

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. José Francisco Cervantes Plasencia

Asesor:

Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez

Cajamarca - Perú

2020



## DEDICATORIA

A Dios por siempre haberme guiado con bien.

A mis padres y seres queridos, quienes con su afecto y apoyo incondicional me ayudaron a permanecer firme para el logro de mis objetivos.



## **AGRADECIMIENTO**

Al director de carrera Ing. Dr. Orlando Aguilar Aliaga, a mi asesor Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez por su dedicación para la realización de esta investigación, a mis docentes, por las enseñanzas transmitidas durante mi formación académica, a mis amigos quienes compartieron sus conocimientos académicos durante la realización de la investigación, a los maestros de obra quienes tuvieron a su cargo las construcciones de las viviendas estudiadas y a los propietarios de las mismas por todas las facilidades para la recopilación de información.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Realidad problemática	14
Propiedades físico-mecánicas de los materiales de construcción	20
Análisis de cargas	21
Fundamentos de diseño en concreto armado	21
Análisis Sismo resistente	25
Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes	29
1.2 Formulación del problema	32
1.3 Objetivos	33
1.3.1 Objetivo general	33
1.3.2 Objetivos específicos	33
1.4 Hipótesis	34
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	35
2.1 Tipo de investigación	35
2.2 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	35
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	36
A. Técnicas	36
B. Instrumento de recolección de datos	36
C. Instrumentos de análisis de datos	36
2.4 Procedimiento	37
2.5 Aspectos éticos	40
CAPÍTULO III. RESULTADOS	41
3.1 Derivas de entrepiso	41
3.2 Períodos de vibración	43
3.3 Ratios de iteración P-M-M (Relación de interacción de fuerza axial y momentos flectores)	46
3.4 Momentos Nominales	51
3.5 Momento Resistente vs Momento Actuante	54
3.6 Comportamiento Estructural del caso de estudio Real respecto del Diseño	59
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	60
4.1 Discusión	60

4.2	Conclusiones	.....	66
REFERENCIAS			67
ANEXOS			69
ANEXO n° 1.	Uso de Fichas de observación de campo y planos para la identificación de muros	.....	69
ANEXO n° 2.	Procedimiento de uso del ETABS para análisis de los casos de estudio real y del diseño	.....	77
ANEXO n° 3.	Modelo de análisis vivienda 1 caso de estudio real.	.....	104
ANEXO n° 4.	Modelo de Análisis de vivienda 1 caso de estudio de diseño.	..	133
ANEXO n° 5.	Fichas de observación de campo de las viviendas.	.....	155
ANEXO n° 6.	Planos de las viviendas.	.....	191
ANEXO n° 7.	Planos de las viviendas.	.....	197
ANEXO n° 8.	Identificación de la tabiquería sobre losa aligerada y vigas.....		209
ANEXO n° 9.	Modelados viviendas ETABS caso de estudio real.....		221
ANEXO n° 10.	Modelados viviendas ETABS caso de estudio de diseño.	.....	233
ANEXO n° 11.	Planos de losa aligerada con columnas y vigas diseñadas.	.....	245
ANEXO n° 12.	Localización de las viviendas de estudio en los sectores Mollepampa y La Paccha.	.....	251
ANEXO n° 13.	Definición materiales para el programa ETABS	.....	252
ANEXO n° 14.	Panel fotográfico.....		257

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades físicas del Acero corrugado ASTM A615-Grado 60.....	20
Tabla 2. Pesos Unitarios.....	21
Tabla 3. Cargas vivas mínimas repartidas.....	21
Tabla 4. Peraltes o espesores mínimos de vigas no preesforzadas.....	22
Tabla 5. Factores de zona "Z".....	25
Tabla 6. Factores de suelo "S".....	26
Tabla 7. Periodos "TP" y "TL".....	26
Tabla 8. Categoría de las edificaciones y Factor "U".....	26
Tabla 9. Sistemas estructurales.....	27
Tabla 10. Irregularidades estructurales en altura.....	27
Tabla 11. Irregularidades estructurales en planta.....	28
Tabla 12. Límites para la distorsión del entrepiso.....	32
Tabla 13. Promedios de las derivas del caso de estudio real y del diseño.....	42
Tabla 14 Variación de las derivas del real respecto del diseño.....	43
Tabla 15 Periodos de los casos de estudio real y del diseño por cada modo de vibración.....	45
Tabla 16 Variación de los períodos del real respecto del diseño (porcentaje total).....	46
Tabla 17 Promedio del ratio de iteración P-M-M del caso de estudio real respecto del diseño (3° piso).....	48
Tabla 18 Promedios del ratio de iteración P-M-M del caso de estudio real respecto del diseño (2° piso).....	49
Tabla 19 Promedios del ratio de iteración P-M-M del caso de estudio real respecto del diseño (1° piso).....	50
Tabla 20 Variación de los promedios del ratio de iteración P-M-M del caso de estudio real respecto del diseño por piso.....	51
Tabla 21 Promedios del caso de estudio Real respecto del Diseño para Momento Nominal.....	53
Tabla 22 Variación del momento nominal del caso de estudio real respecto del diseño.....	54
Tabla 23 Promedios del caso de estudio real respecto del diseño para momento resistente vs momento actuante (vivienda 1 – 6).....	57
Tabla 24 Promedios del caso de estudio real respecto del diseño para momento resistente vs momento actuante (vivienda 7 – 13).....	58
Tabla 25 Comportamiento estructural del caso de estudio real respecto del diseño.....	59
Tabla 26.Tabiquería equivalente y carga repartida vivienda 1.....	115
Tabla 27.Carga viva, muerta y distribuida vivienda 1.....	116
Tabla 28.Coeficientes "ZUCS/R" y "k" vivienda 1.....	117
Tabla 29.Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales vivienda 1.....	119
Tabla 30. Irregularidades en altura (Ia) vivienda 1.....	119
Tabla 31.Irregularidades en planta (Ip) vivienda 1.....	121
Tabla 32.Coeficiente "ZUCS/R" y para el cálculo de los desplazamientos laterales vivienda 1 (2° análisis).....	124
Tabla 33. Análisis de derivas inelásticas y periodos de vibración vivienda 1.....	124
Tabla 34. Análisis columnas y vigas autoconstruidas vivienda 1.....	127
Tabla 35. Diseño de columnas vivienda 1 caso de estudio diseño.....	133
Tabla 36. Diseño de vigas vivienda 1 caso de estudio diseño.....	134
Tabla 37. Irregularidades en altura (Ia) vivienda 1.....	135
Tabla 38. Irregularidades en planta (Ip) vivienda 1.....	138
Tabla 39.Coeficiente "ZUCS/R" y para el cálculo de los desplazamientos laterales vivienda 1 (2° análisis).....	141
Tabla 40. Análisis de derivas inelásticas y periodos de vibración vivienda 1.....	141
Tabla 41. Análisis columnas y vigas diseñadas según normas E.020, E.030 y E.060 vivienda 1.....	144

Tabla 42. Propiedades de los materiales .....	252
Tabla 43. Propiedades de los materiales .....	252

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa zonas sísmicas.....	25
Figura 2 Derivas de entrepiso para las direcciones de análisis por piso .....	41
Figura 3 Períodos por Modo de Vibración.....	44
Figura 4 Ratios de iteración P-M-M de columnas real – diseño .....	47
Figura 5 Momentos Nominales.....	52
Figura 6 Momento resistente vs momento actuante (Dirección X).....	55
Figura 7 Momento resistente vs momento actuante (Dirección Y).....	56
Figura 8 Ficha de recolección de datos de ubicación y localización de la vivienda .....	69
Figura 9 Ficha de recolección de datos de columnas .....	70
Figura 10 Ficha de recolección de datos del levantamiento arquitectónico .....	71
Figura 11 Ficha de recolección de datos para aligerado .....	72
Figura 12 Identificación de tabiques sobre losas y determinación de dimensiones en planos ....	73
Figura 13. Determinación del volumen de la tabiquería .....	74
Figura 14. Identificación de losas y determinación de áreas en planos.....	75
Figura 15. Determinación del peso de la taquería sobre la losa (Tabiquería equivalente).....	76
Figura 16. Identificación de tabiquería sobre vigas .....	76
Figura 17. Determinación de la carga de tabiquería sobre las vigas (carga lineal) .....	76
Figura 18. Definición de materiales .....	77
Figura 19. Definición de columnas .....	78
Figura 20. Definición de vigas .....	79
Figura 21. 3. Definición de secciones transversales de elementos losa .....	80
Figura 22. Definición de sección transversal de muro .....	81
Figura 23. Definición de Espectros de respuesta .....	81
Figura 24. Carga Muerta “cm”, Carga Viva “cv”, Estático X y Estático Y .....	82
Figura 25. Coeficiente para calcular la Fuerza Cortante en la Base y el factor exponencial “k” .....	82
Figura 26. Definición para la estimación del Peso (P) .....	83
Figura 27. Definición de los casos modales .....	83
Figura 28. Casos de Carga.....	83
Figura 29. Carga muerta “CV” y Carga viva “CV” .....	84
Figura 30. ESTÁTICO X y ESTÁTICO Y .....	84
Figura 31. Sismo X .....	85
Figura 32. Sismo Y .....	86
Figura 33. Cargas de sismo (Sismo X y Sismo Y).....	87
Figura 34. Cargas de Servicio .....	87
Figura 35. Cargas de servicio y sismo.....	87
Figura 36. Carga muerta y sismo .....	88
Figura 37. Combinación de diseño para cálculo de acero .....	88
Figura 38. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales dirección X (Pórticos) .....	88
Figura 39. Peso Sísmico .....	89
Figura 40. Carga de gravedad .....	89
Figura 41. Configuración de unidades de dibujo .....	90
Figura 42. Configuración de ejes para los elementos estructurales.....	90
Figura 43. Configuración de altura y número de entrepisos .....	90
Figura 44. Dibujo de columnas .....	91
Figura 45. Dibujo de vigas .....	91
Figura 46. Dibujo de aligerado.....	92
Figura 47. Dibujo de muro de albañilería.....	92
Figura 48. Dibujo de escalera.....	92
Figura 49. Asignación de “CM” a los aligerados y la escalera .....	93
Figura 50. Asignación de “CV” a los aligerados y la escalera .....	93
Figura 51. Entrepiso .....	94
Figura 52. Azotea .....	94
Figura 53. Asignación de empotramiento al modelo .....	95

Figura 54. Asignación de diafragma rígido.....	95
Figura 55. Asignación de brazo rígido.....	96
Figura 56. Definición de materiales (Caso diseño).....	96
Figura 57. Columnas, se asignan las secciones diseñadas al modelo preestablecido.....	97
Figura 58. Vigas, se asignan las secciones diseñadas al modelo preestablecido.....	97
Figura 59. Definición de Espectros de respuesta (Caso diseño).....	98
Figura 60. Coeficiente para calcular la Fuerza Cortante en la Base y el factor exponencial “k” (caso diseño).....	99
Figura 61. Sismo X (Caso diseño).....	99
Figura 62. Sismo Y (Caso diseño).....	100
Figura 63. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales dirección X e Y (Pórticos).....	100
Figura 64. Dibujo de columnas (Caso diseño).....	101
Figura 65. Dibujo de vigas (Caso diseño).....	101
Figura 66. Entrepiso (Caso diseño).....	102
Figura 67. Azotea (Caso diseño).....	102
Figura 68. Asignación de empotramiento al modelo (Caso diseño).....	103
Figura 69. Asignación de diafragma rígido (Caso diseño).....	103
Figura 70. Asignación de brazo rígido (Caso diseño).....	103
Figura 71. Ficha de ubicación y localización vivienda 1.....	104
Figura 72. Ficha de distribución de columnas vivienda 1.....	105
Figura 73. Ficha de arquitectura 1° planta vivienda 1.....	106
Figura 74. Ficha aligerado 1° planta vivienda 1.....	107
Figura 75. Ficha arquitectura 2° planta vivienda 1.....	108
Figura 76. Ficha aligerado 2° planta vivienda 1.....	109
Figura 77. Plano de arquitectura vivienda 1.....	110
Figura 78. Plano de arquitectura vivienda 1.....	111
Figura 79. Plano de losas aligeradas vivienda 1.....	112
Figura 80. Identificación tabiquería sobre aligerados vivienda 1.....	113
Figura 81. Identificación tabiquería sobre vigas vivienda 1.....	114
Figura 82. Modelado ETABS derivas y periodo de vibración caso de estudio real vivienda 1.....	131
Figura 83. Modelado ETABS ratio P-M-M y momentos actuantes caso de estudio real vivienda 1.....	132
Figura 84. Modelado ETABS derivas y periodo de vibración caso de estudio real vivienda 1.....	152
Figura 85. Modelado ETABS ratio P-M-M y momentos actuantes caso de estudio real vivienda 1.....	153
Figura 86. Plano de aligerado con columnas y vigas diseñados vivienda 1.....	154
Figura 87. Fichas de campo vivienda 2.....	157
Figura 88. Fichas de campo vivienda 3.....	160
Figura 89. Fichas de campo vivienda 4.....	163
Figura 90. Fichas de campo vivienda 5.....	166
Figura 91. Fichas de campo vivienda 6.....	169
Figura 92. Fichas de campo vivienda 7.....	172
Figura 93. Fichas de campo vivienda 8.....	175
Figura 94. Fichas de campo vivienda 9.....	178
Figura 95. Fichas de campo vivienda 10.....	181
Figura 96. Fichas de campo vivienda 11.....	184
Figura 97. Fichas de campo vivienda 12.....	187
Figura 98. Fichas de campo vivienda 13.....	190
Figura 99. Planos de localización y ubicación de las viviendas V2 – V7.....	193
Figura 100. Planos de localización y ubicación viviendas V8 – V13.....	196
Figura 101. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 2.....	197
Figura 102. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 3.....	198
Figura 103. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 4.....	199

