura 207).

Esa ausencia de juntas se debe al desconocimiento de conceptos básicos, por la necesidad de aprovechar al máximo el terreno, para evitar el ingreso de humedad por lluvia a la vivienda y por evitar la invasión de roedores o animales que pueden afectar las condiciones de la edificación.

Simetría

En lo que respecta a la simetría el 83.4% de las edificaciones no cumplen con la condición de la norma, encontrándose tan solo una viviendas que es simétrica respecto al eje; las restantes presentan plantas muy irregulares esto debido a la necesidad de adaptarse a terrenos irregulares o por desiciones de diseño tomadas previamente (Ver figura 208).

Estructura

Columnas

Sistema de Pórticos

columnas

En el estudio del elemento estructural columna se pudo evidenciar que la mayor sección de las columnas de las 6 viviendas analizadas se establecieron en 400cm², muy por debajo al de requisito mínimo de 625cm² establecidos en la norma NEC_2015 para columnas en planta baja (ver figura 209).

Mientras que en columnas en planta alta las

	Frecuencia	Porcentaje
Existe	2	33,3
No Existe	4	66,7
Total	6	100,0

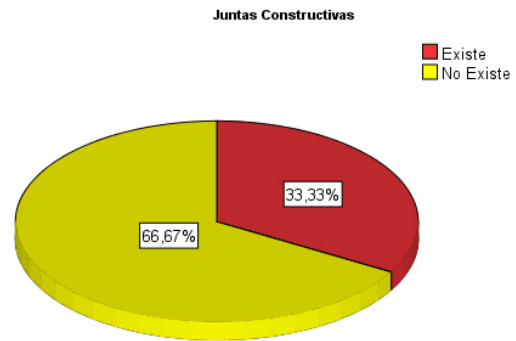


Figura 207: Porcentaje de existencia de Juntas Constructivas

Fuente: Autores de Tesis.

	Frecuencia	Porcentaje
Simétrico	1	16,7
Asimétrico	5	83,3
Total	6	100,0

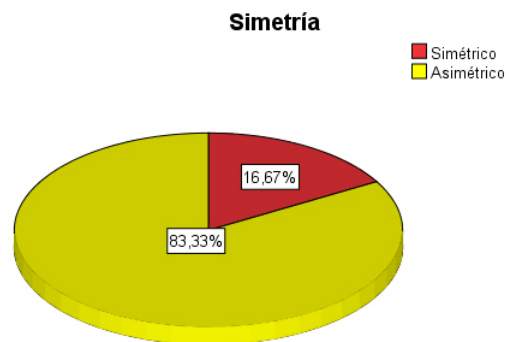


Figura 208: Porcentaje de Simetría de la Muestra

Fuente: Autores de Tesis.

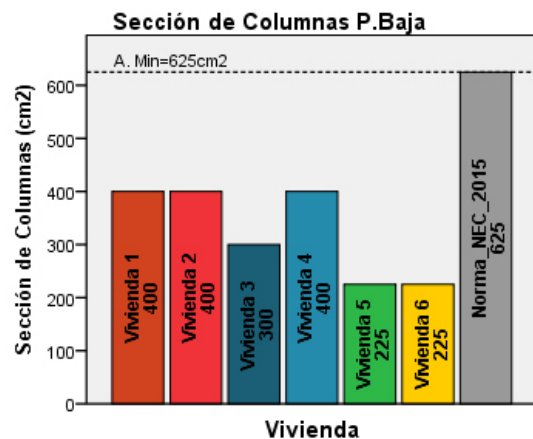


Figura 209: Sección de columnas de la P. Baja de la Muestra-S. Pórticos

Fuente: Autores de Tesis.



viviendas 1,2 y 4 alcanzan el valor mínimo de 400cm² exigidos por la norma . Es decir existen un 50% de la muestra que cumple con la sección mínima de columna en planta alta (ver figura 210).

En lo que respecta a alturas de las columnas en planta baja y planta alta todas las 6 viviendas se encuentran dentro de los parámetros normados, siendo tan solo la vivienda 4 la que se encuentra en el valor máximo de sección permitida (Ver figura 211 y figura 212).

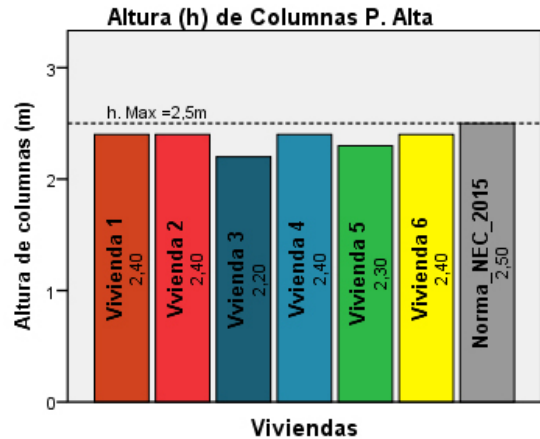


Figura 212: Altura de columnas de la P. Alta de la Muestra-S. Pórticos
Fuente: Autores de Tesis.

Sistema de Mampostería Confinada

En el estudio del elemento estructural columna en lo que respecta al sistema de mampostería confinada el 100% de las viviendas cumplen con la exigencia de la norma NEC-SE-VIVIENDA; arrojando resultados muy interesantes; el valor mínimo de la sección de las viviendas alcanza 225cm² con las viviendas 5 y 6, mientras que el valor máximo llega a los 400cm² perteneciente a las viviendas 1,2,4 (ver Figura 213).

En lo que respecta a alturas de las columnas todas las 6 viviendas se encuentran dentro de los parámetros normados (Ver figura 114).

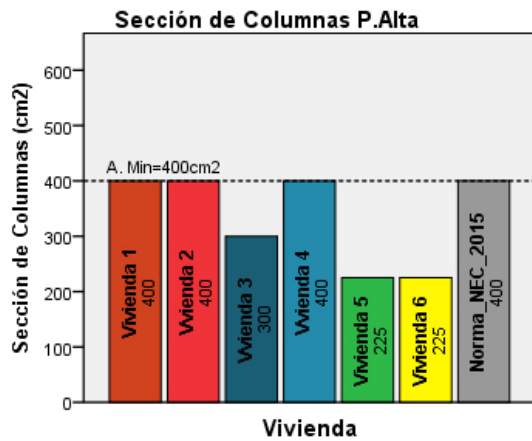


Figura 210: Sección de columnas de la P. Alta de la Muestra-S. Pórticos
Fuente: Autores de Tesis.

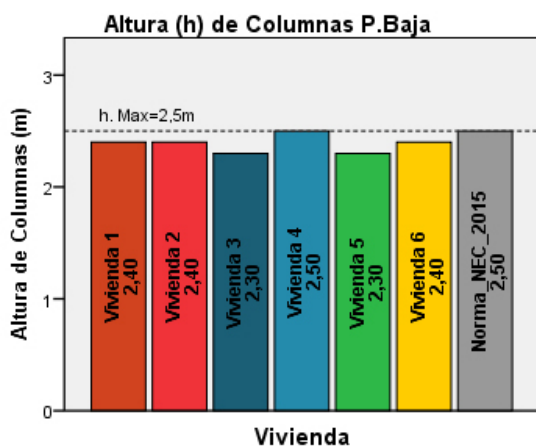


Figura 211: Altura de columnas de la P. Baja de la Muestra- S. Pórticos.
Fuente: Autores de Tesis.

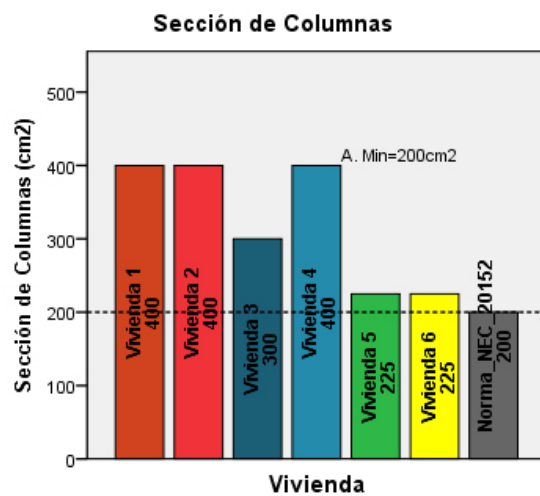


Figura 213: Sección de columnas de la Muestra-S. Confinado
Fuente: Autores de Tesis.

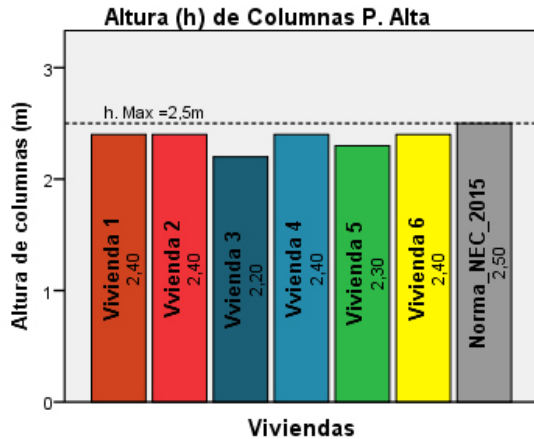


Figura 214: Alturas de columnas de la Muestra-S. Confinado
Fuente: Autores de Tesis.

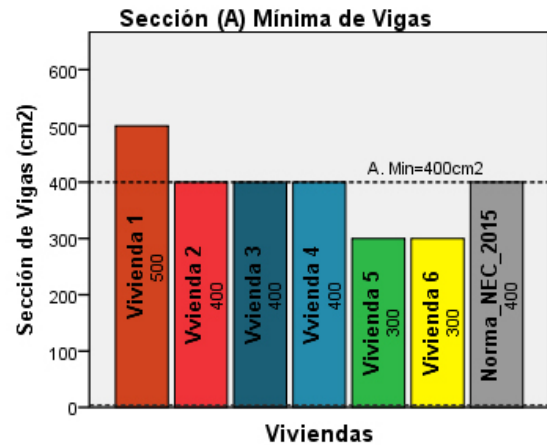


Figura 215: Análisis de la sección mínima de vigas de la Muestra-S.Pórticos.
Fuente: Autores de Tesis.

Vigas

Sistema de Pórticos

En el estudio del elemento estructural viga para el sistema de pórticos se pudo evidenciar que la mayor sección de las 6 viviendas analizadas es de 500cm² perteneciente a la vivienda 1, las viviendas 2,3,4 tienen una sección de 400cm² cumpliendo de esta manera con el valor mínimo de la norma mientras que las viviendas 5 y 6 alcanzan una sección máxima de 300cm² ubicándose por debajo del valor exigido por la norma.

En resumen existe un 66.66% de cumplimiento en lo que respecta al parámetro de sección de vigas (Ver figura 215).

En el análisis de la luz máxima entre apoyos se puede observar que las viviendas 1 y 2 alcanzan luces de 5.50m y la vivienda 4 4.20m, incumpliendo de este modo la norma que establece una luz máxima entre apoyos de 4m. Mientras que las viviendas 3,5 y 6 se encuentran dentro de los parámetros normados (Ver figura 216).

Es decir en lo que respecta a la luz máxima entre apoyos existe un cumplimiento del 50% de la muestra.

Sistema de Mampostería Confinada

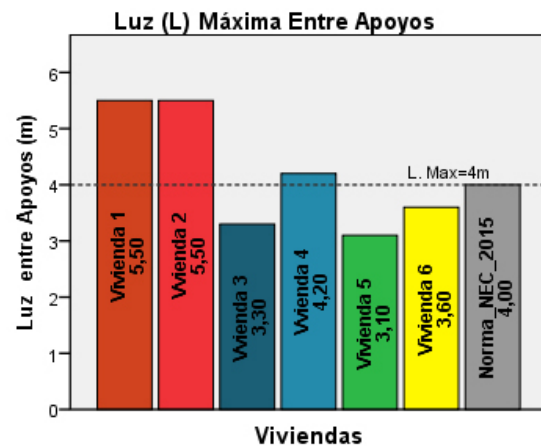


Figura 216: Luz Máxima Entre Apoyos de la Muestra- S.Pórticos
Fuente: Autores de Tesis.

En el estudio del elemento estructural viga para el sistema de mampostería confinada se pudo evidenciar que todas las viviendas cumplen con la norma NEC-SE-VIVIENDA alcanzando una sección máxima de 500cm² perteneciente a la vivienda 1, las viviendas 2,3,4 tienen una sección de 400cm² superior al valor mínimo de la norma establecido en 200cm² (Ver figura 217).

En el análisis de la luz máxima entre apoyos se puede observar que las viviendas 1 y 2 alcanzan luces de 5.50m y la vivienda 4 4.20m, incumpliendo de este modo la norma que establece

una luz máxima entre apoyos de 4m. Mientras que las viviendas 3,5 y 6 se encuentran dentro de los parámetros normados (Ver figura 218).

Es decir en lo que respecta a la luz máxima entre apoyos existe un cumplimiento del 50% de la muestra.

Confinamiento de Aberturas

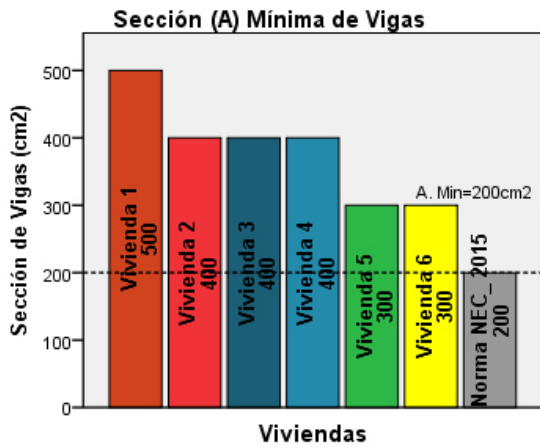


Figura 217: Análisis de la sección mínima de vigas de la Muestra-S Confinado.

Fuente: Autores de Tesis.

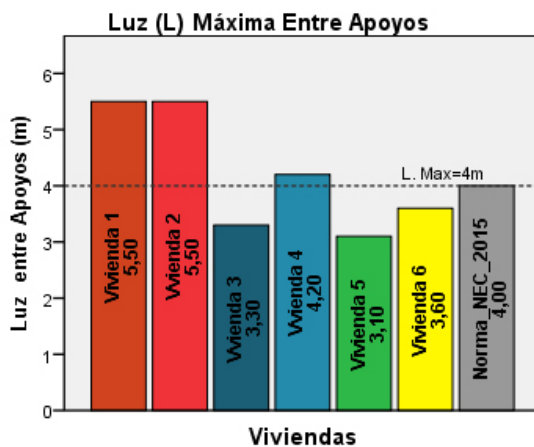


Figura 218: Luz Máxima Entre Apoyos de la Muestra- S.Confinado.

Fuente: Autores de Tesis.

El confinamiento de aberturas (vanos de puertas y ventanas) tanto horizontal como vertical no existe en ninguna de las viviendas analizadas es decir el incumplimiento es del 100% de la muestra.

Luego del análisis de los dos sistemas estructurales que predominan en la ciudad de Cuenca observamos que las edificaciones no tienen un sistema estructural definido; existe una confusión por parte de profesionales tanto en el ámbito de diseño como en el de la construcción; interpretan de una manera inadecuada los conceptos básicos de cada sistema. Viéndose evidenciado en los resultados del análisis de columnas y vigas las mismas que no cumplen parámetros de la norma en cuanto al sistema de pórticos; pero si en parámetros referidos a la mampostería confinada; mientras que en el análisis de confinamiento de aberturas el incumplimiento es del 100%, no se realiza con vigas de confinamiento tan solo se emplea refuerzos horizontales característicos de un sistema de pórticos.



MUROS

Espesor de Muro

Los espesores de los muros de las 6 edificaciones superan a los valores mínimos estipulados en la norma alcanzando en algunas de las viviendas niveles que duplican el espesor del exigido por la norma como es el caso de la vivienda 1 y 2 (Ver figura 219).

Disposición de Muros.

En cuanto al cumplimiento de los porcentaje de aberturas existen las viviendas 2,4 y 5 sobrepasan el porcentaje límite de aberturas en fachadas. Estableciendo de esta manera un 50% de viviendas que se encuentran dentro del 35 % establecido por la norma NEC_2015 (Ver figura 220).

La distancia mínima entre aberturas o una abertura y el extremo del muro en el análisis tan solo las fachadas de la vivienda 3 cumplen con la exigencia mínima de la norma. alcanzando de esta manera un cumplimiento del 16,66% (Ver figura 221).

En nuestro medio en los muros son considerados como elementos de relleno que no cumplen ninguna función estructural sin importar el sistema constructivo aplicado; por la cual se dan libertades de abrir vanos en cualquier parte del muro sin ningún conocimiento estructural básico previo.

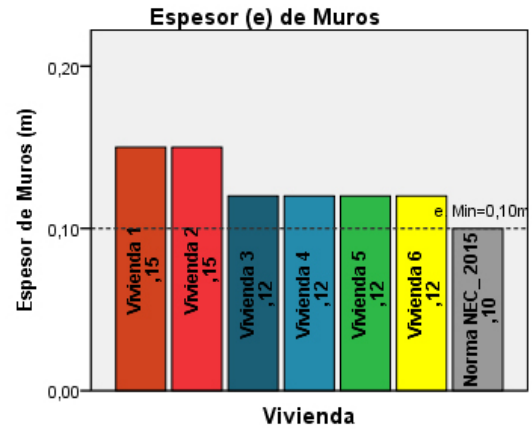


Figura 219: Análisis de espesores de Muro de la Muestra.

Fuente: Autores de Tesis.

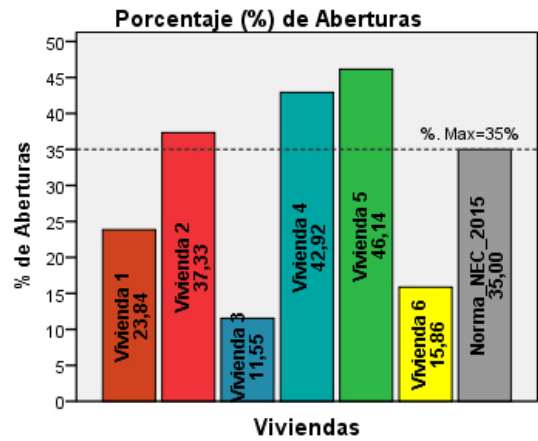


Figura 220: Análisis de Porcentaje de Aberturas de la Muestra.

Fuente: Autores de Tesis.

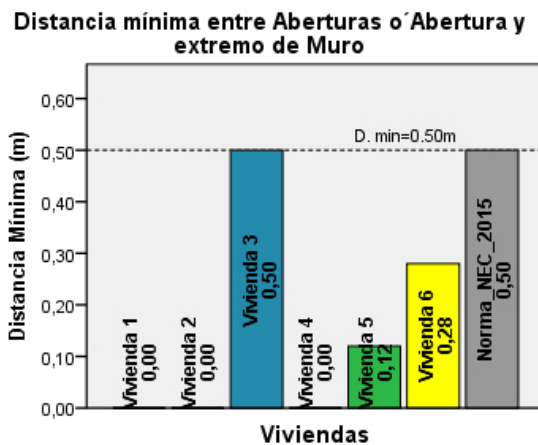


Figura 221: Análisis de la distancia mínima entre dos aberturas o una abertura y el extremo de muro de la Muestra.

Fuente: Autores de Tesis.



4. REFORZAMIENTO DE ESTRUCTU- RAS DE HORMIGÓN



4.1.Introducción.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se pudo evidenciar que las viviendas no poseen un sistema estructural definido, por lo tanto, presentan una serie de deficiencias con respecto al cumplimiento de la NEC-2015, tanto para el sistema estructural de muros confinados como para el sistema de pórticos con muros aporticados. Es poco probable plantear una solución única que nos permita el cumplimiento de cada punto especificado en la normativa para viviendas, es por ello que buscaremos una solución que garantice el cumplimiento del objetivo principal de la NEC la cual es la resistencia a fuerzas externas

Por ello se hace un recolección de información de las fallas más comunes en las estructuras y se plantea un sistema de reforzamiento basado en perfilaría metálica, esto debido a su alto grado de resistencia, economía, maleabilidad y lo más importante su fácil aplicación en edificaciones ya consolidadas; a comparar con los métodos de reforzamiento basados en el hormigón o fibra de carbono ya que estos requieren cálculos previos, mano de obra especializado y materiales costosos.



4.2. Fallas Comunes en Estructuras de Hormigón.

Las fases de diseño y construcción son cruciales en la permanencia, durabilidad y conservación de la edificación durante su vida útil, son fases determinantes en el comportamiento de la estructura cuando sea sometida a fuerzas externas que pueda presentarse.

En las estructuras de hormigón se evidencian una serie de fallas causadas por fuerzas sísmicas, además son las principales causantes de daños en edificaciones.

Vigas y Columnas con Grandes Esfuerzos de Cortante y de Tensión.

Este tipo de fallas ocurren por la gran concentración de esfuerzos originados por las distintas cargas y fuerzas que induce el sismo.

Las fuerzas cortantes impuestas por los sismos, originan fallas por tensión diagonal. La manifestación típica es la formación de grietas inclinadas, en ángulos de aproximadamente 45°.

Cuando no hay suficiente acero transversal, o éste se encuentra muy separado, el concreto no tiene el confinamiento necesario y hay muy poca resistencia a la tensión diagonal (Ver figura 222).

Las vigas también pueden fallar por tensión diagonal provocada por las fuerzas sísmicas (Ver figura 223) (CIGIR, 2009).

Falla Causada por Entrepisos que no Poseen Adecuada Resistencia al Corte.

El colapso de los edificios se debe generalmente a la poca resistencia que tienen las columnas para resistir cargas laterales (Ver figura 224).

Las columnas deben tener un área transversal suficiente que les permitan resistir las fuerzas



Figura 222: Falla en vigas por tensión diagonal

Fuente: CIGIR



Figura 223: Falla por acción sísmica en columna

Fuente: CIGIR



Figura 224: Daño causado por falta de rigidez lateral.

Fuente: CIGIR



cortantes inducidas por los sismos (CIGIR,2009).

Conexiones Viga-Columna con Falla de Adherencia.

En las conexiones entre los distintos elementos estructurales, se originan condiciones complejas y elevadas concentraciones de esfuerzos, que conducen a numerosos casos de falla.

Las conexiones pueden fallar por la escasez de anclajes de refuerzo entre las columnas y las vigas (Ver figura 225) (CIGIR,2009).

Asimetrías que Causan Efectos Torsionales.

Si el centro de masa de una estructura no coincide con el centro de rigidez, se originan efectos de torsión, en los que el edificio tiende a girar respecto a su centro de rigidez, causando incrementos excesivos en las fuerzas laterales.

Cuando los elementos estructurales están distribuidos asimétricamente en planta, se originan vibraciones torsionales ante las acciones sísmicas, generando fuerzas elevadas en los elementos de la periferia del edificio (Ver figura 226).

La torsión es una de las principales causantes de daños por los sismos en las edificaciones y se deben generalmente, al desequilibrio en la distribución de rigideces en la edificación (CIGIR,2009).

Fallas por ausencia de Juntas Constructivas

Todas las estructuras deben tener un espacio suficiente con respecto a las edificaciones adyacentes, ya que en el momento de un sismo, cada una vibrará de manera distinta y esto puede conducir a que se golpeen entre ellas.

El golpeteo es capaz de producir daños severos.