Figura 104. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 5 .....	200
Figura 105. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 6 .....	201
Figura 106. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 7 .....	202
Figura 107. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 8 .....	203
Figura 108. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 9 .....	204
Figura 109. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 10 .....	205
Figura 110. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 11 .....	206
Figura 111. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 12 .....	207
Figura 112. Plano de arquitectura y losa aligerada vivienda 13 .....	208
Figura 113. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 2 .....	209
Figura 114. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 3 .....	210
Figura 115. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 4 .....	211
Figura 116. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 5 .....	212
Figura 117. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 6 .....	213
Figura 118. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 7 .....	214
Figura 119. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 8 .....	215
Figura 120. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 9 .....	216
Figura 121. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 10 .....	217
Figura 122. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 11 .....	218
Figura 123. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 12 .....	219
Figura 124. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 13 .....	220
Figura 125. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 2 .....	221
Figura 126. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 3 .....	222
Figura 127. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 4 .....	223
Figura 128. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 5 .....	224
Figura 129. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 6 .....	225
Figura 130. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 7 .....	226
Figura 131. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 8 .....	227
Figura 132. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 2 .....	228
Figura 133. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 10 .....	229
Figura 134. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 11 .....	230
Figura 135. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 12 .....	231
Figura 136. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 13 .....	232
Figura 137. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 2 .....	233
Figura 138. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 3 .....	234
Figura 139. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 4 .....	235
Figura 140. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 5 .....	236
Figura 141. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 6 .....	237
Figura 142. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 7 .....	238
Figura 143. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 8 .....	239
Figura 144. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 9 .....	240
Figura 145. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 10 .....	241
Figura 146. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 11 .....	242
Figura 147. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 12 .....	243
Figura 148. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 13 .....	244
Figura 149. Planos de losa aligerada viviendas 2-3 .....	245
Figura 150. Planos de losa aligerada viviendas 4-5 .....	246
Figura 151. Planos de losa aligerada viviendas 6-7 .....	247
Figura 152. Planos de losa aligerada viviendas 8-9 .....	248
Figura 153. Planos de losa aligerada viviendas 10-11 .....	249
Figura 154. Planos de losa aligerada viviendas 12-13 .....	250
Figura 155. Ubicación de las viviendas .....	251
Figura 156. Toma de medidas entre columnas .....	257
Figura 157. Toma de medidas entre columnas .....	258



Figura 158. Registro de datos ficha de columnas.....	259
Figura 159. Registro de datos ficha de losa aligerada.....	260

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Módulo de Elasticidad del concreto .....	20
Ecuación 2. Resistencia requerida para cargas muertas y vivas.....	21
Ecuación 3. Resistencia requerida para cargas muertas, vivas y sismo .....	22
Ecuación 4. Resistencia requerida para cargas muertas y sismo.....	22
Ecuación 5. Profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos .....	23
Ecuación 6. Momento Nominal .....	23
Ecuación 7. Acero de refuerzo requerido.....	23
Ecuación 8. Cuantía del acero .....	23
Ecuación 9. Área de acero mínimo .....	23
Ecuación 10. Cuantía del acero balanceada .....	23
Ecuación 11. Factor de Amplificación Sísmica .....	26
Ecuación 12. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas .....	28
Ecuación 13. Fuerza Cortante en la Base .....	29
Ecuación 14. Verificación “C/R” .....	29
Ecuación 15. Fuerza Sísmica Horizontal en el nivel “i” .....	29
Ecuación 16. Factor “ $\alpha_i$ ” .....	29
Ecuación 17. Periodo fundamental de vibración.....	30
Ecuación 18. Periodo fundamental de vibración “alterno” .....	30
Ecuación 19. Momento torsor accidental .....	30
Ecuación 20. Espectro inelástico de pseudo-aceleraciones.....	31
Ecuación 21. Combinación Cuadrática Completa.....	31

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo comparar el comportamiento estructural a través de derivas, periodos de vibración de la estructura, ratios de iteración P-M-M y momentos nominales de viviendas, considerando columnas y vigas, en condiciones autoconstruidas y las diseñadas según normas E.020, E.030 y E.060. La muestra se seleccionó por conveniencia y la conformó 13 viviendas de la ciudad de Cajamarca. La investigación, se realizó con el software ETABS 2016.2.1, versión educativa, el análisis sísmico de los modelos estructurales primero en condiciones autoconstruidas y luego para el caso de columnas y vigas diseñadas; finalmente con el software Microsoft Excel 2013 versión educativa, se comparó y determinó mediante hojas de cálculo el comportamiento estructural inferior. Los resultados del caso de estudio autoconstruido respecto del diseñado, fueron; para las derivas, en la dirección X e Y, incrementos de 60.77% y 10.10% respectivamente; para el periodo de vibración, incremento de 13.15% para los ratios de iteración P-M-M, incremento de 59.30%, para momento nominal, en el acero por contracción y tracción, disminuciones de 270.63% y 215.63% respectivamente. Se concluyó validando la hipótesis, evidenciándose que el comportamiento estructural del sistema autoconstruido es inferior al del diseñado según normas E.020, E.030 y E.060.

**Palabras clave:** Comportamiento estructural, vivienda autoconstruida, análisis sísmico.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

Las placas tectónicas son planchas de rocas sólidas que en conjunto forman la litósfera, ubicadas debajo de la corteza de la Tierra y sobre la astenosfera y están clasificadas en las placas oceánicas y las mixtas. Las placas oceánicas son las más densas y extensas, por tanto, ocupan mayor parte del territorio planetario y casi en su totalidad, están sumergidas bajo el agua y se caracterizan por ser muy activas en sus movimientos. Estas placas son las siguientes: placa de África, placa del Pacífico, placa Sudamericana, placa Euroasiática, placa Indoaustraliana, placa Norteamericana y placa Antártica. Las placas mixtas, son aquellas que ocupan espacios tanto continentales como oceánicos, son más numerosas, pero de menor tamaño en comparación con las placas oceánicas. Entre estas placas están la placa del Caribe, la placa de Nazca, placa Árabe, placa de Escocia, entre muchas otras. (*"Placas tectónicas"*, 2017, párr. 1-11).

La Placa de Nazca, es una placa tectónica que se sitúa frente a la costa norte y centro de Chile y la totalidad del litoral de Perú, Ecuador y Colombia, presentando un borde de colisión que logra expandirse desde Panamá hasta el sur de Chile. Esta razón hace que la placa Nazca se mantenga en constante fricción con la placa Sudamericana.

Debido a la ubicación de la franja de fricción de las placas Nazca y Sudamericana, Perú es uno de esos países que siempre está en riesgo de sufrir las consecuencias de los llamados movimientos sísmicos (*"Placa de Nazca: que es, ubicación, sismos y más"*, 2020, párr. 12, 37).

El Perú ha registrado movimientos telúricos devastadores, sobre todo en regiones costeras, tomando en cuenta los últimos 50 años: el 31 de mayo de 1970, a las 3:23 p.m., un terremoto de magnitud 7,8 y un gran aluvión se registró en el Callejón de Huaylas (Áncash). Este movimiento telúrico dejó como saldo 67 mil muertos y 150 mil heridos.

El 9 de diciembre de 1970, a las 11:35 p.m., un terremoto de magnitud 7,2 ocurrió entre las regiones Piura y Tumbes. El epicentro se ubicó al sur de Tumbes, y dejó como saldo 48 muertos. El sismo se sintió en Ecuador, donde hubo muertes y daños materiales.

El 3 de octubre de 1974, un terremoto de 8,0 grados se registró en Lima a las 9:21 a.m., azotando la capital del Perú, así como gran parte de la costa peruana, hacia el sur. El movimiento duró alrededor de 90 segundos y dejó como saldo 252 muertos y 3.600 heridos.

El 16 de febrero de 1979, a las 5:08 a.m., un fuerte sismo de magnitud 6,2 se sintió en la región Arequipa. Se registraron muertes y muchos heridos. Este sismo que tuvo una profundidad de 52,5 kilómetros produjo severos daños en las localidades de Chuquibamba y pueblos del valle de Majes. En la ciudad de Arequipa, el sismo fue del grado VI y afectó seriamente algunas viviendas de sillar.

El 29 de mayo de 1990, a las 9:34 p.m., un sismo de 6,4 grados afectó las ciudades de San Martín, Amazonas, Cajamarca, Rioja, Moyobamba, Chachapoyas, Jaén y Bagua, dejó como saldo 77 muertos, 1.680 heridos, 58.835 damnificados y 11 mil viviendas destruidas.

El 4 de abril de 1991, a las 11:19 p.m., un sismo de magnitud 6,2 se sintió en San Martín, Amazonas y La Libertad. Se registraron 53 muertos, 216 heridos, 181.344 damnificados y 30.224 viviendas destruidas. El terremoto remeció Rioja, Moyobamba, Chachapoyas y Bolívar. Un total de 139 escuelas se desplomaron.

El 12 de noviembre de 1996, a las 11:59 a.m., se produjo un violento terremoto en el Sur del país, en las ciudades de Ica, Pisco, Nazca y Palpa en el departamento de Ica; Caravelí y Caylloma en el departamento de Arequipa, Lucanas y Coracora en Ayacucho, Huaytará en Huancavelica. El terremoto tuvo una magnitud de 6,4 y dejó como saldo 17 muertos, 1.591 heridos, 94.047 damnificados, 5.346 viviendas destruidas, 12.700 viviendas afectadas. Dado que el sismo se localizó al suroeste de Nazca, los mayores daños se registraron en dicha ciudad destruyendo el 90% de las viviendas.

El 23 de junio de 2001, a las 3:33 p.m., un terremoto de magnitud 6,9 afectó nuevamente el sur del Perú, sobre todo las regiones de Moquegua, Tacna y Arequipa. En aquella ocasión, el Indeci detalló las estadísticas que dejó este sismo en la región sur: 74 muertos, 2.689 heridos,

más de 21 mil damnificados, 64 desaparecidos, 35.601 viviendas afectadas y 17.584 casas destruidas. El terremoto originó varias réplicas y alcanzó una intensidad máxima de VIII.

El 15 de agosto del 2007, exactamente a las 6:41 p.m., el sur del Perú fue golpeado por uno de los sismos más violentos de nuestra historia reciente con magnitud de 7.9. Aunque no fue el que más víctimas ha causado, sí fue uno de los más destructivos. Según las cifras oficiales del Indeci, el terremoto de Pisco dejó daños en 5 regiones (Ica, Lima, Ayacucho, Huancavelica y Junín) y en la provincia constitucional del Callao. Unas 596 personas fallecieron esa noche y en los días siguientes debido al derrumbe de los edificios.

El 24 de agosto del 2011, un sismo de 7 grados remeció Loreto. Ocurrió a 149 km de profundidad por un desplazamiento de la placa de Nazca y dejó daños en algunos colegios y casas, y 20 heridos leves, según Indeci. El sismo se sintió en casi toda la selva peruana y su remezón llegó hasta Lima y países vecinos, como Brasil, Ecuador y Bolivia, pero no causó muertes ni graves daños materiales. El IGP indicó que se registró a las 12:46 p.m., a 44 km al suroeste del distrito de Contamana, en la provincia loretana de Ucayali.

El 26 de mayo del 2019, un fuerte sismo de magnitud 8 ocurrió en Lagunas, en la región Loreto, el cual dejó un muerto y cerca de 2.500 afectados. Es el último sismo devastador que se ha registrado en el Perú (*“Los sismos más devastadores que ocurrieron en el Perú en los últimos años”*, 2020).

Los movimientos telúricos devastadores mencionados, muestran al Perú como un país por excelencia muy sísmico. El mapa sísmico del Perú muestra la distribución espacial de todos los sismos ocurridos desde el año 1960 a la fecha todos con magnitudes mayores o iguales a 4.0 Mw.

Los determinantes más relevantes del déficit habitacional en el Perú son las viviendas mal construidas al optar por autogestión, en la modalidad de autoconstrucción, en la que no se respetan las especificaciones técnicas contenidas en los reglamentos para la construcción, esta

es la razón primaria del déficit habitacional, de orden cualitativo. La mayoría de estas edificaciones en el país deben ser reforzadas desde los cimientos, y en muchos casos reubicar y construir viviendas nuevas en terrenos aptos, que cuenten con estudios de suelos y se utilice material noble, ya que un gran número de estas construcciones se encuentran localizadas en lugares de alto riesgo (Paredes y Palomino, 2014, p. 8). La informalidad surge cuando los costos de circunscribirse al marco legal y normativo de un país son superiores a los beneficios que ello conlleva. La formalidad involucra costos tanto en términos de ingresar a este sector, largos, complejos y costosos procesos de inscripción y registro. Por ello, este sector predomina cuando la presencia y control del estado son débiles (Loayza, 2008, p. 50).

La ciudad de Cajamarca, es una de las zonas del Perú donde la expansión urbana se está acrecentando en zonas de alto peligro de origen natural, sismos y huaycos o deslizamientos; dichas amenazas, ponen en evidencia la situación de vulnerabilidad de la ciudad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011, p. 16).

De acuerdo al mapa de zonificación sísmica para el territorio peruano, la norma E.030 del Reglamento Nacional de Construcciones, la ciudad de Cajamarca está ubicada dentro de la zona de sismicidad III, el área de estudio se encuentra afectada por sismos de grado VI, cuyas características son, daños considerables en edificios corrientes y sólidos con colapso parcial y daños grandes en estructuras de construcción pobre (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011, p. 52).

Aún no se ha producido la liberación de energía de gran intensidad, sin embargo, existe la probabilidad de que se produzca un sismo de magnitud considerable y con intensidades que varían de severo a destructor. De acuerdo al estudio: "Mapa de Peligros de la ciudad de Cajamarca", se han identificado cuatro niveles sísmicos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011, p. 86-87). Nivel severo, esta zona es de suelos expansibles en grandes proporciones, con altas aceleraciones sísmicas. Nivel moderado, zona con aceleraciones

sísmicas altas, probabilidad de asentamientos diferenciales parciales por la presencia de suelos expansivos. Nivel menor, zona con predominio de depósitos de roca, con bajas aceleraciones sísmicas y capacidad portante media. Nivel leve, zona con bajas aceleraciones sísmicas y alta capacidad portante (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011, p. 54-55).