Cuando entre las estructuras que se golpetean



Figura 225: vigas desprendidas de las columnas.

Fuente: CIGIR



Figura 226: El núcleo de la escalera puede ser culpable de efectos de torsión en casos de sismos.

Fuente: CIGIR



Figura 227: Las losas de entresijos de los edificios más bajos, golpean las columnas del edificio más alto y causa daños severos en este último.

Fuente: CIGIR



no coinciden los niveles de los pisos, las fallas pueden ser más graves; ya que las losas de uno de los edificios pueden golpear las partes intermedias de las columnas del otro (Ver figura 227). (CIGIR,2009).

Variaciones Bruscas de Rigidez a lo Largo de la Altura de la Edificación.

Con frecuencia se construyen las plantas bajas de los edificios con el mayor espacio posible para permitir el paso o estacionamiento de vehículos, sin colocar paredes; mientras que en los pisos superiores las paredes proporcionan confinamiento y aportan mayor rigidez (Ver figura 228).

Esto hace que la planta baja posea una rigidez mucho menor a la de los pisos superiores; lo que conduce a grandes desplazamientos y concentración de daños en las columnas de ese nivel. A esta situación se le conoce como “planta baja débil”, “planta baja libre” o “planta baja blanda” (Ver figura 229).

En caso de un evento sísmico, las edificaciones con planta baja débil, tienden a presentar severos daños, que incluso se manifiestan con el colapso de la estructura (CIGIR,2009).

Amplificación de los Desplazamientos en Pisos Superiores.

Cuando se presenta un sismo, la vibración se amplifica a lo largo de la altura de las edificaciones.

La amplificación es acentuada en niveles superiores, lo que conduce a elevadas concentraciones de fuerzas y esfuerzos, que conllevan al colapso de una parte del edificio a partir de cierta altura.

El fenómeno se conoce como amplificación di-



Figura 228: El daño estructural provocado por la planta débil, conllevó a la inutilización del edificio.

Fuente: CIGIR.



Figura 229: Colapso total de la planta baja del edificio

Fuente: CIGIR.



Figura 230: Colapso total de pisos superiores

Fuente: CIGIR.



námica de fuerzas ó resonancia local

Algunos autores atribuyen este tipo de colapso a la unión de concretos vaciados en distintas ocasiones (uno más nuevo que el otro), por eso es recomendable no interrumpir el proceso de vaciado del concreto durante la ejecución de las obras (Ver figura 230).

Los cambios bruscos en elevación hacen que ciertas partes del edificio se comporten como apéndices, con el riesgo de que se produzca el fenómeno de amplificación dinámica de fuerzas (CIGIR,2009).

Grandes Esfuerzos Causados por Presencia De Columnas Cortas.

Las columnas cortas se originan cuando algún elemento, comúnmente las paredes, se encuentran adosadas a las columnas, restringiéndolas hasta donde llega la altura de las paredes.

Se provocan concentraciones de fuerza cortante en los extremos libres de las columnas, que tienden a fallar frágilmente por cortante.

Las columnas que se encuentran restringidas, adquieren mucha más rigidez en comparación con las demás columnas que no están confinadas ni restringidas en ninguno de sus lados. Por lo tanto, se generan elevados esfuerzos de corte en la columna corta, ocasionando consecuencias desastrosas.



Figura 231: Falla típica de columna corta

Fuente: CIGIR.

Ante la insuficiente ductilidad de la columna corta, la falla se genera por tensión diagonal producida por elevados esfuerzos cortantes.

La columna corta es más frágil que las demás columnas no restringidas parcialmente, debido a que su longitud deformable es más limitada.

Es por lo tanto recomendable no adosar directamente las paredes a las columnas, sino dejar un espacio libre entre ellas, o colocando algún tipo de junta que le permita a la columna deformarse libremente, permitiéndole trabajar dúctilmente en el momento de algún movimiento sísmico. (Deben fijarse muy bien las paredes a la viga superior, inferior o a ambas)

En caso de colocar paredes adosadas a las columnas, debe hacerse a lo largo de toda su longitud (Ver figura 231) (CIGIR,2009).



4.3.Reforzamiento de estructuras de hormigón con acero.

Dentro de la ciudad de Cuenca la mayoría de viviendas están construidas con hormigón armado o sistemas mixtos que tienen al hormigón como protagonista, por lo cual se planteará una serie de reforzamientos hacia este sistema (hormigón armado) en aquellos elementos estructurales más vulnerables; pero, al mismo tiempo los más importantes de una vivienda columnas, vigas y losas. Los cuales pueden hacer la diferencia entre una vivienda segura y sismo resistente a una vivienda que no garantice la seguridad de sus habitantes y no sea resistente a momentos. Ahora debemos aclarar que los reforzamientos ayudarán a las viviendas; más no pueden garantizarlos completamente que una vivienda no sufra daños, ya que el principal factor será la magnitud del sismo, así como su ubicación. Por lo tanto el principal motivo de este tipo de reforzos será garantizar la vida de sus habitantes evitando que estos queden atrapados y dándoles tiempo para poder trasladarse a un lugar seguro.



Figura 232: Edificio en ruinas en la ciudad Pedernales luego de ser impactados por un sismo.

Fuente: <http://cnnespanol.cnn.com/2016/04/16/sismo-de-magnitud-7.4-sacude-ecuador/#0>

4.3.1.Reforzamiento en Columnas

La columna es el elemento encargado de trasladar las cargas de las losas hacia los cimientos, también se puede decir que este se encuentra sometido a fuerzas de compresión y tracción. Durante la acción de fuerzas gravitacionales el elemento más importante de la estructura es la columna, ya que si esta falla todo el peso de los elementos que se encuentren en la parte superior caerán y podrían ocasionar pérdidas humanas.

Las fallas más comunes en estos elementos son por compresión o torsión, consiste en la explosión o deformación de la columna debido a las fuerzas aplicadas en la parte superior y a fuerzas o movimientos laterales ocasionados por sismos, en consecuencia el elemento fracasa y



Figura 233: Fracaso de columnas ante fuerzas sísmicas.

Fuente: http://www.prontubeam.com/articulos/02_2016_fallos_hormigon/02_2016_fallos_hormigon.php



TIPO DE DAÑO	SOLUCION
Fisuras	Sellado de fisuras con mortero
Perdida del recubrimiento, sin presencia de fisuras por esfuerzos	Saneo mecánico y reconstrucción con mortero
Pandeo incipiente de armadura, perdida de sección o fisuras por esfuerzo.	Pilares cuadrados con encamisado de hormigón
Pandeo incipiente de armadura, perdida de sección o fisuras por esfuerzo.	Pilares apantallados con presillas metálicas de perfiles angulares
Pandeo incipiente de armadura, perdida de sección o fisuras por esfuerzo.	Pilares con camisa de chapa y relleno de motero inyectado.
Excesivo pandeo de armaduras, rotura de hormigón y formación de rotulas plásticas	Demolición

sede ante los esfuerzos.

Ahora, existen varios tipos de soluciones para columnas, los cuales dependerán del nivel de daño que presente el elemento (ver tabla15) (Carazo, 2017).

Reparación con empresillado de perfiles angulares.

Este sistema fue escogido ya que es de rápida ejecución y presenta un excelente comportamiento en elementos con excentricidad reducida, pero eso no es motivo para ser realizado por cualquier persona, se debe ser cuidadoso en su ejecución para evitar que aparezcan imperfecciones.

La propuesta es reparar los elementos disponiendo ángulos de acero en las cuatro esquinas del elemento y arriostrándolos transversalmente entre sí por medio de presillas soldadas a los ángulos.

En la cabeza y pie del pilar se colocará una corona de refuerzo (remate) alrededor del pilar existente esta debe estar formada por ángulos soldados, las presillas angulares tiene como finalidad arriostrar los elementos ubicados en las esquinas, estos serán los encargados de absorber las fuerzas exteriores, este arriostramiento

Tabla15: Daños en columnas y posibles soluciones.

Fuente: <http://ncarquitectura.com/repuracion-de-pilares-danados-por-sismo/>

Elaborado por: Autores de Tesis.

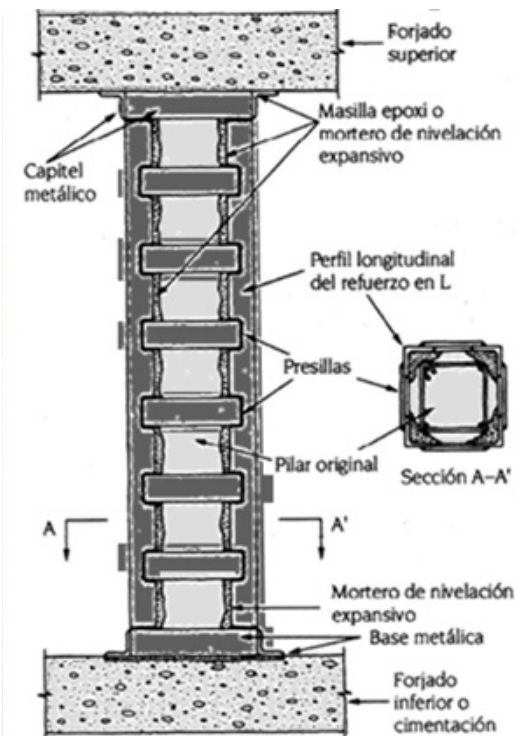


Figura 234: Partes del empresillado de columnas de hormigón armado.

Fuente: <http://ncarquitectura.com/repuracion-de-pilares-danados-por-sismo/>



permite a los angulares ejercer un confinamiento en el hormigón del pilar existente. Debemos recalcar que antes de proceder a colocar este refuerzo será necesario sanear y recomponer zonas que se encuentren dañadas.

Una vez realizada esta armadura se procederá a encofrarse de tal manera que la sección de la columna crecerá entre 5 a 10cm en cada cara



Figura 235: Anclaje inferior del empresillado, se utilizara perfiles metalicos en L.

Fuente: <https://www.soloarquitectura.com/foros/threads/como-dimensionar-un-empresillado-de-pilar-de-hormigon.96096/>



Figura 237: Aplicación del empresillado_ejemplo.

Fuente: <http://ncarquitectura.com/repuracion-de-pilares-danados-por-sismo/>

Ejemplos de la aplicacion de esta solución

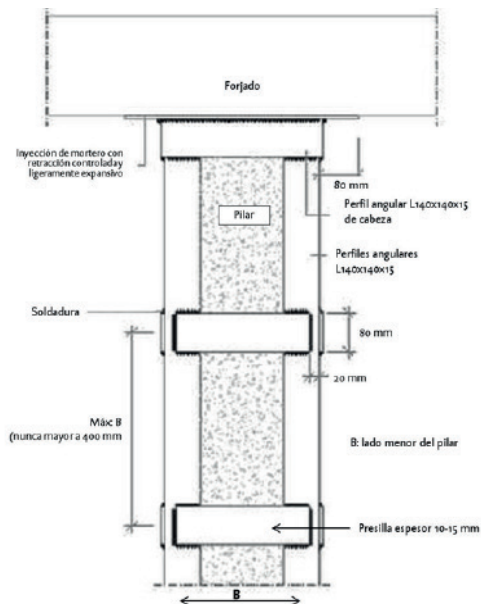


Figura 236: Condiciones y medidas para la aplicación del empresillado en columnas de hormigón.

Fuente: <http://ncarquitectura.com/repuracion-de-pilares-danados-por-sismo/>



Figura 238: Aplicación del empresillado a una columnas de hormigón aislada.

Fuente: <http://ceeielche.emprenemjunts.es/?op=36&id=1437>



y finalmente se hormigonará empleando micro hormigón.

Una vez realizada esta armadura se procederá a encofrarse de tal manera que la sección de la columna crecerá entre 5 a 10cm en cada cara y finalmente se hormigonará empleando micro hormigón (Carazo, 2017).

4.3.2.Reforzamiento de Vigas.