En este sentido, el nivel de intensidad muy severo se presenta desde una parte del asentamientos La Alameda hasta Ajoscancha; el nivel severo se presenta en la sección inmediata a la anterior que se extiende desde una parte de los asentamientos 22 de Octubre y Acomarca hasta Mollepampa; el nivel moderado se presenta en la zona norte inmediata a los ríos Porcón y San Lucas y que se extiende por las faldas de las estribaciones andinas desde Lucmacucho hasta Miraflores; y el nivel leve se presenta en las zonas de laderas altas de la ciudad. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2005, p. 86-87).

El Plan Director Peri Urbano de la Ciudad de Cajamarca elaborado por la Municipalidad Provincial y asesorado por el INADUR establecía como propuesta de expansión de la ciudad de Cajamarca para un horizonte temporal de diez años orientar el crecimiento hacia el sur de la ciudad en la zona de Mollepampa y hacia la zona de laderas altas del Sur – Oeste incluyendo las estribaciones del cerro Carambayoc. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2005, p. 120).

Actualmente las tendencias de expansión multidireccional como producto de la falta de control urbano, dan hincapié a la construcción de viviendas informales, donde la mala práctica constructiva queda expuesta; a ello le sumamos los errores constructivos detectados en las viviendas informales de albañilería en el sector 16, donde se detectó dentro de los errores constructivos más resaltantes el acero de refuerzo expuesto, derivando en la patología de corrosión en acero de refuerzo expuesto (Rodríguez, 2014, p. 58).

Asimismo, Valera (2016), en su investigación sobre Comportamiento estructural de viviendas informales en la ciudad de Cajamarca considerando la resistencia real a compresión del concreto y la resistencia mínima según norma E060, el cual tuvo como objetivo analizar el



comportamiento estructural de viviendas informales con sistema estructural aperticado y muros de albañilería en la ciudad de Cajamarca, tomando en cuenta la resistencia mínima requerida según norma técnica E060 y la resistencia a compresión real del concreto. Los resultados obtenidos determinan que la resistencia real del concreto de los elementos estructurales de las viviendas construidas de manera informal disminuye en 18.14% con respecto a la resistencia mínima requerida según Norma técnica E060; además, los desplazamiento y derivas de los elementos de concreto armado y las fuerzas y esfuerzos en la albañilería considerando la resistencia real y la compresión del concreto aumentan en promedio 3.825 tomando en cuenta la resistencia mínima requerida según norma técnica E060.

Del mismo modo, Mestanza (2017), investigó sobre Diseño sísmico de las viviendas construidas por el programa techo propio en la provincia de San Marcos, el cual tuvo como objetivo determinar el comportamiento estructural de viviendas informales en la ciudad de Cajamarca considerando la resistencia real a compresión del concreto y la resistencia mínima según norma E060. Los resultados indicaron que los desplazamientos, derivas, fuerzas y esfuerzos aumentan en promedio 3.82% que considerando la resistencia mínima según norma E060, concluyendo en que el comportamiento estructural considerando la resistencia a compresión del concreto real es inferior que considerando la resistencia mínima según norma E060.

Si bien a la pobre resistencia mostrada por los concretos, y al efecto de la corrosión, le agregamos la posibilidad de que en columnas y vigas de las viviendas construidas de manera informal el área de acero no sea la requerida, las vidas de cada uno de los integrantes de la familia que habita dicha vivienda correrían un eminente riesgo ante la posibilidad de un sismo.

Además, en la ciudad de Cajamarca existen pocas investigaciones e información sobre el comportamiento estructural de las viviendas construidas de manera informal, por lo que es fundamental conocer el comportamiento de viviendas autoconstruidas en esta ciudad,

considerando las condiciones sísmicas de la norma al encontrarse la zona en estudio en una zona de intraplaca; que corresponden a la macrorregión sísmica de Lambayeque, la Libertad, Amazonas, esta puede ser afectada por los sismos que afectan la región; y de este modo la investigación sea una referencia para mostrar que las viviendas informales son más propensas a sufrir daños estructurales, y de este modo tomar medidas correctivas al proceso de expansión urbana.

## Propiedades físico-mecánicas de los materiales de construcción

### Módulo de Elasticidad del concreto

Para concretos de peso unitario normal ( $w_c = 2300 \text{ kg/m}^3$ ),  $E_c$ , puede tomarse como:

#### Ecuación 1. Módulo de Elasticidad del concreto

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \left( \text{en } \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) \quad \dots \text{Ec.(1)}$$

### Módulo de Elasticidad del acero

El módulo de elasticidad,  $E_s$ , para el acero de refuerzo no preesforzado puede tomarse como 200 000 MPa o 2 000 000 kg/cm<sup>2</sup>. (NTE E.060, 2009, p.50)

### Esfuerzo de fluencia del acero

Generalmente el tipo de acero se caracteriza por el límite o esfuerzo de fluencia entre estos tipos tenemos los de grado 40, 50 y 60, que corresponden a los límites de fluencia de 2800, 3500 y 4200 Kg/cm<sup>2</sup>. (Ficha técnica Aceros Arequipa, 2016, p.2)

**Tabla 1.**

*Propiedades físicas del Acero corrugado ASTM A615-Grado 60*

DIÁMETRO DE BARRA		SECCIÓN	PERÍMETRO	PESO MÉTRICO NOMINAL
Pulg.	mm	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(kg/m)
-	6	28	18.8	0.220
-	8	50	25.1	0.395
3/8	-	71	29.9	0.560
-	12	113	37.7	0.888
1/2	-	129	39.9	0.994
5/8	-	199	49.9	1.552
3/4	-	284	59.8	2.235
1	-	510	79.8	3.973
1 3/8	-	1006	112.5	7.907

Fuente: Ficha técnica ASTM A615-GRADO 60 Aceros Arequipa, p.2.

**Tabla 2.**  
*Pesos Unitarios*

MATERIALES	PESO kN/m <sup>3</sup> (Kgf/m <sup>3</sup> )	
<b>Albañilería de:</b>		
Unidades de arcilla cocidas sólidas	18,0 (1800)	
Unidades de arcilla cocida huecas	13,5 (1350)	
<b>Concreto simple de:</b>		
Grava	23,0 (2300)	
<b>Concreto armado</b>	Añadir 1,0 (100) al peso del concreto simple.	
<b>Metales</b>		
Acero	78,5 (7850)	
<b>Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado</b>		
Con vigueta 0.10 m de ancho y 0,40 m entre ejes		
Espesor de aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m <sup>2</sup> )
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Fuente: NTE E.020 (2006).

## Análisis de cargas

**Tabla 3.**  
*Cargas vivas mínimas repartidas*

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS
<b>Viviendas</b>	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)
<b>(*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil</b>	

Fuente: NTE E.020 (2006).

## Fundamentos de diseño en concreto armado

### Resistencia requerida

La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

#### Ecuación 2. Resistencia requerida para cargas muertas y vivas

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV \quad \dots \text{Ec.(2)}$$

Si en el diseño se tuviera que considerar cargas de sismo (CS), la resistencia requerida será como mínimo:

**Ecuación 3. Resistencia requerida para cargas muertas, vivas y sismo**

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS \quad \dots \text{Ec.(3)}$$

**Ecuación 4. Resistencia requerida para cargas muertas y sismo**

$$U = 0,9 CM \pm CS \quad \dots \text{Ec.(4)}$$

(NTE E.060, 2009, p.61)

**Resistencia de diseño**

Flexión sin carga axial ..... 0,90

Carga axial y carga axial con flexión:

(a) Carga axial de tracción con o sin flexión ..... 0,90

(NTE E.060, 2009, p.62)

**Control de deflexiones**

**Tabla 4**

*Peraltes o espesores mínimos de vigas no preesforzadas*

PERALTES O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREEFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES				
	Espesor o peralte mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones su otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes			
Lozas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o lozas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Notas: Los valores en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal (alrededor de 2300 kg/m<sup>3</sup>) y refuerzo con  $f_y$  igual a 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse.

Fuente. NTE E.060 (2009).

**Diseño por flexión**

La condición de falla balanceada se produce en una sección transversal cuando el refuerzo en tracción alcanza la deformación unitaria correspondiente a  $f_y$  al mismo tiempo que el concreto en compresión alcanza su deformación unitaria máxima utilizable Ecu de 0,003. Este criterio

es general y se aplica a secciones de cualquier forma sin acero de compresión o con él. (NTE E.060, 2009, p.72)

#### Ecuación 5. Profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos

$$C_c = T$$

$$a = \frac{A_s f_s}{0.85 f'_c b} \quad \dots \text{Ec.(5)}$$

#### Ecuación 6. Momento Nominal

$$M_u = \phi M_n$$

$$M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \quad \dots \text{Ec.(6)}$$

Ahora se reemplaza el valor de “a” en la ecuación (1), se obtiene:

#### Ecuación 7. Acero de refuerzo requerido

$$M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$A_s = \frac{0.85 f'_c b d}{f_y} - \sqrt{\left( \frac{0.85 f'_c b d}{f_y} \right)^2 - \left( \frac{1.70 f'_c b M_u}{\phi f_y^2} \right)} \quad \dots \text{Ec.(7)}$$

(NTE E.060, 2009, p.76)

#### Cuantía del acero

#### Ecuación 8. Cuantía del acero

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \quad \dots \text{Ec.(8)}$$

#### Acero mínimo

#### Ecuación 9. Área de acero mínimo

$$A_s \text{ min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} bd \left( \text{en } \frac{kg}{cm^2} \right) \quad \dots \text{Ec.(9)}$$

(NTE E.060, 2009, p.78)

#### Cuantía del acero balanceada

#### Ecuación 10. Cuantía del acero balanceada

$$\rho b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{0.003}{\frac{f_y}{E_s} + 0.003} \quad \dots \text{Ec.(10)}$$

Para  $f'_c$  entre 17 y 28 MPa, el factor  $\beta_1$  se debe tomar como 0,85. Para  $f'_c$  mayor o igual a 56 MPa,  $\beta_1$  se debe tomar como 0,65. Para  $f'_c$  entre 28 y 56 MPa se debe interpolar linealmente entre 0,85 y 0,65. (NTE E.060, 2009, p.72)

#### Límites del espaciamiento del refuerzo

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa debe ser  $d_b$ , pero no menor de 25 mm. (NTE E.060, 2009, p.41)

### **Disposiciones especiales para el diseño sísmico**

La resistencia especificada a la compresión del concreto,  $f'_c$ , no debe ser menor que 21 MPa (210 kg/cm<sup>2</sup>). (NTE E.060, 2009, p.163)

### **Requisitos para las vigas de los edificios con sistemas resistentes a fuerzas laterales de pórticos y duales tipo II.**

El ancho del elemento,  $b_w$ , no debe ser menor de 0,25 veces el peralte ni de 250 mm.

#### **Refuerzo longitudinal**

Deberá existir refuerzo continuo a todo lo largo de la viga, constituido por 2 barras tanto en la cara superior como en la inferior, con un área de acero no menor de la especificada en 10.5. No se aplicará lo dispuesto en 10.5.3. La cuantía de refuerzo en tracción no deberá exceder de 0,025.

#### **Refuerzo transversal de confinamiento**

Los estribos serán como mínimo de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo. (NTE E.060, 2009, p.p.167 - 168)

### **Requisitos para las columnas de edificios con sistema resistente a fuerzas laterales de pórticos y duales tipo II**

La dimensión menor de la sección transversal, medida en cualquier línea recta que pase por su centroide geométrico, no debe ser menor de 250 mm.

La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0,25.

#### **Refuerzo longitudinal en columnas**

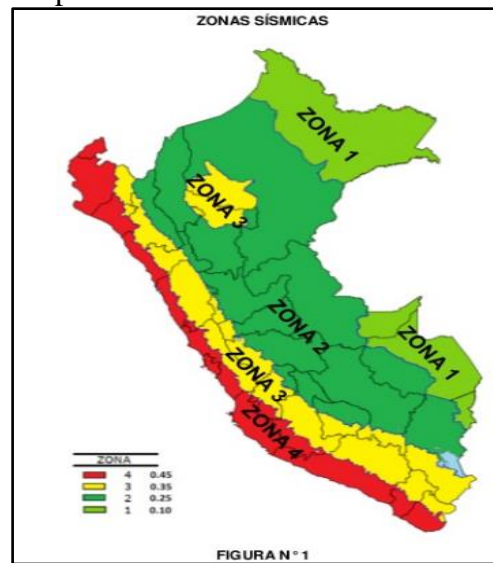
La cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6% del área total de la sección transversal. Cuando la cuantía exceda de 4%, los planos deberán incluir detalles constructivos de la armadura en la unión viga-columna. (NTE E.060, 2009, p.171)

**Análisis Sismo resistente**

**Peligro Sísmico**

**Zonificación**

**Figura 1**  
Mapa zonas sísmicas



Fuente: NTE E.030 (2018).

**Tabla 5.**  
*Factores de zona "Z"*

Tabla N°1

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente. NTE E.030 (2018).

## Parámetros de sitio (S, TP Y TL)

**Tabla 6.**  
*Factores de suelo "S"*

FACTORES DE SUELO "S"				
SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
ZONA				
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,0

Fuente. NTE E.030 (2018).

**Tabla 7.**  
*Periodos "TP" y "TL"*

PERIODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente. NTE E.030 (2018).

## Factor de Amplificación Sísmica (C)

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

### Ecuación 11. Factor de Amplificación Sísmica

$$\begin{aligned}
 T < T_P & \quad C=2,5 \\
 T_P < T < T_L & \quad C = 2,5 * \frac{T_P}{T} \quad \dots \text{Ec.}(11) \\
 T < T_L & \quad C=2,5 * \left( \frac{T_P * T_L}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

(NTE E.030, 2018, p.15)

## Categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones

**Tabla 8.**  
*Categoría de las edificaciones y Factor "U"*

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falta no acarrea peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0

Fuente. NTE E.030 (2018).



## Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R_0$ )

Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente  $R_0$  que corresponda. (NTE E.030, 2018, p.19)

**Tabla 9.**

### *Sistemas estructurales*

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES		
Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción	Básico $R_0$ (*)
Concreto Armado: Pórticos		8

Fuente. NTE E.030 (2018).

## Sistemas Estructurales

**Tabla 10.**

### *Irregularidades estructurales en altura*

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_a$
<b>Irregularidad de Rigidez - Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0.75
<b>Irregularidades de Resistencia - Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
<b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0.50
<b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
<b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
<b>Irregularidad Geométrica Vertical</b> La configuración es irregular cuando en cualquiera de las direcciones de análisis la dirección en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1.3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
<b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b>	0.80

Se califica a la estructura como irregular cuando cualquier elemento que resistente más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.

**Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)**

Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior supera el 25% de la fuerza cortante total 0.80

Fuente. NTE E.030 (2018).

**Tabla 11.**

*Irregularidades estructurales en planta*

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad <i>I<sub>p</sub></i>
<p><b>Irregularidad Torsional</b></p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para misma condición de carga.</p> <p>Este criterio sólo de aplica en edificios con diagramas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0.75
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</b></p> <p>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio sólo de aplica en edificios con diagramas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0.80
<p><b>Esquinas Entrantes</b></p> <p>La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direccione son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0.90
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b></p> <p>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma.</p> <p>También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área resistente menor que 25% del área de la sesión transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0.85
<p><b>Sistemas no Paralelos</b></p> <p>Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros firman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	0.90

Fuente. NTE E.030 (2018).

**Ecuación 12. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas**

$$R = R_0 * I_a * I_p \quad \dots Ec.(12)$$

**Análisis Estructural**

## Estimación del Peso (P)

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación en porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.

En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva. (NTE E.030, 2018, p.23)

## Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

### Ecuación 13. Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{Z*U*C*S}{R} * P \quad \dots\text{Ec.}(13)$$

El valor de C/R no se considera menor que:

### Ecuación 14. Verificación “C/R”

$$\frac{C}{R} \geq 0,11 \quad \dots\text{Ec.}(14)$$

### Ecuación 15. Fuerza Sísmica Horizontal en el nivel “i”

$$F_i = \alpha_i \cdot V \quad \dots\text{Ec.}(15)$$

### Ecuación 16. Factor “ $\alpha_i$ ”

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k} \quad \dots\text{Ec.}(16)$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

a) Para T menor o igual a 0.5 segundos:  $k = 1,0$ .

b) Para T mayor que 0.5 segundos:  $k = (0,75 + 0,5T) \leq 2,0$ .

### Ecuación 17. Periodo fundamental de vibración

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad \dots \text{Ec.}(17)$$

Donde:

$C_T = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

Alternamente puede usarse la siguiente expresión:

### Ecuación 18. Periodo fundamental de vibración “alterno”

$$T = 2\pi \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^3 \right)}{\left( g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i \right)} \quad \dots \text{Ec.}(18)$$

Donde:

$f_i$  Es la fuerza lateral en el nivel  $i$  correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

$d_i$  Es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel  $i$  en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas  $f_i$ . Los desplazamientos se calculan suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

(NTE E.030, 2018, p.p. 24, 26)

### Ecuación 19. Momento torsor accidental

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i \quad \dots \text{Ec.}(19)$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel ( $e_i$ ), se considera como 0,5 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. (NTE E.030, 2018, p.26)

## Análisis Dinámico Modal Espectral

### Modos de Vibración

Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

### Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se usa un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

#### Ecuación 20. Espectro inelástico de pseudo-aceleraciones

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad \dots \text{Ec.}(20)$$

### Criterios de Combinación

Alternativamente, la respuesta máxima puede estimarse mediante la siguiente expresión.

#### Ecuación 21. Combinación Cuadrática Completa

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \quad \dots \text{Ec.}(21)$$

(NTE E.030, 2018, p.p. 26, 27)

### Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

## Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considera mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso se considera el signo más desfavorable. (NTE E.030, 2018, p.28)

## Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad

### Determinación de Desplazamiento Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitudes sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

### Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

**Tabla 12.**

*Límites para la distorsión del entrepiso*

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	( $\Delta_i / h_i$ )
Concreto Armado	0,007

Fuente. NTE E.030 (2018).

## 1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el comportamiento estructural de viviendas considerando columnas y vigas en condiciones autoconstruidas respecto de las diseñadas según las normas E.020, E.030 y E.060, en los sectores Mollepampa y La Paccha de la ciudad de Cajamarca?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Determinar el comportamiento estructural de viviendas considerando columnas y vigas en condiciones autoconstruidas y las diseñadas según las normas E.020, E.030 y E.060, en los sectores Mollepampa y La Paccha de la ciudad de Cajamarca.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a. Evaluar el comportamiento estructural de viviendas considerando columnas y vigas autoconstruidas, en los sectores de Mollepampa y la Paccha de la ciudad de Cajamarca.
- b. Evaluar el comportamiento estructural de viviendas considerando columnas y vigas diseñadas según normas, en los sectores de Mollepampa y la Paccha de la ciudad de Cajamarca.
- c. Determinar la variación de las derivas de viviendas considerando columnas y vigas autoconstruidas respecto de las diseñadas según las normas, en los sectores de Mollepampa y la Paccha de la ciudad de Cajamarca.
- d. Determinar la variación del periodo de vibración de viviendas considerando columnas y vigas autoconstruidas respecto de las diseñadas según las normas, en los sectores de Mollepampa y la Paccha de la ciudad de Cajamarca.
- e. Determinar la variación del ratio de iteración P-M-M de viviendas considerando columnas y vigas autoconstruidas respecto de las diseñadas según las normas, en los sectores de Mollepampa y la Paccha de la ciudad de Cajamarca.
- f. Determinar la variación del momento nominal de viviendas considerando columnas y vigas autoconstruidas respecto de las diseñadas según las normas, en los sectores de Mollepampa y la Paccha de la ciudad de Cajamarca.

## 1.4 Hipótesis

El comportamiento estructural de viviendas considerando columnas y vigas en condiciones autoconstruidas, es inferior, con incrementos del 40% en derivas, 10% en periodos de vibración, 15% en ratios de iteración P-M-M y disminución del 35% en momentos nominales, respecto de las diseñadas según las normas, en los sectores Mollepampa y La Paccha de la ciudad de Cajamarca.



## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de investigación**

La investigación por su propósito es aplicada, porque se apoya en conocimientos de carácter científico-técnico (normas técnicas) para contribuir a dar solución a la autoconstrucción de viviendas.

Por su enfoque es cuantitativa, porque se han utilizado cantidades y en los resultados se han determinado valores.

Por el ámbito en el que se realiza es no experimental, porque se desarrolló en campo, es decir, a través de un seguimiento al proceso constructivo de las viviendas estudiadas, obteniéndose los datos en condiciones inalterables.

Por el periodo en el que se realiza es transversal, porque los datos se tomaron en una única oportunidad durante el proceso constructivo de las viviendas.

Por su alcance es descriptiva, porque describe el comportamiento del resultado tanto de lo observado en campo y lo estipulado en las normas técnicas. E0.20, E.030 y E0.60.

### **2.2 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

La población está conformada por todas las viviendas autoconstruidas en los sectores Mollepampa y La Paccha de la ciudad de Cajamarca.

El objeto de estudio; está conformada por 13 viviendas autoconstruidas, 10 en el sector Mollepampa y 3 en el sector La Paccha; seleccionadas en base a los criterios siguientes:

- Accesibilidad del permiso para desarrollar la investigación por parte de los responsables de la construcción de las viviendas.
- Semejanza del sistema estructural, todas las viviendas son aporticadas.

## **2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **A. Técnicas**

Las técnicas utilizadas fueron:

- a. Observación directa participativa, para datos obtenidos del seguimiento al proceso constructivo de las viviendas.
- b. Revisión documental, para datos obtenidos de documentación referente al tema de investigación y normas técnicas E.020, E.030 y E.060.

### **B. Instrumento de recolección de datos**

Los instrumentos utilizados fueron:

- a. Fichas de observación de campo, en las cuales se registraron los datos de las viviendas como: ubicación y localización; levantamiento de la arquitectura y aligerado de cada entrepiso. ( Ver anexo n°1)
- b. Matriz de diseño Excel, en los cuales se registraron los datos de los parámetros de diseño estipulados en las normas técnicas (E.020, E.030 y E.060), características de los materiales, de los planos (arquitectura y aligerado); y cálculos de los diseños (resultados del software ETABS). ( Ver anexo n°2)

### **C. Instrumentos de análisis de datos**

Los instrumentos utilizados fueron:

- a. La tabulación de datos, los datos obtenidos de la matriz de diseño fueron organizados en tablas, según las variables de los objetivos formulados para su tratamiento estadístico.
- b. Los gráficos estadísticos lineales, que se emplearon para representar la variación desarrollada por la variable en cada caso de estudio.

## 2.4 Procedimiento

- Determinación de la zona de estudio.
- Visita N°01 (inicio del seguimiento al proceso constructivo de la vivienda):
  - a. Selección y ubicación de las viviendas de estudio
  - b. Realización del Croquis de ubicación y locación de la vivienda de estudio (ficha de observación de campo N°01).
  - c. Realización del Croquis de ubicación de columnas (ficha de observación de campo N°02).
- Ubicación de columnas en las fichas de observación de campo correlativas del N°03 al 06 con el software AUTOCAD.
- Visita N°02:
  - a. Realización del croquis de distribución arquitectónica del primer piso (ficha de observación de campo N°03).
  - b. Realización del croquis del aligerado de la primera planta (ficha de observación de campo N°04).
- Realización de los planos de distribución arquitectónica y aligerado primer piso con el software AUTOCAD.
- Visita N°03:
  - a. Realización del croquis de distribución arquitectónica del segundo piso (ficha de observación de campo N°05).
  - b. Realización del croquis del aligerado de la segunda planta (ficha de observación de campo N°06).
- Realización de los planos del segundo piso correspondiente a distribución arquitectónica y losa aligerada, con el software AUTOCAD.
- Revisión documentaria y posterior elaboración de la Matriz diseño Excel.

- Determinación de las cargas: repartida para entrepisos y distribuida para vigas (Valores para ingresar al programa ETABS).
  - a. Identificación de muros y tabiques sobre vigas y aligerados respectivamente (Planos de identificación de muros y tabiques).
  - b. Procesamiento de datos N°01, en la Matriz de diseño, determinación de la Carga repartida para entrepiso (Modelamiento de losa tipo membrana - ETABS)
    - i. Determinación de la Carga Viva "CV" y Carga Muerta "CM" repartida según aligerado para entrepiso y escalera.
    - ii. Determinación de la Carga distribuida para vigas.
- Procesamiento de datos N°02, en la Matriz de diseño, determinación de los coeficientes "ZUCS/R" y "k" (valores para ingresar al programa ETABS)
- Procesamiento de datos N°03, en la Matriz de diseño:
  - a. Determinación del coeficiente "ZUSC/R" para el espectro inelástico de pseudo-aceleraciones "Sa".
  - b. Determinación del espectro inelástico de pseudo-aceleraciones "Sa" (Valores para ingresar al programa ETABS)
- Procesamiento de datos N°04, en la Matriz de diseño, determinación del coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales de entrepiso (Valores para ingresar al programa ETABS)
- Realización de los modelos en el programa ETABS de las viviendas en condiciones reales.
- Procesamiento de datos N°05, en la Matriz de diseño, determinación de la Regularidad Estructural de las viviendas.
  - a. Determinación de la Irregularidad en Altura y en Planta (resultados obtenidos del programa ETABS).

- Procesamiento de datos N°06, en la Matriz de diseño, análisis estático y dinámico de las viviendas con el programa ETABS.
  - a. Verificación de la Fuerza Cortante Mínima.
  - b. Determinación de las Derivas y Período de vibración de las viviendas.
- Procesamiento de datos N°07, en la Matriz de diseño, verificación de la Fuerza Cortante Mínima (en condición Escalada si fuera el caso), análisis de columnas y vigas de las viviendas con el programa ETABS.
  - a. Análisis estático y dinámico (con el cortante escalado si fuera el caso).
  - b. Determinación de ratios de iteración P-M-M de las columnas.
  - c. Determinación del área de acero y de los momentos nominales de las vigas.
- Procesamiento de datos N°08, en la Matriz de diseño, diseño de columnas.
  - a. Evaluación de cuantía mínima y ratios de iteración P-M-M.
  - b. Determinación de secciones transversales diseñadas.
- Procesamiento de datos N°09, en la Matriz de diseño, evaluación de vigas.
  - a. Evaluación de las secciones transversales y el área de acero.
  - b. Determinación de secciones transversales diseñadas.
- Realización de los modelos en el programa ETABS de las viviendas considerando columnas y vigas diseñadas según normas técnicas E0.20, E0.30 y E.060.
- Repetimos los pasos del 14 al 16.
- Análisis de datos N°01, en la Matriz de diseño, determinación de las variaciones de las variables que definen el comportamiento estructural para cada caso de estudio.
  - a. Tabulación de los resultados obtenidos del programa ETABS para cada variable según el caso de estudio.
  - b. Realización de los gráficos estadísticos lineales con los resultados de cada variable de estudio.

- Realización de los planos de las viviendas considerando columnas y vigas diseñadas según normas técnicas E0.20, E0.30 y E.060.

## **2.5 Aspectos éticos**

La presente investigación del comportamiento estructural de viviendas considerando columnas y vigas autoconstruidas y las diseñadas, contiene información seleccionada y procesada de estricto cumplimiento acorde a las normas y ha sido obtenida en función de las obras evaluadas, así como las fuentes utilizadas han sido citadas en las referencias, por consecuencia los datos e información son relevantes, veraz y no tiene incidencia de plagio.

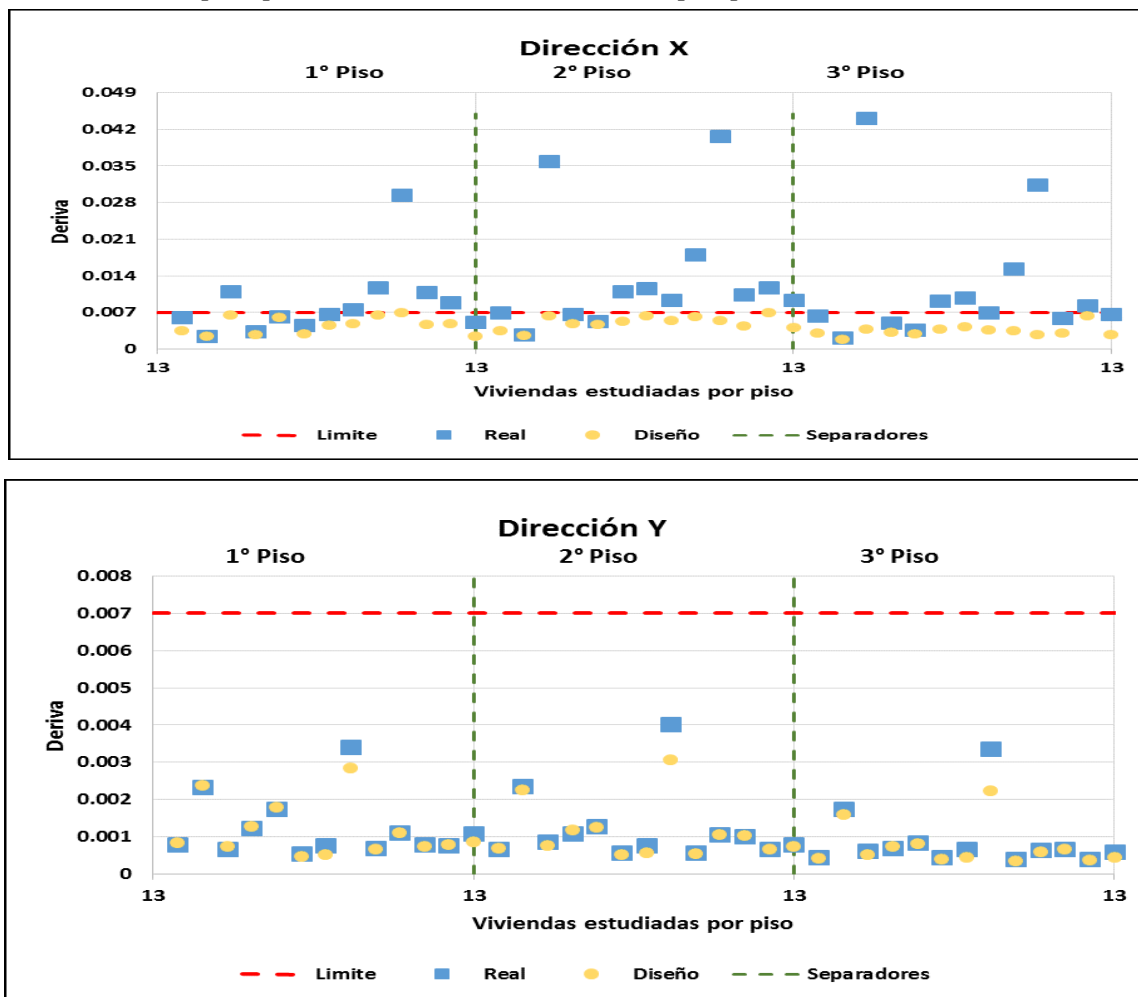
## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Derivas de entrepiso

Deriva es el desplazamiento relativo debido a las fuerzas horizontales que se aplican para simular el efecto del sismo sobre las viviendas en estudio. En la figura 2, tenemos los resultados de las derivas, obtenidos del análisis dinámico, para las direcciones X e Y, de los pisos 1°, 2° y 3°; donde se observa; primero, que los valores del caso de estudio real son mayores respecto del diseño, segundo, para la dirección X, del caso de estudio real, valores por encima del límite “0.007” (Tabla N° 11, norma E.030).

**Figura 2**

*Derivas de entrepiso para las direcciones de análisis por piso*



En la tabla 13, se puede observar para las direcciones X e Y, de cada piso; los valores de las derivas para los casos de estudio real y del diseño, así como sus respectivos promedios, también el valor correspondiente a la variación del caso de estudio real respecto del diseño, lo que expresa en porcentaje y finalmente lo que representa, donde se aprecia variaciones por encima de la mitad del caso de estudio real respecto del diseño en la dirección X.

**Tabla 13.**
*Promedios de las derivas del caso de estudio real y del diseño*

Vivienda	3° piso				2° piso				1° piso			
	X		Y		X		Y		X		Y	
	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño
1	0.0063	0.0030	0.0004	0.0004	0.0070	0.0035	0.0007	0.0007	0.0060	0.0035	0.0008	0.0008
2	0.0021	0.0019	0.0018	0.0016	0.0028	0.0026	0.0024	0.0023	0.0024	0.0025	0.0023	0.0024
3	0.0442	0.0037	0.0006	0.0005	0.0359	0.0064	0.0009	0.0008	0.0111	0.0065	0.0007	0.0007
4	0.0051	0.0032	0.0007	0.0007	0.0067	0.0049	0.0011	0.0012	0.0034	0.0028	0.0012	0.0013
5	0.0037	0.0030	0.0008	0.0008	0.0054	0.0047	0.0013	0.0013	0.0062	0.0060	0.0017	0.0018
6	0.0092	0.0038	0.0004	0.0004	0.0110	0.0053	0.0006	0.0005	0.0046	0.0029	0.0005	0.0005
7	0.0098	0.0043	0.0007	0.0005	0.0117	0.0064	0.0008	0.0006	0.0067	0.0045	0.0008	0.0005
8	0.0069	0.0036	0.0034	0.0022	0.0094	0.0054	0.0040	0.0031	0.0075	0.0049	0.0034	0.0028
9	0.0153	0.0035	0.0004	0.0003	0.0181	0.0062	0.0006	0.0005	0.0117	0.0066	0.0007	0.0007
10	0.0314	0.0028	0.0006	0.0006	0.0407	0.0054	0.0011	0.0011	0.0295	0.0070	0.0011	0.0011
11	0.0060	0.0031	0.0007	0.0007	0.0104	0.0044	0.0010	0.0010	0.0109	0.0047	0.0008	0.0007
12	0.0084	0.0064	0.0004	0.0004	0.0118	0.0069	0.0007	0.0007	0.0090	0.0048	0.0008	0.0008
13	0.0066	0.0027	0.0006	0.0005	0.0094	0.0041	0.0008	0.0007	0.0052	0.0025	0.0011	0.0009
<b>Promedio</b>	0.0119	0.0035	0.0009	0.0007	0.0139	0.0051	0.0012	0.0011	0.0088	0.0045	0.0012	0.0012

Nota. Valores de color rojo mayores al límite “0.007”.

En la tabla 14, se puede observar para las direcciones X e Y, por cada piso; los valores en porcentaje de la variación del caso de estudio real respecto del diseño, su respectivo promedio



y finalmente lo que representa de manera general; donde se aprecia una variación por encima de la mitad del caso de estudio real respecto del diseño en la dirección X.

**Tabla 14**
*Variación de las derivas del real respecto del diseño*

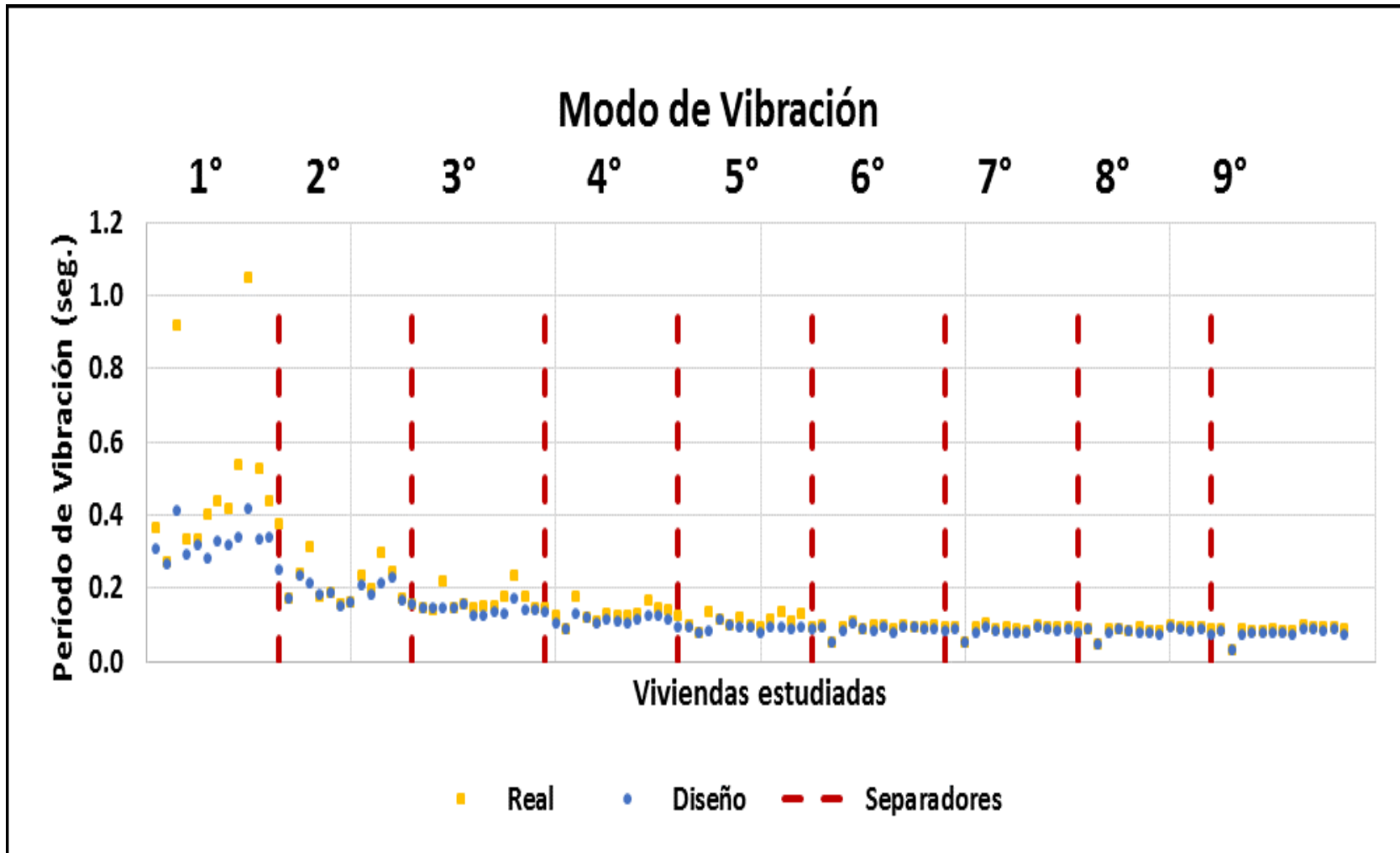
Dirección		X			X		
		3 °	2 °	1 °	3 °	2 °	1 °
Variación del Real respecto del Diseño	Valor	0.0084	0.0088	0.0042	0.0001	0.0001	0.0001
	Parcial	70.87%	63.19%	48.25%	16.09%	8.63%	5.58%
	Representa	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento
	Total		60.77%			10.10%	
	Representa		Incremento			Incremento	

### 3.2 Períodos de vibración

El periodo es el tiempo que tarda en ir y regresar la estructura de la vivienda al mismo punto, en tanto, modo de vibración nos indican la forma como va a moverse la misma estructura durante un sismo. En la figura 3, tenemos los resultados de los periodos de vibración para cada modo de vibración de las viviendas estudiadas, obtenidos del análisis dinámico modal espectral según el Artículo 29 de la norma E.030; donde se observa que los valores del caso de estudio real son mayores respecto del diseño y de manera significativa en el 1° modo.

**Figura 3**

*Períodos por Modo de Vibración*



En la tabla 15, se puede observar para cada modo de vibración; los valores de los periodos de los casos de estudio real y del diseño, así como sus respectivos promedios, también el valor correspondiente a la variación del caso de estudio real respecto del diseño, lo que expresa en porcentaje y finalmente lo que representa, donde se observa que el 1° período ha duplica al resto.

**Tabla 15**  
*Promedio de los periodos de los casos de estudio real y del diseño*

Vivienda	Periodo de vibración (seg.)																	
	1°		2°		3°		4°		5°		6°		7°		8°		9°	
	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño
1	0.365	0.311	0.176	0.176	0.145	0.148	0.126	0.108	0.099	0.097	0.099	0.097	0.097	0.091	0.092	0.091	0.091	0.085
2	0.270	0.265	0.239	0.236	0.144	0.146	0.091	0.089	0.081	0.080	0.056	0.055	0.051	0.051	0.049	0.049	0.033	0.033
3	0.920	0.415	0.315	0.216	0.223	0.148	0.181	0.132	0.139	0.086	0.093	0.084	0.093	0.082	0.091	0.078	0.090	0.077
4	0.335	0.291	0.180	0.185	0.148	0.146	0.120	0.120	0.118	0.118	0.109	0.108	0.108	0.096	0.090	0.090	0.083	0.079
5	0.334	0.321	0.190	0.191	0.157	0.159	0.112	0.105	0.101	0.100	0.090	0.089	0.088	0.087	0.085	0.085	0.084	0.079
6	0.403	0.284	0.156	0.154	0.145	0.128	0.134	0.117	0.120	0.095	0.102	0.085	0.097	0.082	0.093	0.082	0.092	0.080
7	0.439	0.328	0.164	0.164	0.151	0.127	0.127	0.109	0.102	0.094	0.098	0.093	0.091	0.080	0.084	0.078	0.084	0.078
8	0.416	0.322	0.235	0.211	0.151	0.138	0.126	0.107	0.093	0.082	0.089	0.078	0.087	0.078	0.083	0.076	0.083	0.074
9	0.536	0.338	0.202	0.185	0.178	0.133	0.134	0.114	0.116	0.097	0.102	0.096	0.101	0.095	0.101	0.094	0.100	0.092
10	1.051	0.416	0.298	0.213	0.234	0.172	0.170	0.127	0.136	0.093	0.097	0.093	0.096	0.092	0.095	0.091	0.094	0.091
11	0.528	0.336	0.244	0.232	0.179	0.142	0.147	0.125	0.110	0.091	0.096	0.090	0.095	0.087	0.095	0.087	0.094	0.086
12	0.439	0.341	0.171	0.170	0.149	0.142	0.144	0.118	0.133	0.097	0.100	0.089	0.095	0.088	0.095	0.088	0.093	0.088
13	0.379	0.253	0.160	0.160	0.147	0.136	0.127	0.094	0.097	0.090	0.095	0.086	0.094	0.079	0.090	0.075	0.088	0.074
<b>Promedio</b>	0.493	0.325	0.210	0.192	0.165	0.143	0.134	0.113	0.111	0.094	0.094	0.088	0.092	0.084	0.088	0.082	0.085	0.078

En la tabla 16, tenemos los resultados para cada modo de vibración; los valores en porcentaje de la variación del caso de estudio real respecto del diseño, su respectivo promedio y finalmente lo que representa de manera general.