Las vigas dentro de un sistema estructural pueden ser un elemento aislado o parte de un conjunto (losa), pero de manera obligatoria deben de existir, como conector entre columna para poder crear un sistema de marco o pórtico, ya que estos elementos están sometido a varios esfuerzos como flexión, compresión, torsión, cortante y fatiga. Si este elemento estructural no está bien diseñado obligará a las columnas a fracasar.

Ahora, dentro de las vigas la falla más grave que puede tener este sistema es cuando está sometida a esfuerzos a cortante debido a que la viga fracasa, este tipo de esfuerzos es la combinación y exageración de cargas a compresión y tracción, esto ocasiona que la viga genera fisuras graves y profundas llevando al colapso del mismo.

Reparación de vigas mediante el uso de perfiles metálicos.

La solución más común a las fallas en elementos verticales como las vigas es la incorporación de estructuras de acero, estas deben estar ancladas a las columnas y en su mayoría se colocan en la parte inferior de la viga existente, para así garantizar la estabilidad de la estructura. Este tipo de solución es aplicable a sistemas mixtos basados en el hormigón, así como para sistemas estructurales de madera.

El refuerzo de las vigas antiguas en la actualidad es un proceso bastante sencillo y económico en comparación con otros tipos de refuerzo, esto es debido al acero. Los refuerzos de elemen-



Figura 239: Columna sometida a esfuerzos cortantes.

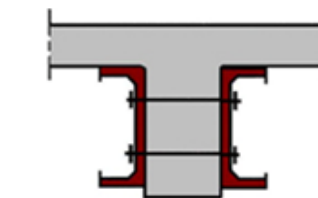
Fuente: <http://cementoscibao.com/pandeo-vigas-reforzadas-postensadas-causas-soluciones/>

TIPO DE DAÑO	SOLUCION
Fisuras	Sellado de fisuras con mortero
Presencia de fisuras profundas y pandeo pronunciado debido a cargas, torsión del elemento por fuerzas externas	Refuerzo mediante perfilaría metálica.

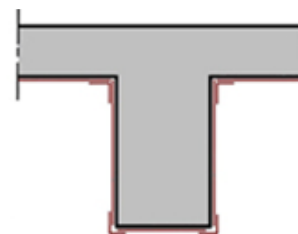
Tabla16: Tipos de fallas en vigas de hormigón y posibles soluciones

Fuente: NEC15 http://www.constructalia.com/espanol/rehabilitacion_con_acero/iii_tecnicas_de_refuerzo_de_vigas#.WSz3Gus1_JU

Elaborado por: Autores de Tesis.



refuerzos mediante colocación en paralelo de perfiles en U o C formados por soldadura



c) pegado de chapas delgadas (método L'Hermite)

Figura 240: Figura 39. Aplicación de refuerzos a vigas en T

Fuente: http://www.constructalia.com/espanol/rehabilitacion_con_acero/iii_tecnicas_de_refuerzo_de_vigas#.WSz3Gus1_JU

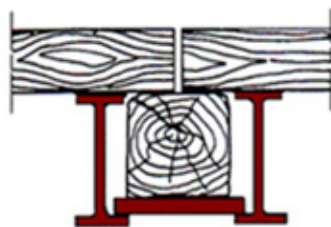


tos de hormigón surgen por la degradación del revestimiento o de las armaduras, también por el incremento de cargas o incluso para reparar errores que fueron cometidos durante el diseño y ejecución.

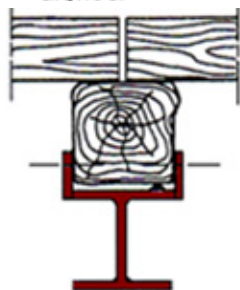
Las cuatro técnicas mostradas resumen la variedad de posibilidades que existen en cuanto al hormigón.

- Colocación de un elemento en paralelo.
- Colocación de elementos embebidos.
- Refuerzo por encolado de placas de chapa metálica
- Por último la colocación de un perfil metálica baja la viga defectuosa para así poder resistir las cargas que se adicionen.

Los sistemas de refuerzos para estructuras de madera son iguales a los de hormigón, pero se puede evidencia tres tipos principales.



a) Refuerzo mediante aneación de vigas en paralelo en I, H o U.



b) Refuerzo interior mediante perfiles en I, U o H

Figura 241: Aplicación de refuerzos, vigas de madera.

Fuente: http://www.construccion.com/espanol/rehabilitacion_con_acero/iii_tecnicas_de_refuerzo_de_vigas#.WSz3Gus1_IU

Ejemplos de la aplicación de este metodo.



Figura 242: Refuerzo de vigas de hormigón con perfiles metálicos tipo I.

Fuente: <https://epachon.wordpress.com/2013/12/19/e-3-rehabilitacion-de-un-edificio-vaciado-para-instalacion-de-garaje-robotizado-y-refuerzo-de-su-estructura-parte-2/>



Figura 243: Anclaje a columnas de refuerzo metálico.

Fuente: <https://epachon.wordpress.com/2013/12/19/e-3-rehabilitacion-de-un-edificio-vaciado-para-instalacion-de-garaje-robotizado-y-refuerzo-de-su-estructura-parte-2/>



Figura 244: Anclaje a viga empotrada, placa metálica.

Fuente: http://www.reformasdc.com/wpcontent/uploads/2014/06/refuerzo_estructura_vigas_casa_08.jpg



Figura 245: Anclaje a viga empotrada, placa metálica

Fuente: http://www.reformasdc.com/wpcontent/uploads/2014/06/refuerzo_estructura_vigas_casa_08.jpg



- Refuerzo mediante colocación de vigas en paralelo.
- Refuerzo interior, colocación del perfil en la parte inferior de la viga.
- Refuerzo interior mediante tirantes unidos a perfiles perpendiculares. (Carazo, 2017).

4.3.3.Reforzamiento de Losas

Este elemento esta sometido a esfuerzos similares a los que se encuentra sometidas las vigas, la diferencia está en su bidireccionalidad, pero básicamente trabaja a flexión ya que las fuerzas actuantes son perpendiculares. A continuación se presenta un resumen de las fallas que puede tener este sistema estructural, así como su posible solución.

Reparación de losas mediante perfiles metálicos

Existen varias soluciones para solventar problemas en estructuras de hormigón armado (losas), pero nuestro estudio se basa en la solución más económica, fácil y rápida que podemos realizar. Debemos aclarar que, si este tipo de refuerzo no es suficientemente resistente, y aun así la losa presenta problemas estructurales significará que este elemento cumplió su vida útil, y por lo tanto es un peligro para las personas así que debe demolerse. Podría ser posible una reestructuración y reforzamiento basado en el hormigón y en varillas de acero pero estos procesos será mucho más costoso que construir nueva losa por lo cual son descartados (Carazo, 2017).

Esta solución solo puede ser aplicada si previamente se refuerza el sistema estructural de vigas, ya que esta solución plantea la colocación de perfiles metálicos de manera perpendicular a las vigas principales (vigas metálicas de refuerzo) y necesita una superficie para anclarse, para así poder ayudar a resistir las cargas (Carazo, 2017).



Figura 246: Losa colapsada por falla sísmica.

Fuente: http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101930671/-1/Aumentan_a_22_los_muertos_en_derrumbe_en_la_India_.html#.WS7tUOs1_IU

TIPO DE DAÑO	SOLUCIÓN
Fisuras	Sellado de fisuras con mortero
Falta de permeabilidad	Sellado con capa asfáltica, chova
Presencia de fisuras profundas, pandeo pronunciado debido a cargas, torsión del	Refuerzo mediante perfilería metálica
Desprendimiento de hormigón, visibilidad de acero, pandeo pronunciado, no resiste cargas, grietas profundas	Demolición

Tabla1: Tipos de daños y posibles soluciones a las fallas estructurales en las losas de hormigón.

Fuente: <http://www.panelestudio.com/wp-content/uploads/2014/11/>



Basado en el sistema de encofrados de losas, y explotando las ventajas que proporcionan los perfiles metálicos con respecto a resistencia estructural (comprensión y tracción) este sistema de reforzamiento utiliza una serie de correas colocadas en la parte inferior de la losa cada 40 o 50 cm, según lo que se requiera, para así poder resistir sus cargas, es el mismo principio que utiliza la losa con placa colaborante (losa suspendida en vigas), pero sin la placa ya que el hormigón se encuentra consolidado. Las correas pueden ser cajas o perfiles en L con un peralte mínimo de 10cm estas deben empotrarse en las vigas principales y de esta manera formaran un conjunto estructural entre todos los elementos. Este tipo de refuerzo tiene varias ventajas estructurales, los cuales garantizan a los residentes el correcto comportamiento del elemento. Cabe recalcar que este sistema es básicamente una nueva armadura la cual soportara elementos viejos y garantizará la sismo-resistencia. Pero si se requiere mayor estabilidad o si la losa se encuentra demasiado dañada, se puede colocar una serie de placas de madera, hormigón o metálicas entre la losa y las correas, esto generaría una nueva losa la cual sostendría al elemento viejo pero no es recomendable ya que los elementos estructurales metálicos solo sirven como

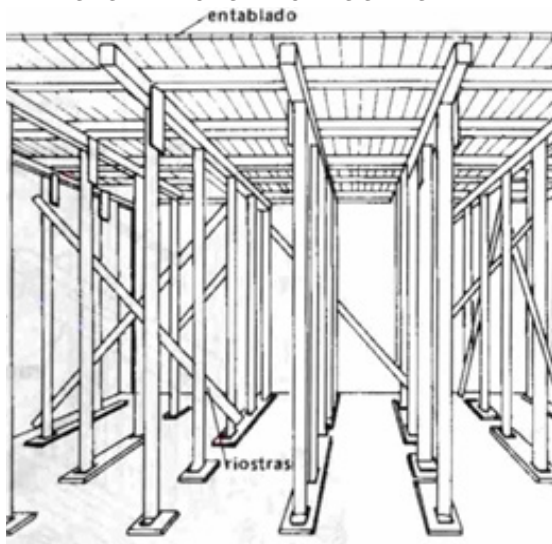


Figura 247: Sistema de encofrado de losas.

Fuente: http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/8830/procesos_procedimientos_para_la_construccion.html

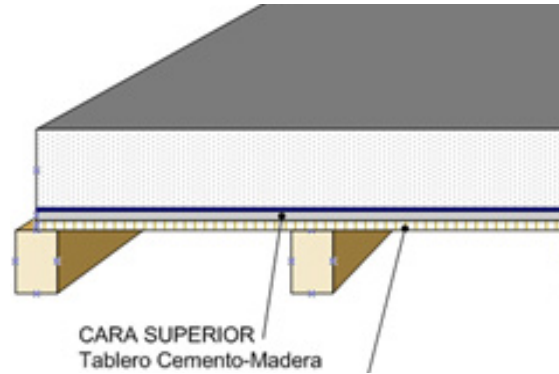


Figura 248: Refuerzos colocados en la parte inferior de la losa de hormigón armado.

Fuente: <http://www.panelestudio.com/wp-content/uploads/2014/11/M%C3%ADnimo-3-tornillos-autotaladrantes-madera-madera-o-madera-metal-en-cada-panel-para-forjados-perdidos-o-panel-para-entrepantas-aligeradas-por-cada-apoyo.jpg>

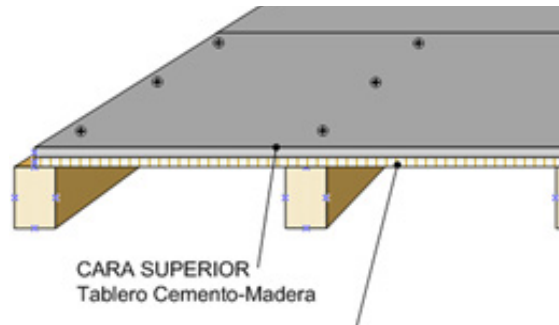


Figura 249: Refuerzos metálicos mas la aplicación de tableros para mejorar la resistencia.

Fuente: <http://www.panelestudio.com/wp-content/uploads/2014/11/M%C3%ADnimo-3-tornillos->



Figura 250: Ejemplo de colocación de correas metálicas en la parte inferior de losas de hormigón.

Fuente: <http://www.hormypol.com/catalogo-construccion-viviendas-infraestructura-hormigon-oficinas-fachadas-flotantes-muros-quito-ecuador.php>



Ejemplos de su aplicación.



Figura 251: Correas metálicas en losas de hormigón.

Fuente: <http://placacolaborante-shefyersac.blogspot.com/2016/06/placa-colaborante.html>



Figura 252: Correas metálicas para grandes luces

Fuente: <http://placacolaborante-shefyersac.blogspot.com/2016/06/placa-colaborante.html>



Figura 253: Unión entre vigas principales y correas

Fuente: <http://placacolaborante-shefyersac.blogspot.com/2016/06/placa-colaborante.html>

ayuda, el elemento principal y el cual debe resistir la mayor cantidad de cargas sigue siendo la losa, y si este no cumple con esta condición es recomendable demoler el elemento (Carazo, 2017).

4.3.4.Muros

Dentro de los casos estudiados no se encontró un muro que sea portante, si este muro fracasara la edificación caería, los muros que se pueden verificar eran simplemente de relleno y algunos si presentaban agrietamiento, este tipo de problema si se lo puede solucionar simplemente cubriendo la grieta con mortero o algún material epóxico.



Figura 254: Sellado de grietas mínimas en muros

Fuente: <http://www.construnario.com/catalogo/quimivisa-sl/productos#>



Figura 255: Grietas por falta de refuerzos metálicos.

Fuente: <http://www.albaniles.org/albanileria/como-reparar-ladrillos-agrietados-en-un-muro/>



5. CONCLUSIONES Y RE- COMENDACIONES





5.1. Conclusiones

Luego de haber realizado el análisis de seis viviendas con sistemas constructivos basados en hormigón armados, y con la aplicación de análisis cuantitativos para determinar el nivel de cumplimiento de la norma se han llegado a determinar las siguientes conclusiones:

- Según la metodología aplicada con fichas y un análisis cuantitativo de los seis casos de estudio se ha llegado a concluir que las edificaciones no tienen un sistema constructivo definido ya que existen parámetros de incumplimiento de los dos sistemas constructivos analizados (Pórtico y Muros de Mampostería confinada).
- En lo que respecta a los parámetros de geometría y dimensionamiento de los dos sistemas (Pórtico y Muros de Mampostería confinada) en los que se basa este estudio; se evidencia que las viviendas analizadas presentan un incumplimiento significativo de los parámetros que establece la norma NEC_SE_VIVIENDA.
- Los parámetros básicos para todo sistema constructivo exigidos por la norma como la configuración estructural son vulnerados en la etapa de diseño existiendo un alto grado de incumplimiento en aspecto de continuidad vertical, simetría y regularidad en elevación.

5.2. Recomendaciones

Durante el desarrollo de esta investigación, se aclararon algunas inquietudes sobre el cumplimiento de la normativa. Del mismo modo se sugirieron estrategias que faciliten su cumplimiento por lo hemos visto exponer recomendaciones que pueden ser relevantes que deberían ser tratadas para el cumplimiento de la normativa previo y después de la construcción de edificaciones.

- Ejecutar de manera correcta los sistemas constructivos durante la construcción de la edificación para evitar confusiones de carácter conceptual y constructivo de la estructura.
- Realizar un seguimiento por parte de las autoridades de control para que se cumpla a cabalidad las exigencias de la norma tanto en la etapa de diseño como en la etapa de construcción.
- Contar con mano de obra calificada para la construcción y evitar errores constructivos que pueden poner en riesgo a la estructura.
- Utilizar estrategias viables de reforzamiento de estructuras en construcciones existentes que no cumpla con las exigencias de la norma.
- Ampliar el estudio del cumplimiento de la norma ya que por las restricciones y limitaciones encontradas durante el estudio no se tomaron en cuenta parámetros como la resistencia de materiales y dimensionamiento y colocación de aceros.
- Realizar una revisión a la normativa en base a experiencias adquiridas tras los acontecimientos sísmicos recientes.



6. BIBLIOGRAFÍA

Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) – Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2017). Habitatyvivienda.gob.ec. Retrieved 17 July 2017, from <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Determinan vulnerabilidad sísmica de viviendas en Chile - Ingeniería UC. (2017). Ingeniería UC. Retrieved 17 July 2017, from <https://www.ing.uc.cl/determinan-vulnerabilidad-sismica-de-viviendas-en-chile/>

Olaya, L., Rubio, D., Ruiz, D., & Torres, A. (2017). Evaluación del comportamiento sísmico de viviendas de estratos marginales con cubiertas verdes: estudio de caso del municipio de Soacha, Colombia. Retrieved 17 July 2017, from

Terremoto de magnitud 7,8 en la zona costera de Ecuador deja más de 600 muertos - BBC Mundo. (2017). BBC Mundo. Retrieved 17 July 2017, from http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160416_ecuador_terremoto_magnitud_colombia_peru_bm

Valencia, N. (2017). Shigeru Ban en TED: los terremotos no matan gente, pero el colapso de los edificios sí. Plataforma Arquitectura. Retrieved 17 July 2017, from <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/763632/shigeru-ban-en-ted>

Universidad de Chile, C., & C.S.N. (2017). Términos habituales. Sismología.cl. Retrieved 12 March 2017, from <http://www.sismologia.cl/seismo.html>

Ingeniería civil UC. (2011). La Ingeniería Antisísmica (1st ed., p. 1). Departamento de Estructuras y Geotécnia. Retrieved from http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/DocumentoUC.sobre_.normas.pdf

Nava, A. (2011). Terremotos (1st ed., pp. 15-19). México D.F.: Fondo de Cultura Económica. Retrieved from <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=g0-Q-6CKd3oC&oi=fnd&pg=PT6&dq=sismos,+temblores+y+terremotos&ots=QkiD7fKE2w&sig=F1gTe8ztL9jUSnMYciiB-POY9GY#v=onepage&q=sismos%2C%20temblores%20y%20terremotos&f=false>

Orbea, C. (2017). Análisis comparativo de comportamiento estructural en los edificios: hospitalización 2, c. Obstetricia, c. Quirúrgico, método tradicional (nec-11, cec 2002) vs método con aislación sísmica de base (nch-2745). (Ingeniería). Universidad Central del Ecuador.

Picoita, D. (2011). Elaboración de nuevos espectros sísmicos de diseño en aceleraciones para el código ecuatoriano de la construcción 2011 (Ingeniería Civil). Universidad San Francisco de Quito.

SENAPRED México. (2014). Sismos. México D.F.: Violeta Ramos Radillo.

Universidad de Chile, C.S.N., C. (2017). Términos habituales. Sismología.cl. Retrieved 12 March 2017, from <http://www.sismologia.cl/seismo.html>

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2015). Sismos | Portal UNAM. Unam.mx. Retrieved 13 March 2017, from <https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/sismos>

Yaguana, P. (2016). Comparar El Diseño Estructural De Viviendas Modelo Entre Las Urbanizaciones Ciu-



dad Palmera y Ciudad Verde de la Ciudad De Machala (Ingeniería). Universidad Técnica de Machala.

Ortiz, O. (2013). Sismotectónica y Peligrosidad Sísmica en Ecuador (Máster). Universidad Complutense de Madrid.

Secretaria Nacional de prevención de Desastres. (2014). Sismos. México D.F.: Violeta Ramos Radillo.

Universidad de Alicante. (2014). Peligrosidad Sísmica. Unidad de Registro Sísmico. Universidad de Alicante. Retrieved 14 March 2017, from <https://web.ua.es/es/urs/peligrosidad/peligrosidad-sismica.html>

Ingeniería civil UC. (2011). La Ingeniería Antisísmica (1st ed., p. 1). Departamento de Estructuras y Geotécnia. Retrieved from http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/DocumentoUC.sobre_.normas.pdf

Gascón, M., & Fernández, E. (2017). Terremotos y ssimos en la evolución urbana de Hispanoamerica. Ejemplos coloniales y estudio de casos (1st ed., pp. 1-5). Mendoza: Instituto Juan de Herrera. Retrieved from <http://polired.upm.es/index.php/boletinufs/article/view/2418/2498>

Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., & Yepes, H. (2007). Breves Fundamentos sobre los Terremotos en el Ecuador (1st ed.). Quito: Corporación Editora Nacional.

Cargaz. (2017). CARGAZ | Ingeniería Estructural | Cálculo estructural, Asesorías técnicas, Desarrollo de software.. Cargaz.cl. Retrieved 17 April 2017, from <http://www.cargaz.cl/>

Diario el Telégrafo EP. (2016). Cifras oficiales del terremoto en Ecuador. El Telégrafo, p. 1. Retrieved from <http://www.letelegrafo.com.ec/especiales/2016/Lista-de-fallecidos-por-terremoto-en-Ecuador/>

El Universo. (2010). El País Registra Alto Riesgo de Vulnerabilidad Sísmica, p. 1. Retrieved from <http://www.eluniverso.com/2010/01/31/1/1447/sismo-haiti-alerta-alta-vulnerabilidad-ecuador.html>

GAD Cantonal de Durán. (2017). Se Oficializa la Aplicación de 10 Capítulos de la Norma Ecuatoriana de Construcción. Duran.gob.ec. Retrieved 17 April 2017, from http://www.duran.gob.ec/municipio/alexandra/index.php?option=com_k2&view=item&id=793:se-oficializa-la-aplicacion-de-10-capitulos-de-la-nec&Itemid=893

Instituto Geofísico - EPN. (2016). Mapa Evento 2016/04/16 - Instituto Geofísico - EPN. Igepn.edu.ec. Retrieved 19 March 2017, from <http://www.igepn.edu.ec/mapas/mapa-evento-20160416.html>

Redigital. (2016). La cronología de los terremotos más potentes que han sacudido a Ecuador. Redigital, p. 1. Retrieved from <http://redigital.ec/2016/04/18/la-cronologia-de-los-terremotos-mas-potentes-que-han-sacudido-a-ecuador/>

Singaucho, J. (2009). Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Ecuador. Criterios Estructurales para Mejorar la Estimación de Intensidades (Ingeniería). Escuela Politécnica Nacional.