**Tabla 16**

*Variación de los períodos de vibración del real respecto del diseño*

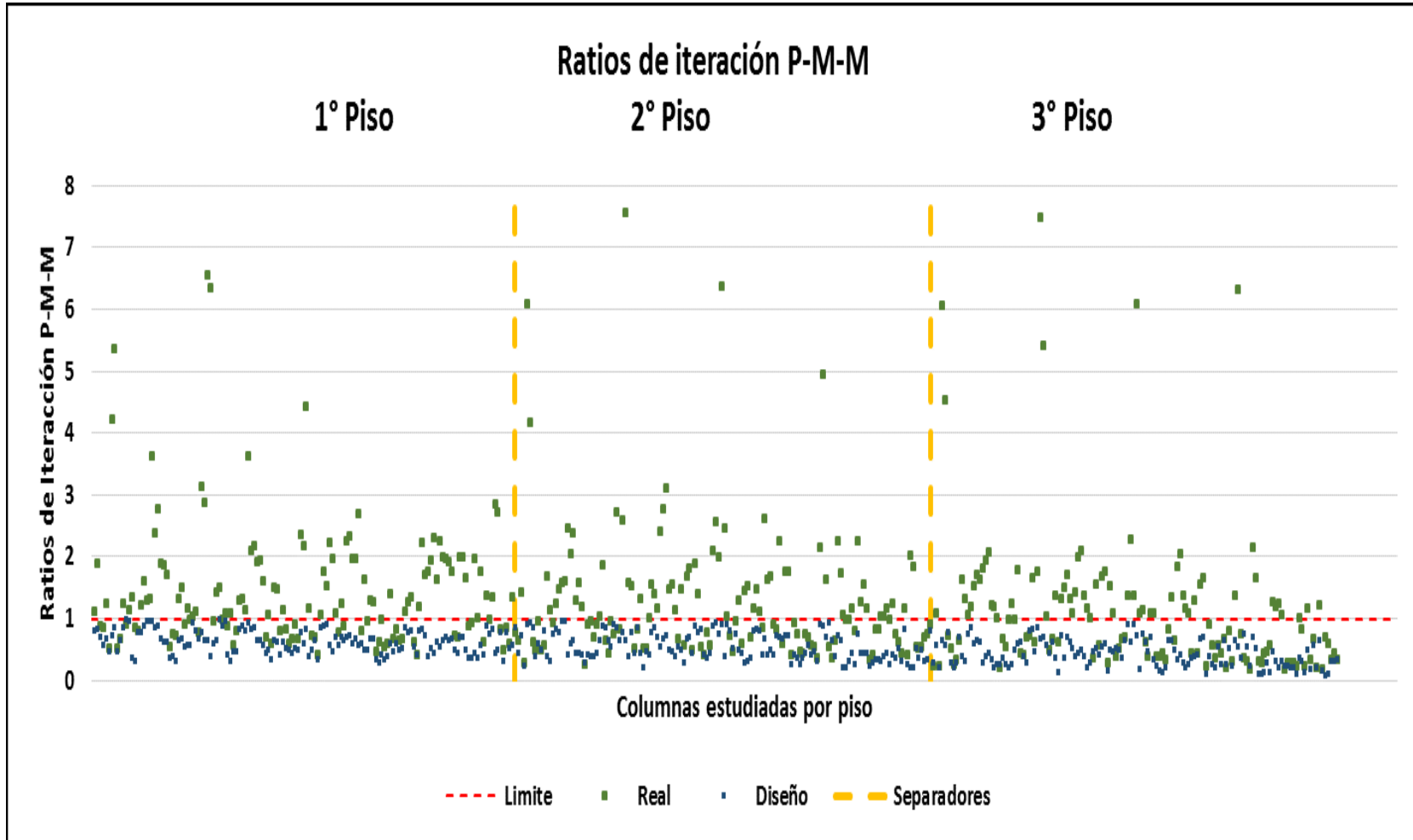
Modo de vibración	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	
Variación del Real respecto del Diseño	Valor	0.169	0.018	0.022	0.021	0.017	0.006	0.008	0.006	0.007
	Parcial Porcentaje	34.20%	8.68%	13.30%	15.76%	15.57%	6.77%	8.80%	6.91%	8.39%
	Representa	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento
	Total Porcentaje					13.15%				
	Representa					Incremento				

### 3.3 Ratios de iteración P-M-M (Relación de interacción de fuerza axial y momentos flectores)

En la figura 4, tenemos los resultados obtenidos del programa ETABS correspondiente al diseño de columnas según la envolvente de diseño Artículo 9.2 (E.060), para los ratios de iteración P-M-M, sabiendo que representan la relación de Demanda/Capacidad de cada columna en la interacción de fuerza axial y momentos flectores; donde se observa que los valores del caso de estudio real superan a “1”, que es el límite de capacidad ofrecida por cada columna

**Figura 4**

Ratios de iteración P-M-M de columnas Real – Diseño.



En la tabla 17, se puede observar para el 3° piso; los valores de los coeficientes de suficiencia de los casos de estudio real y del diseño, así como sus respectivos promedios, también el valor correspondiente a la variación del caso de estudio real respecto del diseño, lo que expresa en porcentaje y finalmente lo que representa, donde para el caso de estudio real se aprecian valores que sobrepasan al límite hasta en 7 veces.

**Tabla 17**

*Promedio del ratio de iteración P-M-M del caso de estudio real respecto del diseño (3° piso)*

Piso	Caso de estudio	Vivienda	Real						Diseño					
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
3°	1	A	0.698	0.416	0.534	0.570	1.159	0.353	0.304	0.383	0.506	0.554	0.501	0.325
		B	0.757	0.699					0.353	0.290				
		C			0.684	0.432	0.353	0.449			0.356	0.273	0.192	0.310
		D	0.923	0.733	0.698	0.669	0.672	0.347	0.815	0.818	0.652	0.639	0.575	0.341
	2	1	0.239	1.660	1.384	0.223			0.293	0.841	0.902	0.264		
		2	1.102	0.623	2.281	0.808			0.569	0.478	0.631	0.512		
		3	0.233	1.765	1.375	0.311			0.210	0.855	0.910	0.231		
	3	A	6.067	7.493	6.080	1.369			0.663	0.678	0.736	0.644		
		B'				6.313						0.541		
		B	4.534	5.409	1.079	0.758			0.563	0.702	0.174	0.376		
	4	1	0.728		1.145	0.376			0.783		0.761	0.748		
		2	0.515		0.634	0.308			0.300		0.622	0.556		
		3	0.256		0.398	0.187			0.201		0.478	0.226		
5	A		1.040	1.101	2.151	0.224			0.565	0.700	0.715	0.199		
	B	0.333	0.500	1.095		1.217		0.282	0.433	0.347		0.664		
	C	0.662	0.672	0.390	1.649	0.178		0.714	0.633	0.248	0.515	0.167		
6	A	1.639	1.388	0.403				0.397	0.373	0.152				
	B	1.326	0.629	0.456				0.313	0.126	0.135				
7	A	1.076	1.337	0.347	0.306			0.748	0.728	0.202	0.101			
	B	1.206	1.518	0.838	0.278			0.864	0.355	0.662	0.099			
8	A	1.520	1.709	1.351	0.441			0.601	0.708	0.661	0.132			
	B	1.710	1.324	0.646	0.481			0.662	0.614	0.490	0.278			
	C	1.639	1.084					0.629	0.514					
	D	1.818	1.429					0.301	0.396					
9	A	1.937	1.987	1.852	0.573	0.713		0.404	0.432	0.341	0.124	0.091		
	B	2.086	2.106	2.054	1.262	0.591		0.447	0.486	0.411	0.476	0.096		
10	A	1.225	1.383	1.377	1.200			0.343	0.392	0.284	0.326			
	B	1.200	1.165	1.177	1.242			0.221	0.219	0.220	0.216			
	C	1.004	1.008	1.100	1.077			0.274	0.294	0.273	0.304			
11	A	0.204	0.359	0.454	0.181			0.263	0.464	0.358	0.228			
	B	0.689	1.570	1.289				0.367	0.524	0.401				
	C	0.547	0.585	0.452	0.284			0.276	0.408	0.413	0.244			
12	A	0.993	1.675	1.566	0.281			0.220	0.537	0.673	0.203			
	B	1.260	1.762	1.651	0.282			0.254	0.591	0.714	0.206			
13	A	0.996	0.295	0.244	0.233			0.501	0.169	0.101	0.120			
	B		1.530	0.923	1.024				0.509	0.399	0.373			
	C	1.779						0.611						
	D		1.092	0.562	0.844				0.459	0.253	0.314			
<b>Promedio</b>			0.439	0.402	0.363	0.233		0.619	0.510	0.220	0.146			
					1.135					0.429				

Nota. Valores de rojo mayores al límite "1".

En la tabla 18, se puede observar para el 2° piso; los valores de los coeficientes de suficiencia de los casos de estudio real y del diseño, así como sus respectivos promedios, también el valor correspondiente a la variación del caso de estudio real respecto del diseño, lo que expresa en porcentaje y finalmente lo que representa, donde para el caso de estudio real se aprecian valores que sobrepasan al límite hasta en 7 veces.

**Tabla 18**

*Promedios del ratio de iteración P-M-M del caso de estudio real respecto del diseño (2° piso)*

Piso		2°											
Caso de estudio		Real						Diseño					
Vivienda	Partido	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	A	0.608	0.456	0.427	0.449	1.255	0.539	0.529	0.641	0.419	0.374	0.421	0.514
	B	1.361	0.971					0.579	0.543				
	C			0.782	0.751	0.754	0.522			0.380	0.447	0.362	0.380
	D	0.794	0.749	0.585	0.712	0.635	0.547	0.864	0.921	0.450	0.568	0.515	0.502
2	1	0.651	2.714	2.098	0.586			0.451	0.855	0.883	0.427		
	2	1.435	0.830	2.558	0.560			0.722	0.642	0.948	0.462		
	3	0.298	2.595	2.007	0.365			0.246	0.790	0.764	0.307		
3	A	6.095	7.555	6.369	2.146			0.920	0.643	0.920	0.905		
	B'				4.960						0.895		
	B	4.172	1.586	2.455	1.637			0.935	0.387	0.387	0.706		
4	1	0.634		1.035	0.557			0.861		0.922	0.941		
	2	0.492		0.726	0.380			0.382		0.799	0.646		
	3	0.964		0.465	0.660			0.597		0.515	0.398		
5	A		1.526	0.966	2.264	0.434			0.777	0.767	0.723	0.308	
	B	0.507	0.523	1.302		1.179		0.495	0.455	0.502		0.825	
	C	0.578	0.843	0.601	1.742	0.414		0.806	0.848	0.433	0.659	0.265	
6	A	1.683	1.321	1.451				0.405	0.453	0.287			
	B	1.148	0.526	1.539				0.317	0.213	0.313			
7	A	0.935	0.517	0.707	1.056			0.746	0.463	0.377	0.215		
	B	1.247	1.026	1.171	0.993			0.836	0.423	0.808	0.216		
8	A	1.474	1.563	1.480	0.993			0.790	0.790	0.840	0.323		
	B	1.584	1.400	1.129	1.177			0.964	0.856	0.819	0.453		
	C	1.615	1.171					0.968	0.706				
	D	2.463	2.423					0.425	0.541				
9	A	2.052	2.779	0.853	0.806	2.016		0.605	0.676	0.428	0.254	0.218	
	B	2.396	3.109	2.618	2.255	1.855		0.648	0.735	0.667	0.749	0.223	
10	A	1.287	1.485	1.626	1.264			0.438	0.491	0.423	0.440		
	B	1.571	1.563	1.683	1.546			0.454	0.460	0.485	0.449		
	C	1.194	1.145	0.907	1.174			0.422	0.404	0.419	0.439		
11	A	0.274	0.673	0.842	0.338			0.281	0.554	0.736	0.242		
	B	0.919	1.491	2.247				0.411	0.485	0.699			
	C	0.969	0.576	0.601	0.430			0.405	0.300	0.665	0.282		
12	A	0.706	1.692	1.765	0.846			0.392	0.667	0.733	0.353		
	B	0.911	1.828	1.775	0.838			0.450	0.694	0.740	0.349		
13	A	1.053	0.488	0.422	1.038			0.654	0.450	0.260	0.312		
	B		1.905	0.948	1.029				0.886	0.430	0.404		
	C	1.879						0.879					
	D		1.412	0.748	1.168				0.793	0.363	0.432		
Promedio		0.660	0.555	0.479	0.994	1.335		0.851	0.846	0.261	0.257	0.560	

Nota. Valores de rojo mayores al límite "1".

En la Tabla 19, se puede observar para el 1° piso; los valores de los coeficientes de suficiencia de los casos de estudio real y del diseño, así como sus respectivos promedios, también el valor correspondiente a la variación del caso de estudio real respecto del diseño, lo que expresa en porcentaje y finalmente lo que representa, donde para el caso de estudio real se aprecian valores que sobrepasan al límite hasta en 6 veces.

**Tabla 19**

*Promedios del ratio de iteración P-M-M del caso de estudio real respecto del diseño ( 1° piso)*

Piso		Real						Diseño					
Vivienda	Caso de estudio	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	Pórtico												
1	A	1.111	1.047	0.668	0.613	1.016	0.824	0.818	0.928	0.457	0.401	0.380	0.792
	B	1.892	1.122					0.832	0.811				
	C			0.921	1.414	1.772	0.493			0.515	0.594	0.579	0.318
	D	0.895	0.774	0.689	0.665	0.617	0.869	0.711	0.675	0.488	0.471	0.413	0.793
2	1	0.862	3.137	2.372	0.828			0.585	0.794	0.784	0.599		
	2	1.242			0.644			0.666			0.487		
	3	0.535	2.875	2.186	0.686			0.466	0.657	0.611	0.514		
3	A	4.226	6.554	4.430	1.124			0.721	0.646	0.833	0.848		
	B'				1.275						0.794		
	B	5.354	6.346	1.176	1.339			0.864	0.406	0.406	0.808		
4	1	0.514	0.962	0.727	0.620			0.470	0.606	0.496	0.539		
	2	0.683	1.441	0.697	0.412			0.642	0.639	0.661	0.428		
	3	1.260		0.427	1.191			0.849		0.336	0.804		
5	A		1.518	1.078	2.230	1.382			0.996	0.849	0.840	0.879	
	B	0.913	0.988	1.771		0.981		0.983	0.882	0.897		0.757	
	C	1.145	1.083	1.520	1.713	1.343		0.967	0.973	0.900	0.731	0.846	
6	A	1.340	0.894	2.239				0.366	0.423	0.564			
	B	0.861	1.095	1.972				0.322	0.308	0.461			
7	A	0.812	0.580	1.079	1.758			0.783	0.460	0.711	0.402		
	B	1.232	0.800	0.772	1.947			0.786	0.474	0.585	0.524		
8	A	1.610	1.308	1.241	2.299			0.877	0.821	0.708	0.451		
	B	1.307	1.319	0.895	1.645			0.957	0.889	0.664	0.620		
	C	1.337	1.147					0.975	0.811				
	D	3.634	3.633					0.969	0.939				
9	A	2.389	2.111	2.267	2.246	2.839		0.857	0.822	0.702	0.555	0.457	
	B	2.777	2.172	2.333	1.993	2.732		0.894	0.871	0.732	0.655	0.491	
10	A	1.905	1.909	1.960	1.971			0.676	0.648	0.594	0.715		
	B	1.875	1.954	1.981	1.923			0.627	0.651	0.670	0.650		
	C	1.706	1.603	2.684	1.762			0.632	0.572	0.563	0.672		
11	A	0.557	0.701	0.810	0.729			0.370	0.454	0.606	0.487		
	B	0.754	1.059	1.646				0.403	0.502	0.494			
	C	0.739	0.611	0.967	0.714			0.313	0.347	0.506	0.454		
12	A	1.313	1.504	1.297	1.988			0.652	0.654	0.682	0.713		
	B	1.505	1.478	1.279	2.000			0.685	0.631	0.688	0.708		
13	A	0.905	0.814	0.482	1.652			0.541	0.423	0.333	0.494		
	B		1.140	0.630	0.876				0.635	0.302	0.371		
	C	1.158						0.577					
	D		0.834	0.983	0.924				0.510	0.409	0.368		
	E	0.998	0.598	0.553	1.977			0.567	0.503	0.337	0.450		
<b>Promedio</b>		1.491						0.630					

Nota. Valores de rojo mayores al límite "1".



En la tabla 20, se puede observar por piso; los valores promedios del coeficiente de suficiencia de los casos de estudio real y del diseño, también el valor correspondiente a la variación del caso de estudio real respecto del diseño, lo que expresa en porcentaje y finalmente lo que representa, donde se aprecia una variación por encima de la mitad del caso de estudio real respecto del diseño.

**Tabla 20**

*Variación del ratio de iteración P-M-M del caso de estudio real respecto del diseño por piso.*

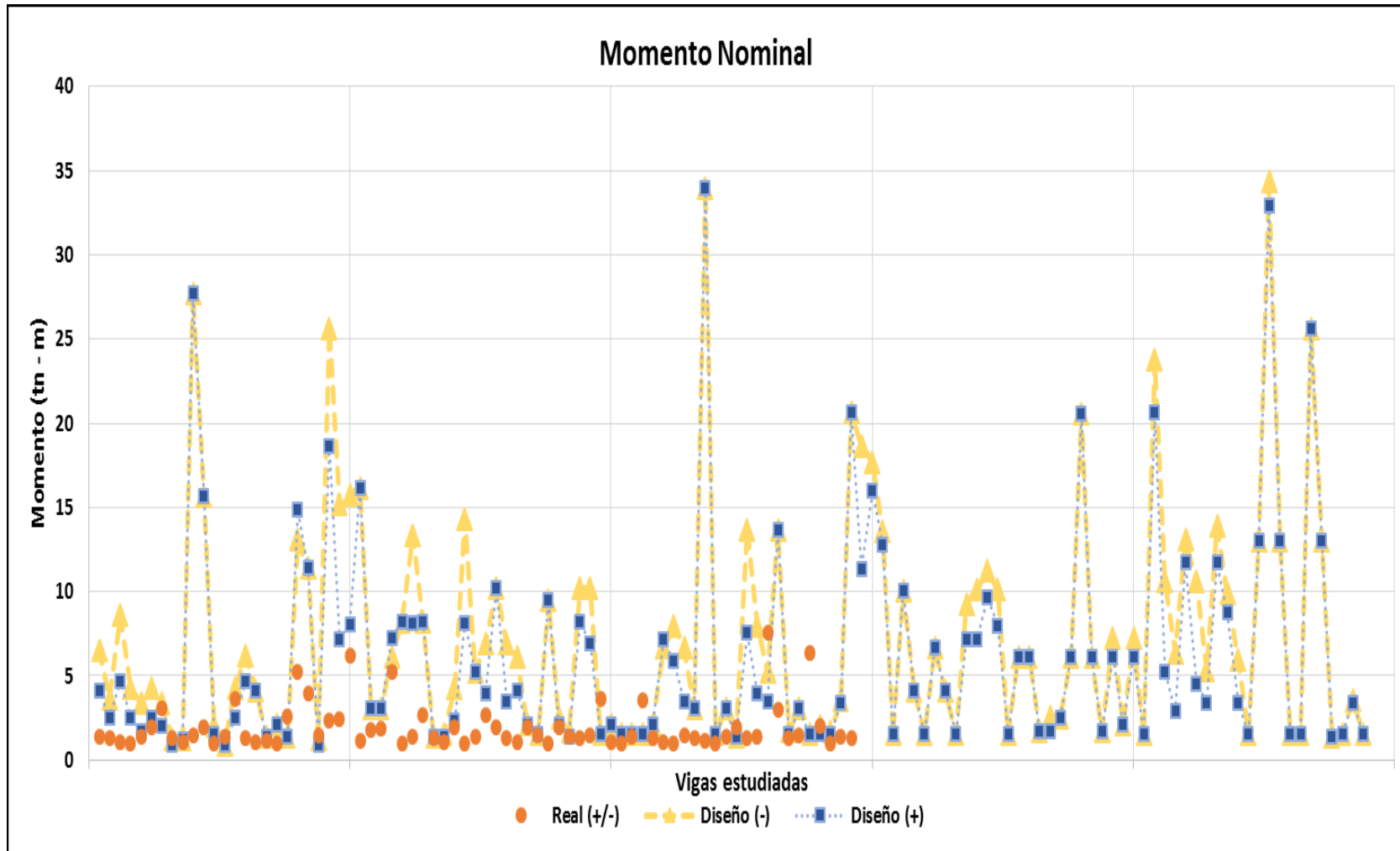
Piso	Caso de estudio	1°		2°		3°		
		Real	Diseño	Real	Diseño	Real	Diseño	
Variación del real respecto del diseño	Valor	0.86		0.77		0.71		
	Parcial	Porcentaje	57.71%		58.02%		62.17%	
		Representa	Incremento		Incremento		Incremento	
	Total	Porcentaje			59.30%			
		Representa			Incremento			

### 3.4 Momentos Nominales

En la figura 5, tenemos los resultados obtenidos del análisis correspondiente al diseño de vigas según la envolvente de diseño Artículo 9.2 (E.060), para el momento nominal, conociendo que es la resistencia ofrecida por el elemento debido a las características que posee en su geometría, materiales y refuerzo de acero; donde se observa que los valores del caso de estudio real respecto del diseño son menores.

**Figura 5**

*Momentos Nominales*



En la Tabla 21, tenemos los resultados de los valores correspondientes a los momentos nominales para el acero positivo y negativo, de los casos de estudio real y del diseño, así como sus respectivos promedios.

**Tabla 21**
*Promedios del caso de estudio real respecto del diseño para Momento Nominal*

Vivienda	Momentos Nominales (tn - m)			Vivienda	Momentos Nominales (tn - m)			
	Real (-) / (+)	Diseño			Real (-) / (+)	Diseño		
		(-)	(+)			(-)	(+)	
1	1.41	6.53	4.12	8	1.98	13.70	7.55	
	1.29	3.67	2.50		1.41	7.98	3.97	
	1.09	8.59	4.68		1.29	5.23	3.50	
	0.97	4.27	2.50		1.50	13.67	13.67	
		3.41	1.71		3.61	1.71	1.55	
		4.27	2.50		1.09	3.04	3.04	
		3.41	2.02		0.97	1.55	1.55	
		1.21	0.88			2.02	1.55	
		1.21	1.21			1.71	1.55	
		27.72	27.72			3.58	3.41	
		15.67	15.67					
		2.02	1.55			1.41	20.63	20.63
		0.88	0.88			3.58	18.65	11.35
2	1.41	4.27	2.50	9	1.29	17.68	15.95	
	1.98	6.19	4.68		1.09	13.58	12.80	
	3.04	4.12	4.12		0.97	1.55	1.55	
	1.29	1.39	1.39			10.03	10.03	
	1.09	2.11	2.11			4.12	4.12	
	1.50	1.39	1.39			1.55	1.55	
	1.92	13.06	14.86			6.65	6.65	
	0.97	11.38	11.38			4.12	4.12	
		1.21	0.88			1.55	1.55	
3	1.41	25.64	18.68	10	1.45	9.26	7.15	
	3.61	15.16	7.19		1.29	10.11	7.15	
	1.29	15.76	8.09		1.12	11.26	9.65	
	1.09	16.18	16.18		0.97	10.11	7.99	
	1.12	3.04	3.04			1.55	1.55	
	0.97	3.04	3.04			6.16	6.16	
4	2.58	6.16	7.22	11	1.41	1.71	1.71	
	5.27	8.18	8.18		1.98	2.61	1.71	
	3.98	13.35	8.14		1.29	2.50	2.50	
		8.18	8.18			6.16	6.16	
		1.39	1.39			20.59	20.59	
		1.55	1.39			6.16	6.16	
		4.25	2.31			1.71	1.71	
		14.31	8.14			7.22	6.16	
		5.23	5.23			2.11	2.11	
						7.22	6.16	
5	1.45	6.90	3.97	12	1.41	23.76	20.63	
	2.35	10.20	10.20		7.60	10.59	5.25	
	2.42	6.90	3.50		3.00	6.40	2.88	
	6.19	6.14	4.12		1.29	13.10	11.72	
	1.12	2.11	2.11		1.50	10.59	4.53	
	1.77	1.55	1.55		6.34	5.29	3.41	
	1.84	9.52	9.52		2.00	13.91	11.72	
	5.23	2.50	2.11		0.97	9.85	8.74	
0.97	1.71	1.39		5.93	3.41			
6	1.41	10.20	8.21	13		1.55	1.55	
	2.67	10.20	6.93			4.78	4.78	
	1.29	1.55	1.55			1.42	1.42	
	1.09	2.11	2.11			3.58	3.58	
	1.92	1.55	1.55			2.50	2.50	
	0.97	1.55	1.55					
		2.11	2.11					
7	1.41	6.67	7.15	13	1.41	13.02	13.02	
	2.67	7.98	5.85		1.29	34.33	32.96	
	1.98	6.67	3.50			13.02	13.02	
	1.29	3.04	3.04			1.55	1.55	
	1.09	33.98	33.98			1.55	1.55	
	1.92	1.55	1.55			25.63	25.63	
	1.50	3.04	3.04			13.02	13.02	
	0.97	1.39	1.39			1.39	1.39	
		1.55	1.55			1.55	1.55	
		3.58	3.41			3.58	3.41	
<b>Promedio</b>	1.93	6.65	5.50	<b>Promedio</b>	1.95	7.69	6.70	

En la Tabla 22, tenemos los resultados de los valores correspondientes a los momentos nominales de la variación del caso de estudio real respecto del diseño, lo que expresa en porcentaje y finalmente lo que representa, donde se observa que los valores del caso de estudio real son menores respecto del diseño; en 2 veces para acero negativo y positivo.