Fragmento del Código Hammurabi. (2017). Retrieved from <http://quotesgram.com/hammurabi-quotes/>



Quinde Martínez, P., & Reinoso Angulo, E. (2017). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. Scielo.org.mx. Retrieved 20 April 2017, from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-092X2016000100001&script=sci_arttext

Sura. (2016). La Tierra-Fuente de Riesgos y Oportunidades (1st ed.). Cadavid Quintero Andrés. Retrieved from <https://www.gruposura.com/BoletinEnContacto/Sura/Edicion14/geociencias.pdf>

Las cifras de muertos y heridos se multiplican tras devastador terremoto en Ecuador. (2017). CNNespañol.com. Retrieved 10 July 2017, from <http://cnnspanol.cnn.com/2016/04/16/sismo-de-magnitud-74-sacude-ecuador/#0>

Bustos, J. D. (2010). Tesis. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1769>

carazo, n. (2017). Reparación de pilares en estructuras de h.a. dañados por sismo || NC Arquitectura. NC Arquitectura. Retrieved 17 July 2017, from <http://ncarquitectura.com/reparacion-de-pilares-danados-por-sismo/>

Los fallos del hormigón... ¡GRAFICAMENTE! Parte 1. (2017). Prontubeam.com. Retrieved 10 July 2017, from http://www.prontubeam.com/articulos/02_2016_fallos_hormigon/02_2016_fallos_hormigon.php

carazo, n., carazo, n., carazo, n., & carazo, n. (2017). Reparación de pilares en estructuras de h.a. dañados por sismo || NC Arquitectura. NC Arquitectura. Retrieved 10 July 2017, from <http://ncarquitectura.com/reparacion-de-pilares-danados-por-sismo/>

CIGIR, C. (2009). Patologías de las edificaciones (3rd ed.). Ariana Astona & Pedro Rivera. Retrieved from http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf

III. Técnicas de refuerzo de vigas - Constructalia. (2017). Constructalia.com. Retrieved 10 July 2017, from http://www.constructalia.com/espanol/rehabilitacion_con_acero/iii_tecnicas_de_refuerzo_de_vigas#.WWOuT4Q1_IV

Reforzamiento de estructuras con fibra de carbono. (2017). Es.slideshare.net. Retrieved 17 July 2017, from <https://es.slideshare.net/sikamexicana/reforzamiento-de-estructuras-con-fibra-de-carbono>



7. ANEXOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE VIVIENDAS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

UBICACIÓN :	Del Apio s/n y Guabisay	COORDENADAS X	719724.9
SECTOR:	Las Pencas	(CENTROIDE) Y	9680716.22
# DE PISOS	ÁREA DEL LOTE: 201.67 m ²	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	169.16 m ²

SISTEMA ESTRUCTURAL

HORMIGÓN ARMADO	<input checked="" type="checkbox"/>	ACERO LAMINADO EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>	ACERO LAMINADO EN FRÍO	<input type="checkbox"/>
OTROS					

COLUMNAS

PISO 1

ALTURA DE ENTREPISO	2.4				
TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3			
a 20 cm	a	a			
b 20 cm	b	b			
a= ancho del a columna b= base de la Columna.	a= ancho del a columna b= base de la Columna.	a= ancho del a columna b= base de la Columna.			

PISO 2

ALTURA DE ENTREPISO	2.4				
TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3			
a 20 cm	a	a			
b 20 cm	b	b			
a= ancho del a columna b= base de la Columna.	a= ancho del a columna b= base de la Columna.	a= ancho del a columna b= base de la Columna.			

VIGAS

LUZ MÁXIMA ENTRE APOYOS	5.5 m				
TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3			
a 25 cm	a	a			
b 20 cm	b	b			
a= peralte de la viga. b= base de la viga.	a= peralte de la viga. b= base de la viga.	a= peralte de la viga. b= base de la viga.			

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONTINUIDAD VERTICAL

CONTINUA	<input type="checkbox"/>
DISCONTINUA	<input checked="" type="checkbox"/>
ESQUEMA	

REGULARIDAD EN PLANTA

CONTINUA	<input type="checkbox"/>
DISCONTINUA	<input checked="" type="checkbox"/>
LARGO	15 m
ANCHO	13 m
ESQUEMA	

REGULARIDAD EN ELEVACIÓN

REGULAR	<input type="checkbox"/>
IRREGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
ESQUEMA	

MUROS:									
PLANTA BAJA									
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		e= 15	cm ²	LADRILLO HUECCO		e=	cm ²		
BLOQUE		e=	cm ²	OTROS					
PLANTA ALTA									
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		e= 15	cm ²	LADRILLO HUECCO		e=	cm ²		
BLOQUE		e=	cm ²	OTROS					
DISPOSICIÓN DE MUROS									
FACHADA 1 _frontal									
ALTO	4.6	ANCHO	12.6	ÁREA	57.96	ÁREA DE VANOS	13.82	D min	0.4
ESQUEMA									
FACHADA 2 _Lateral									
ALTO	4.6	ANCHO	15	ÁREA	69	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
ESQUEMA									
FACHADA 3									
ALTO	4.6	ANCHO	12.8	ÁREA	57.6	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
ESQUEMA									
FACHADA 4									
ALTO	4.6	ANCHO	10.7	ÁREA	50.29	ÁREA DE VANOS	5.75 m ²	D min	5.5
ESQUEMA									
JUNTAS CONSTRUCTIVAS									
CONDICIONES DE LA VIVIENDA									
EXISTE		NO EXISTE		X					
R L/A>4	P>30%	CONST. INDEPENDIENTE	x	DESNIVEL >400mm		DIFERENCIA DE NIVEL			
e=	e=	2.5		e=		e=			

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE VIVIENDAS												
DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA												
UBICACIÓN :	Av. Ordoñez Lasso. Urbanización Río Amarillo				COORDENADAS	X	716375.38					
SECTOR:	Urbanización Río Amarillo				(CENTROIDE)	Y	9680913.47					
# DE PISOS		ÁREA DEL LOTE:	1248.2	m ²	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	399.3	m ²					
SISTEMA ESTRUCTURAL												
HORMIGÓN ARMADO	x	ACERO LAMINADO EN CALIENTE		ACERO LAMINADO EN FRÍO								
OTROS												
COLUMNAS												
PISO 1												
ALTURA DE ENTREPISO	2.4											
TIPO 1	a	20	cm		TIPO 2	a	cm		TIPO 3	a	cm	
	b	20	cm			b	cm			b	cm	
a= ancho del a columna b = base de la Columna.					a= ancho del a columna b = base de la Columna.					a= ancho del a columna b = base de la Columna.		
PISO 2												
ALTURA DE ENTREPISO	2.4											
TIPO 1	a	20	cm		TIPO 2	a	cm		TIPO 3	a	cm	
	b	20	cm			b	cm			b	cm	
a= ancho del a columna b = base de la Columna.					a= ancho del a columna b = base de la Columna.					a= ancho del a columna b = base de la Columna.		
VIGAS												
LUZ MÁXIMA ENTRE APOYOS	5.5 m											
TIPO 1	a	20	cm		TIPO 2	a	cm		TIPO 3	a	cm	
	b	20	cm			b	cm			b	cm	
a= peralte de la viga. b = base de la viga.					a= peralte de la viga. b = base de la viga.					a= peralte de la viga. b = base de la viga.		
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL												
CONTINUIDAD VERTICAL												
CONTINUA	x											
DISCONTINUA												
ESQUEMA												
REGULARIDAD EN PLANTA												
CONTINUA												
DISCONTINUA	x											
LARGO	32	m										
ANCHO	14	m										
ESQUEMA												
REGULARIDAD EN ELEVACIÓN												
REGULAR	x											
IRREGULAR												
ESQUEMA												

MUROS:											
PLANTA BAJA											
LADRILLO ARTESANAL MACIZO			e= 15	cm ²	LADRILLO HUECO			e=	cm ²		
BLOQUE			e=	cm ²	OTROS						
PLANTA ALTA											
LADRILLO ARTESANAL MACIZO			e= 15	cm ²	LADRILLO HUECO			e=	cm ²		
BLOQUE			e=	cm ²	OTROS						
DISPOSICIÓN DE MUROS											
FACHADA 1 _ frontal											
ALTO	6.7		ANCHO	28.5		ÁREA	190.95		ÁREA DE VANOS	23.1 D min 0.4	
ESQUEMA											
FACHADA 2 _ Lateral											
ALTO	4.5		ANCHO	15		ÁREA	67.5		ÁREA DE VANOS	15.5 D min 0.2	
ESQUEMA											
FACHADA 3											
ALTO	4.5		ANCHO	12.8		ÁREA	57.6		ÁREA DE VANOS	21.5 D min 0.2	
ESQUEMA											
FACHADA 4											
ALTO	6.7		ANCHO	28.5		ÁREA	190.95		ÁREA DE VANOS	0 D min 0	
ESQUEMA											
JUNTAS CONTRACTIVAS											
CONDICIONES DE LA VIVIENDA											
EXISTE			NO EXISTE			X					
R L/A>4	x	P>30%	CONST. INDEPENDIENTE			DESNIVEL >400mm		DIFERENCIA DE NIVEL			
e= 2.25 cm		e=	e=			e=		e=			

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE VIVIENDAS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

UBICACIÓN :	Calle Dolores Veintimilla y Honorato Loyola	COORDENADAS X	721004.72
SECTOR:	Don bosco	COORDENADAS Y (CENTROIDE)	9678944.26
# DE PISOS	2	ÁREA DEL LOTE:	402.4 m ²
		ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	255.8 m ²

SISTEMA ESTRUCTURAL

HORMIGÓN ARMADO	x	ACERO LAMINADO EN CALIENTE		ACERO LAMINADO EN FRÍO	
OTROS					

COLUMNAS

PISO 1

ALTURA DE ENTREPISO	2.3
----------------------------	-----

TIPO 1			TIPO 2			TIPO 3		
a	20	cm	a		cm	a		cm
b	15	cm	b		cm	b		cm
a= ancho del a columna b = base de la Columna.			a= ancho del a columna b = base de la Columna.			a= ancho del a columna b = base de la Columna.		

PISO 2

ALTURA DE ENTREPISO	2.2
----------------------------	-----

TIPO 1			TIPO 2			TIPO 3		
a	20	cm	a		cm	a		cm
b	15	cm	b		cm	b		cm
a= ancho del a columna b = base de la Columna.			a= ancho del a columna b = base de			a= ancho del a columna b = base de		

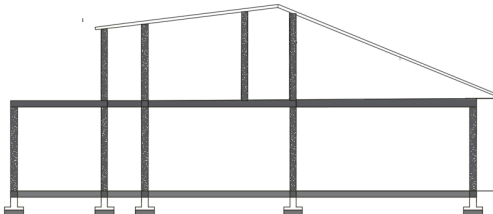
VIGAS

LUZ MÁXIMA ENTRE APOYOS	3.3	m
--------------------------------	-----	---

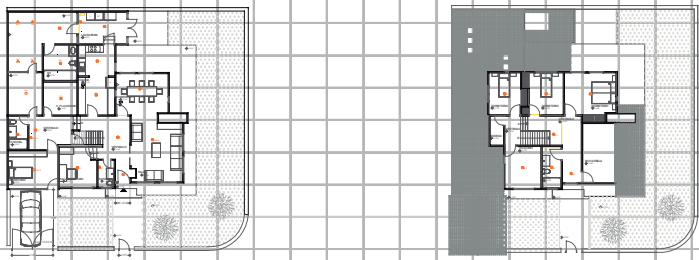
TIPO 1			TIPO 2			TIPO 3		
a	20	cm	a		cm	a		cm
b	20	cm	b		cm	b		cm
a= peralte de la viga. b = base de la viga.			a= peralte de la viga. b = base de la viga.			a= peralte de la viga. b = base de la viga.		

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

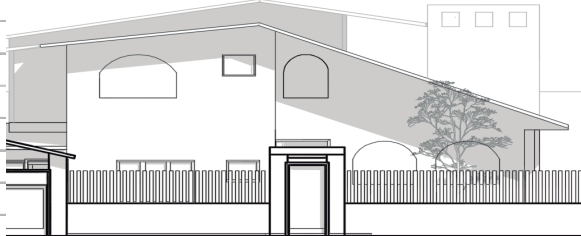
CONTINUIDAD VERTICAL

CONTINUA	
DISCONTINUA	x
ESQUEMA	

REGULARIDAD EN PLANTA

CONTINUA		
DISCONTINUA	x	
LARGO	11	m
ANCHO	10	m
ESQUEMA		

REGULARIDAD EN ELEVACIÓN

REGULAR	
IRREGULAR	x
ESQUEMA	

MUROS:									
PLANTA BAJA									
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		e= 12	cm ²	LADRILLO HUECO		e=	cm ²		
BLOQUE		e=	cm ²	OTROS					
PLANTA ALTA									
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		e= 12	cm ²	LADRILLO HUECO		e=	cm ²		
BLOQUE		e=	cm ²	OTROS					
DISPOSICIÓN DE MUROS									
FACHADA 1 _frontal									
ALTO	5.78	ANCHO	10.4	ÁREA	60.112	ÁREA DE VANOS	25.8	D min	0.3
ESQUEMA									
FACHADA 2									
ALTO	5.78	ANCHO	10.4	ÁREA	60.112	ÁREA DE VANOS	5.37	D min	0.3
ESQUEMA	<p style="text-align: right;">Elevación Posterior esc_1.xxx</p>								
FACHADA 3									
ALTO	5	ANCHO	9.35	ÁREA	46.75	ÁREA DE VANOS	5.4	D min	0.3
ESQUEMA	<p style="text-align: right;">Elevación Lateral Derecha esc_1.xxx</p>								
FACHADA 4									
ALTO	5	ANCHO	9.35	ÁREA	46.75	ÁREA DE VANOS	1.92	D min	0.5
ESQUEMA	<p style="text-align: right;">Elevación Lateral Izquierda</p>								
JUNTAS CONTRACTIVAS									
CONDICIONES DE LA VIVIENDA									
EXISTE		NO EXISTE			X				
R L/A>4	P>30%	CONST. INDEPENDIENTE	x	DESNIVEL >400mm		DIFERENCIA DE NIVEL			
e=	e=	e= 2.25 cm		e=		e=			

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE VIVIENDAS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

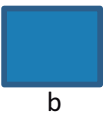
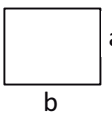
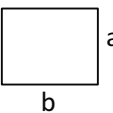
UBICACIÓN :	Calle de retorno y Diego de Velázquez	COORDENADAS (CENTROIDE)	X	720994.27
SECTOR:	Don Bosco		Y	9677372.23
# DE PISOS	2	ÁREA DEL LOTE:	657.3	m ²
		ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	202.6	m ²

SISTEMA ESTRUCTURAL

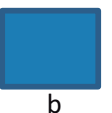
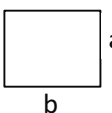
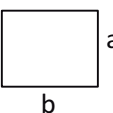
HORMIGÓN ARMADO	x	ACERO LAMINADO EN CALIENTE		ACERO LAMINADO EN FRÍO		
OTROS						

COLUMNAS

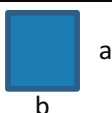
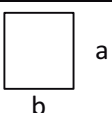
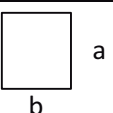
PISO 1

ALTURA DE ENTREPISO	2.5																			
TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3																		
<table border="1"> <tr><td>a</td><td align="center">20</td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td align="center">20</td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= ancho del a columna b = base de la Columna.</p> 	a	20	cm	b	20	cm	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= ancho del a columna b = base de la Columna.</p> 	a		cm	b		cm	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= ancho del a columna b = base de la Columna.</p> 	a		cm	b		cm
a	20	cm																		
b	20	cm																		
a		cm																		
b		cm																		
a		cm																		
b		cm																		

PISO 2

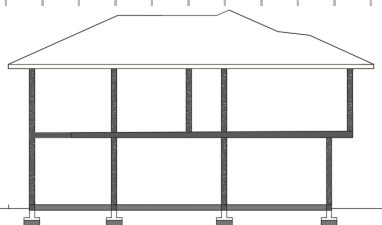
ALTURA DE ENTREPISO	2.4																			
TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3																		
<table border="1"> <tr><td>a</td><td align="center">20</td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td align="center">20</td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= ancho del a columna b = base de la Columna.</p> 	a	20	cm	b	20	cm	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= ancho del a columna b = base de</p> 	a		cm	b		cm	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= ancho del a columna b = base de</p> 	a		cm	b		cm
a	20	cm																		
b	20	cm																		
a		cm																		
b		cm																		
a		cm																		
b		cm																		

VIGAS

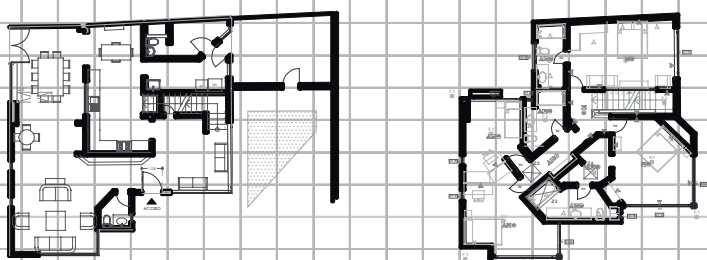
LUZ MÁXIMA ENTRE APOYOS	4.2	m																		
TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3																		
<table border="1"> <tr><td>a</td><td align="center">20</td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td align="center">20</td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= peralte de la viga. b = base de la viga.</p> 	a	20	cm	b	20	cm	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= peralte de la viga. b = base de la viga.</p> 	a		cm	b		cm	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> <tr><td>b</td><td></td><td align="center">cm</td></tr> </table> <p>a= peralte de la viga. b = base de la viga.</p> 	a		cm	b		cm
a	20	cm																		
b	20	cm																		
a		cm																		
b		cm																		
a		cm																		
b		cm																		

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL


CONTINUIDAD VERTICAL

CONTINUA	
DISCONTINUA	x
ESQUEMA	

REGULARIDAD EN PLANTA

CONTINUA		
DISCONTINUA	x	
LARGO	12	m
ANCHO	9.2	m
ESQUEMA		

REGULARIDAD EN ELEVACIÓN

REGULAR	x
IRREGULAR	
ESQUEMA	

MUROS:									
PLANTA BAJA									
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		e=	cm ²	LADRILLO HUECCO		e=	cm ²		
BLOQUE		e= 12	cm ²	OTROS					
PLANTA ALTA									
LADRILLO ARTESANAL MACIZO		e=	cm ²	LADRILLO HUECCO		e=	cm ²		
BLOQUE		e= 12	cm ²	OTROS					
DISPOSICIÓN DE MUROS									
FACHADA 1 _frontal									
ALTO	5.4	ANCHO	11.5	ÁREA	62.1	ÁREA DE VANOS	28.65	D min	1.4
ESQUEMA									
FACHADA 2									
ALTO	5.4	ANCHO	11.5	ÁREA	62.1	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
ESQUEMA									
FACHADA 3									
ALTO	5.4	ANCHO	11.5	ÁREA	62.1	ÁREA DE VANOS	16.9	D min	1.3
ESQUEMA									
FACHADA 4									
ALTO	5.4	ANCHO	10.4	ÁREA	56.16	ÁREA DE VANOS	13.9	D min	0.6
ESQUEMA									
JUNTAS CONTRACTIVAS									
CONDICIONES DE LA VIVIENDA									
EXISTE		NO EXISTE		X					
R L/A>4	P>30%	CONST. INDEPENDIENTE	x	DESNIVEL >400mm		DIFERENCIA DE NIVEL			
e=	e=	e= 2.25		e=		e=			

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE VIVIENDAS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

UBICACIÓN :	Calle s/n y Vicente Alvarado		COORDENADAS (CENTROIDE)	X	723231.73		
SECTOR:	Don Bosco			Y	9682874.65		
# DE PISOS	2	ÁREA DEL LOTE:	93.2	m ²	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	75.1	m ²

SISTEMA ESTRUCTURAL

HORMIGÓN ARMADO	<input checked="" type="checkbox"/>	ACERO LAMINADO EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>	ACERO LAMINADO EN FRÍO	<input type="checkbox"/>
OTROS					

COLUMNAS

PISO 1

ALTURA DE ENTREPISO	2.3
----------------------------	-----

TIPO 1			TIPO 2			TIPO 3		
a	15	cm	a		cm	a		cm
b	15	cm	b		cm	b		cm
a= ancho del a columna b = base de la Columna.			a= ancho del a columna b = base de la Columna.			a= ancho del a columna b = base de la Columna.		

PISO 2

ALTURA DE ENTREPISO	2.3
----------------------------	-----

TIPO 1			TIPO 2			TIPO 3		
a	15	cm	a		cm	a		cm
b	15	cm	b		cm	b		cm
a= ancho del a columna b = base de la Columna.			a= ancho del a columna b = base de			a= ancho del a columna b = base de		

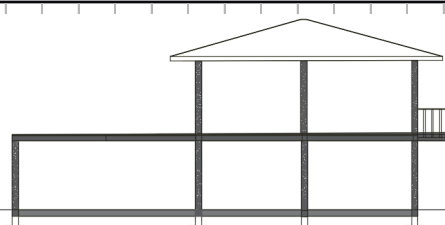
VIGAS

LUZ MÁXIMA ENTRE APOYOS	3.1	m
--------------------------------	-----	---

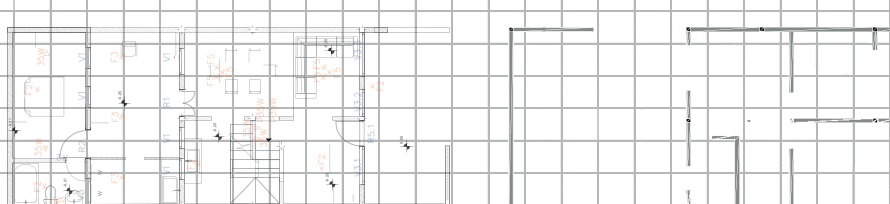
TIPO 1			TIPO 2			TIPO 3		
a	20	cm	a		cm	a		cm
b	15	cm	b		cm	b		cm
a= peralte de la viga. b = base de la viga.			a= peralte de la viga. b = base de la viga.			a= peralte de la viga. b = base de la viga.		

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONTINUIDAD VERTICAL

CONTINUA	<input checked="" type="checkbox"/>
DISCONTINUA	<input type="checkbox"/>
ESQUEMA	

REGULARIDAD EN PLANTA

CONTINUA	<input type="checkbox"/>	
DISCONTINUA	<input checked="" type="checkbox"/>	
LARGO	15	m
ANCHO	6	m
ESQUEMA		

REGULARIDAD EN ELEVACIÓN

REGULAR	<input type="checkbox"/>
IRREGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
ESQUEMA	

MUROS:

PLANTA BAJA

LADRILLO ARTESANAL MACIZO	e= 12	cm ²	LADRILLO HUECO	e=	cm ²
BLOQUE	e=	cm ²	OTROS		

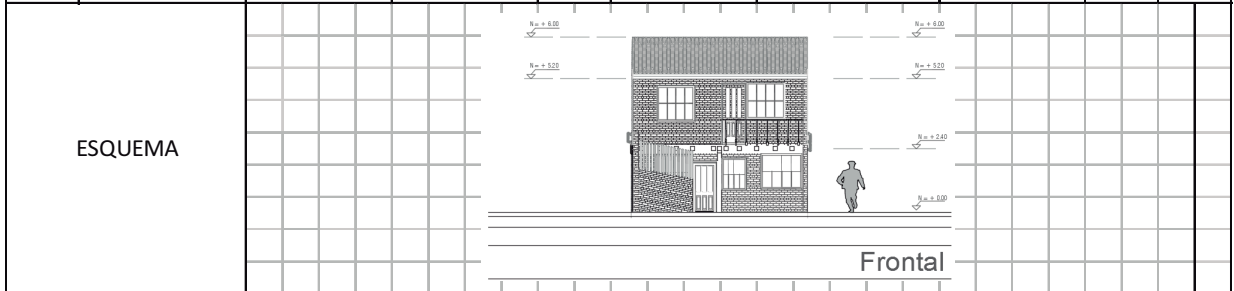
PLANTA ALTA

LADRILLO ARTESANAL MACIZO	e= 12	cm ²	LADRILLO HUECO	e=	cm ²
BLOQUE	e=	cm ²	OTROS		

DISPOSICIÓN DE MUROS

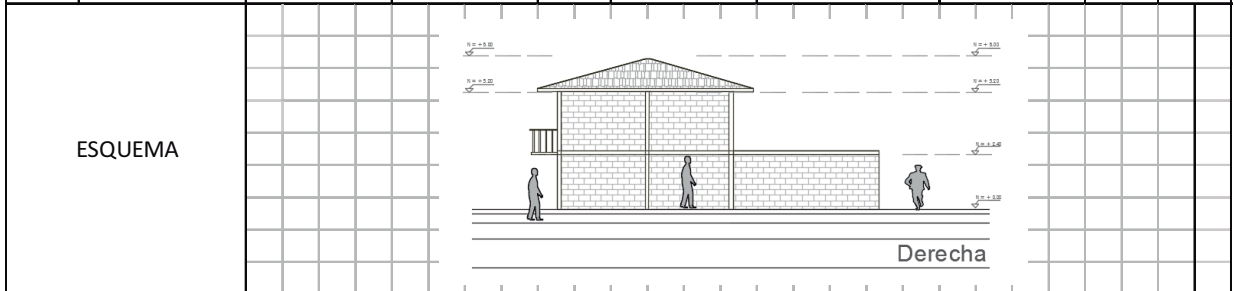
FACHADA 1 _frontal

ALTO	6.3	ANCHO	6	ÁREA	37.8	ÁREA DE VANOS	9.3	D min	0.12
------	-----	-------	---	------	------	---------------	-----	-------	------



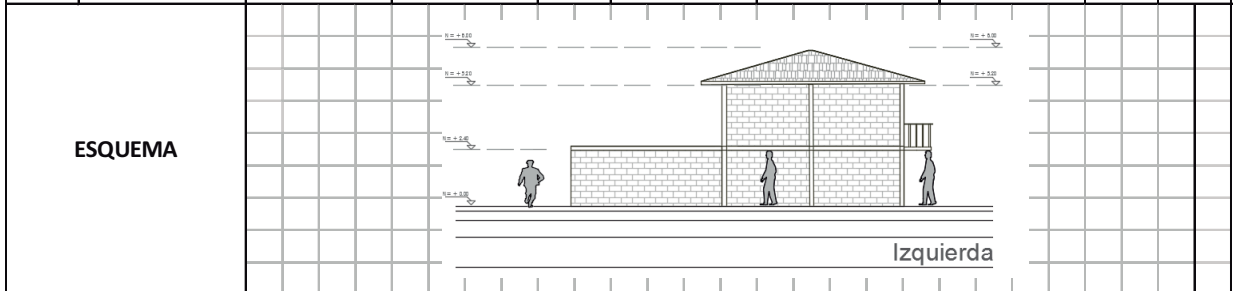
FACHADA 2

ALTO	6.3	ANCHO	6	ÁREA	37.8	ÁREA DE VANOS	12.6	D min	0.12
------	-----	-------	---	------	------	---------------	------	-------	------



FACHADA 3

ALTO	6.3	ANCHO	7.5	ÁREA	47.25	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
------	-----	-------	-----	------	-------	---------------	---	-------	---



FACHADA 4

ALTO	6.3	ANCHO	7.5	ÁREA	47.25	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
------	-----	-------	-----	------	-------	---------------	---	-------	---



JUNTAS CONSTRUCTIVAS

CONDICIONES DE LA VIVIENDA

EXISTE		NO EXISTE		X
R L/A>4	P>30%	CONST. INDEPENDIENTE	x	DESNIVEL >400mm
e=	e=	e= 2.25 cm		DIFERENCIA DE NIVEL
				e=

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE VIVIENDAS									
DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA									
UBICACIÓN :	Calle Carlos Rosas y Altiplano					COORDENADAS X	725473.16		
SECTOR:	Totoracocha					(CENTROIDE) Y	9680266.96		
# DE PISOS	2	ÁREA DEL LOTE:	123.3	m ²	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	87.2	m ²		
SISTEMA ESTRUCTURAL									
HORMIGÓN ARMADO	x	ACERO LAMINADO EN CALIENTE		ACERO LAMINADO EN FRÍO					
OTROS									
COLUMNAS									
PISO 1									
ALTURA DE ENTREPISO	2.4								
TIPO 1	a	15	cm		TIPO 2	a		cm	
	b	15	cm			b		cm	
a= ancho del a columna b = base de la Columna.					a= ancho del a columna b = base de la Columna.				
TIPO 3									
	a		cm			a		cm	
	b		cm			b		cm	
a= ancho del a columna b = base de la Columna.					a= ancho del a columna b = base de la Columna.				
PISO 2									
ALTURA DE ENTREPISO	2.4								
TIPO 1	a	15	cm		TIPO 2	a		cm	
	b	15	cm			b		cm	
a= ancho del a columna b = base de la Columna.					a= ancho del a columna b = base de la Columna.				
TIPO 3									
	a		cm			a		cm	
	b		cm			b		cm	
a= ancho del a columna b = base de la Columna.					a= ancho del a columna b = base de la Columna.				
VIGAS									
LUZ MÁXIMA ENTRE APOYOS	3.6 m								
TIPO 1	a	20	cm		TIPO 2	a		cm	
	b	15	cm			b		cm	
a= peralte de la viga. b = base de la viga.					a= peralte de la viga. b = base de la viga.				
TIPO 3									
	a		cm			a		cm	
	b		cm			b		cm	
a= peralte de la viga. b = base de la viga.					a= peralte de la viga. b = base de la viga.				
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL									
CONTINUIDAD VERTICAL									
CONTINUA									
DISCONTINUA	x								
ESQUEMA									
REGULARIDAD EN PLANTA									
CONTINUA									
DISCONTINUA	x								
LARGO	12	m							
ANCHO	7.9	m							
ESQUEMA									
REGULARIDAD EN ELEVACIÓN									
REGULAR									
IRREGULAR	x								
ESQUEMA									

MUROS:

PLANTA BAJA

LADRILLO ARTESANAL MACIZO	e= 12	cm ²	LADRILLO HUECO	e=	cm ²
BLOQUE	e=	cm ²	OTROS		

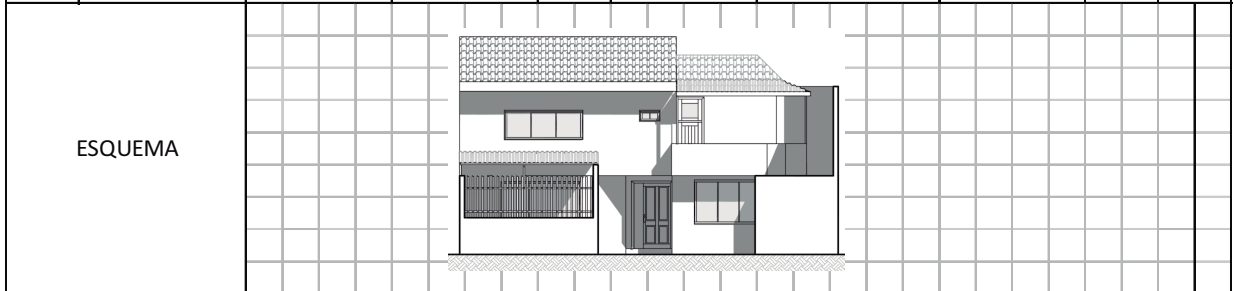
PLANTA ALTA

LADRILLO ARTESANAL MACIZO	e= 12	cm ²	LADRILLO HUECO	e=	cm ²
BLOQUE	e=	cm ²	OTROS		

DISPOSICIÓN DE MUROS

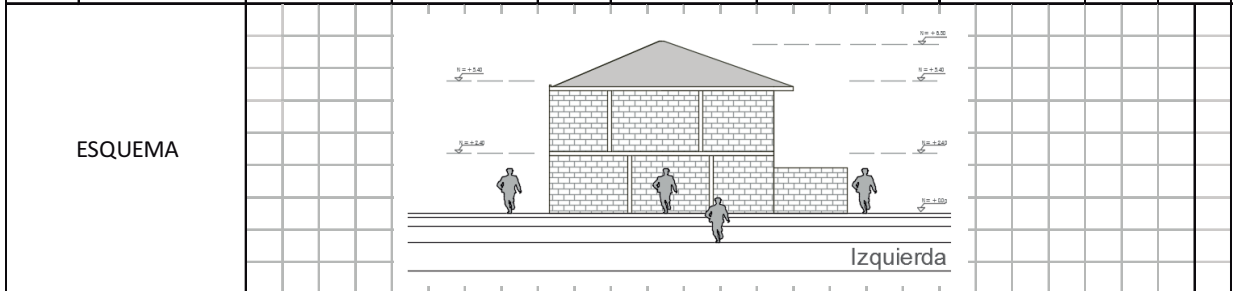
FACHADA 1 _frontal

ALTO	5.1	ANCHO	11.5	ÁREA	58.65	ÁREA DE VANOS	9.3	D min	0.6
------	-----	-------	------	------	-------	---------------	-----	-------	-----



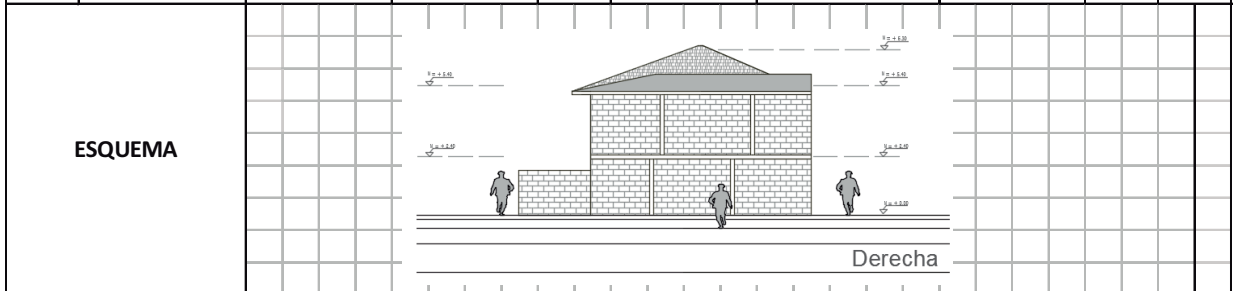
FACHADA 2

ALTO	5.1	ANCHO	7.5	ÁREA	38.25	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
------	-----	-------	-----	------	-------	---------------	---	-------	---



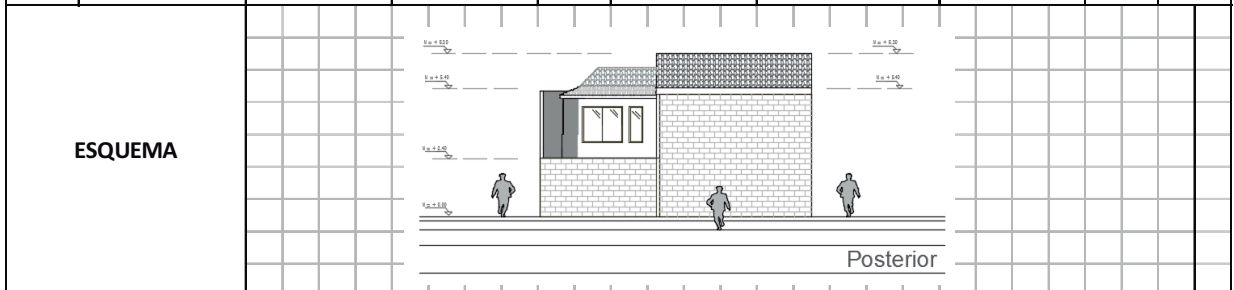
FACHADA 3

ALTO	5.1	ANCHO	9.5	ÁREA	48.45	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
------	-----	-------	-----	------	-------	---------------	---	-------	---



FACHADA 4

ALTO	5.1	ANCHO	11.5	ÁREA	58.65	ÁREA DE VANOS	0	D min	0
------	-----	-------	------	------	-------	---------------	---	-------	---



JUNTAS CONSTRUCTIVAS

CONDICIONES DE LA VIVIENDA

EXISTE		NO EXISTE		X
R L/A>4	P>30%	CONST. INDEPENDIENTE	x	DESNIVEL >400mm
e=	e=	e= 2.25 cm	e=	DIFERENCIA DE NIVEL
				e=