**Tabla 22**
*Variación del momento nominal del caso de estudio real respecto del diseño*

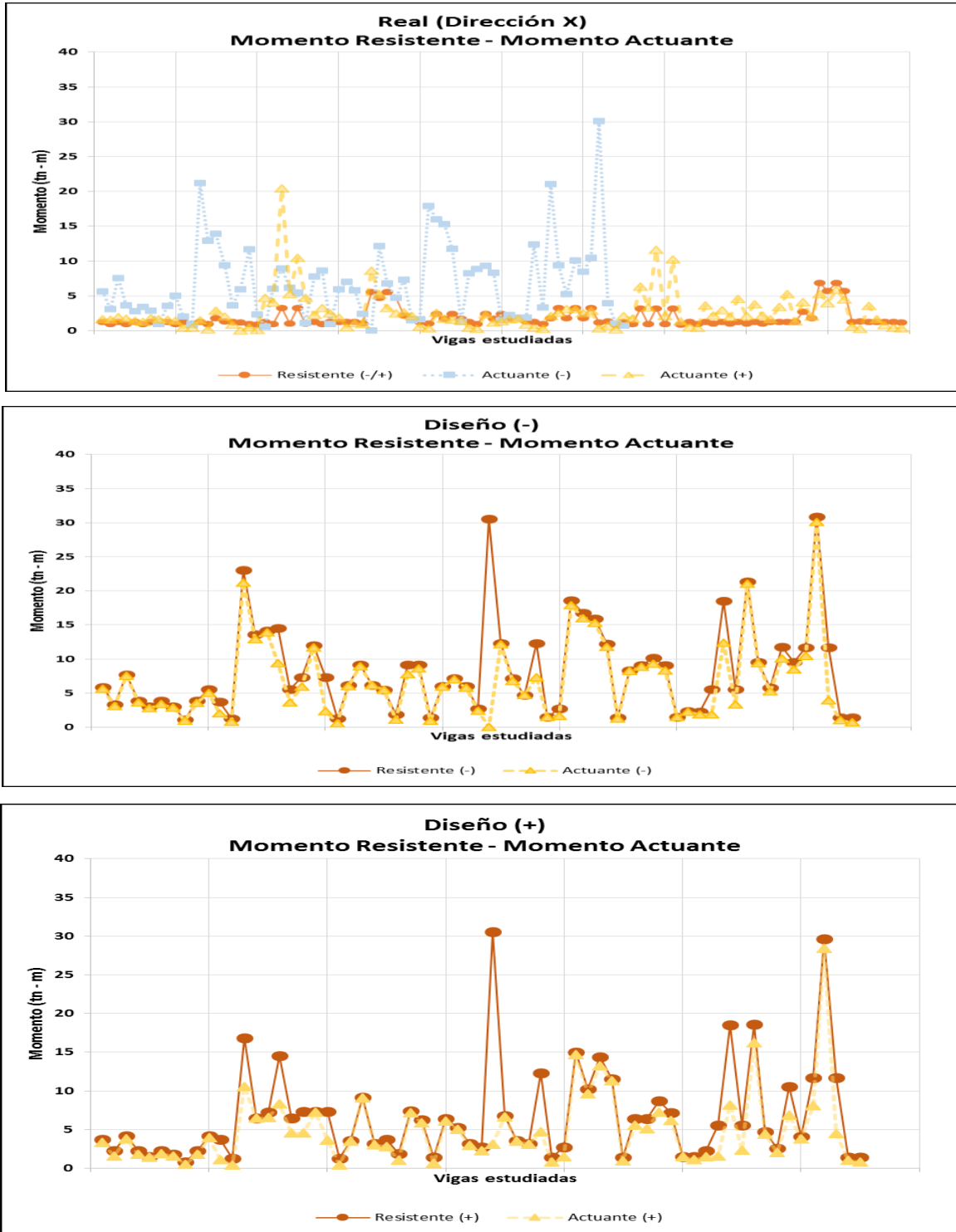
Vivienda	Momentos Nominales (tn - m)			
	Real (-) / (+)	Diseño		
		(-)	(+)	
1 - 7	1.93	6.65	5.50	
8 - 13	1.95	7.69	6.70	
<b>Promedio</b>	1.94	7.17	6.11	
<b>Variación del</b>	<b>Valor</b>	5.24	4.17	
<b>real respecto</b>	<b>Porcentaje</b>	270.63%	215.63%	
<b>del diseño</b>	<b>Representa</b>	Disminución	Disminución	

### 3.5 Momento Resistente vs Momento Actuante

En las figuras 6 y 7, tenemos los resultados obtenidos del análisis correspondiente al diseño de vigas según la envolvente de diseño Artículo 9.2 (E.060), para los momentos resistentes ( $\phi M_n$ ) y actuantes ( $M_u$ ), sabiendo que el  $\phi M_n$  es el momento nominal reducido a un 90% siendo así el momento resistente límite de la viga, en tanto el  $M_u$  es el momento generado por la combinación cargas vivas, muertas y de sismo, mayorado por factores para llevar las vigas a un estado extremo, donde se observa para las direcciones X e Y, los valores actuantes son mayores a los resistentes para el caso de estudio real mientras que para el del diseño son menores.

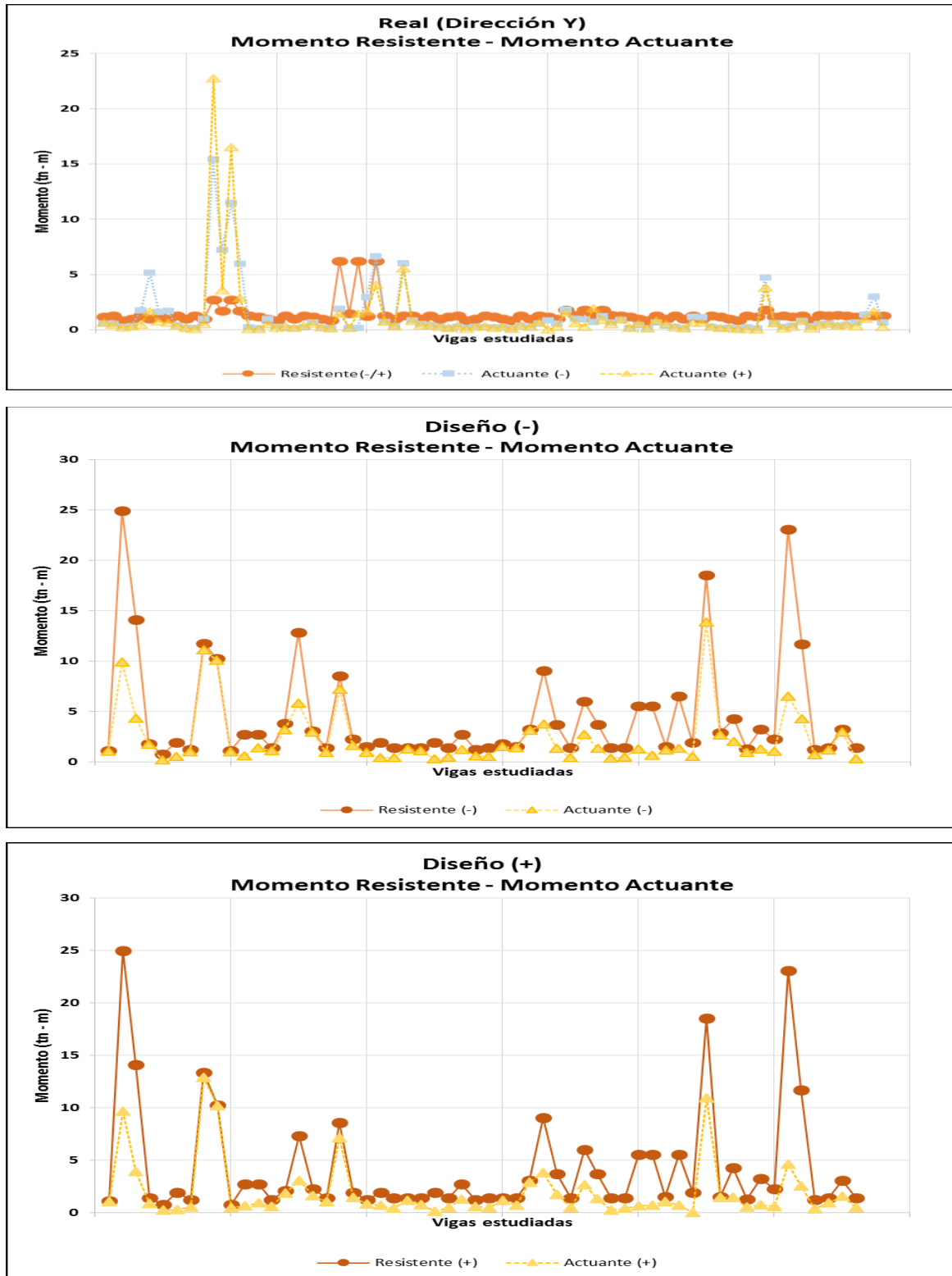
**Figura 6**  
*momento actuante (Dirección X)*

*Momento resistente vs*



**Figura 7**  
*momento actuante (Dirección Y)*

*Momento resistente vs*



En las tablas 23 y 24, tenemos los resultados para las direcciones X e Y, los valores de los momentos actuantes y resistentes, para los aceros positivos y negativos, de los casos de estudio real y del diseño, correspondientes a los promedios, donde se observa que los valores del caso de estudio real son menores respecto del diseño.

**Tabla 23**

*Promedios del caso de estudio real respecto del diseño para momento resistente vs momento actuante (vivienda 1 – 6)*

Vivienda	Dirección X Momento (tn - m)							Dirección Y Momento (tn - m)									
	Resistente			Actuante				Resistente			Actuante						
	Real	Diseño	Diseño	Real	Diseño	Diseño	Real	Diseño	Diseño	Real	Diseño	Diseño	Real	Diseño	Diseño		
(-) / (+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-) / (+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)		
1	1.27	5.88	3.71	3.00	1.64	5.65	3.37	1.16	1.09	1.09	0.55	0.63	1.05	1.05			
	0.98	3.30	2.25	3.21	1.55	3.14	1.57	1.27	24.95	24.95	0.51	0.45	9.91	9.68			
	1.27	7.73	4.21	3.38	1.93	7.57	3.79	0.87	14.10	14.10	0.29	0.25	4.33	3.93			
	0.98	3.85	2.25	3.35	1.76	3.68	1.84	0.98	1.82	1.39	0.33	0.30	1.77	0.89			
	1.27	3.07	1.54	2.41	1.43	2.83	1.44	1.27	0.79	0.79	1.77	0.46	0.18	0.25			
	0.98	3.85	2.25	2.51	1.28	3.40	1.85	0.98			5.15	1.65					
	1.27	3.07	1.82	3.01	1.80	2.86	1.59	1.27			1.62	0.74					
	0.98	1.09	0.79	3.21	1.65	1.00	0.50	0.98			1.71	0.67					
	1.27			2.99	1.56			1.27			0.36	0.36					
	0.98			2.74	1.42			0.98			0.18	0.18					
	1.27			1.01	0.46												
	0.98			0.98	0.44												
		1.27	3.85	2.25	3.01	1.52	3.60	1.80	1.27	1.90	1.90	0.18	0.06	0.54	0.32		
		0.98	5.57	4.21	0.49	0.16	5.03	3.94	0.98	1.25	1.25	0.99	0.51	1.01	0.51		
	1.78	3.71	3.71	6.07	2.91	2.05	1.09	2.74	11.76	13.37	15.41	22.76	11.10	12.88			
	1.35	1.25	1.25	3.01	2.06	0.83	0.42	1.73	10.25	10.25	7.23	3.58	10.10	10.20			
2	1.27			1.73	0.88			2.74	1.09	0.79	11.51	16.52	1.01	0.50			
	1.16			0.08	0.05			1.73			5.98	2.87					
	0.98			0.77	0.48			1.27			0.21	0.08					
	0.87			0.16	0.11			1.16			0.14	0.06					
								0.98			0.99	0.50					
								0.87			0.29	0.17					
	1.27	23.08	16.81	7.46	4.75	21.17	10.58	1.27	2.73	2.73	0.18	0.33	0.62	0.66			
	0.98	13.65	6.47	8.56	4.02	12.95	6.47	0.98	2.73	2.73	0.11	0.17	1.43	0.94			
	3.25	14.18	7.28	16.59	20.45	13.91	6.55	1.27			0.23	0.38					
3	1.01	14.56	14.56	11.16	5.26	9.37	8.30	1.16			0.68	0.57					
	3.25			15.82	10.49			0.98			0.18	0.23					
	1.01			10.92	4.72			0.87			0.12	0.14					
	1.27			4.27	2.30												
	0.98			5.65	3.23												
	1.24	5.54	6.50	2.87	2.46	3.66	4.60	6.20	1.39	1.25	1.92	1.46	1.10	0.61			
	1.24	7.36	7.36	2.24	1.86	5.96	4.54	1.48	3.82	2.08	0.13	0.19	3.17	1.86			
4	1.24	12.02	7.33	0.48	0.47	11.67	7.28	6.20	12.88	7.33	0.19	1.48	5.84	3.04			
		7.36	7.36			2.37	3.66	1.24	3.07	2.28	2.97	1.67	2.95	1.61			
		1.25	1.25			0.56	0.43	6.20			6.64	4.06					
	1.30	6.21	3.57	3.15	1.13	5.99	3.47	1.30	1.39	1.39	0.71	0.77	0.96	1.03			
	1.01	9.18	9.18	2.41	0.94	8.91	9.07	1.01	8.57	8.57	0.30	0.34	7.24	7.15			
	5.57	6.21	3.15	8.60	8.66	6.14	3.01	1.30	2.25	1.90	6.03	5.56	1.62	1.43			
	4.71	5.52	3.71	6.50	5.17	5.47	2.79	1.30	1.54	1.25	0.87	0.81	0.97	0.85			
5	5.57	1.90	1.90	6.49	3.26	1.11	1.01	1.01			0.50	0.41					
	4.71			5.50	2.50												
	2.18			4.76	2.63												
	1.66			4.48	2.09												
	1.30			0.57	0.58												
	1.01			0.36	0.33												
	2.40	9.18	7.39	2.44	2.56	7.80	7.15	1.27	1.90	1.90	0.41	0.40	0.43	0.72			
	1.73	9.18	6.24	3.94	1.71	8.61	5.85	0.98	1.39	1.39	0.27	0.27	0.44	0.44			
	2.40	1.39	1.39	4.26	1.57	0.93	0.68	1.16	1.39	1.39	0.15	0.15	1.30	1.17			
	1.73			3.62	1.43			1.27	1.39	1.39	0.28	0.31	1.13	0.76			
	1.27			0.65	0.45			0.87	1.90	1.90	0.20	0.10	0.29	0.14			
	0.98			0.52	0.28			0.98			0.27	0.26					
Promedio	1.69	6.69	4.89	4.07	2.56	5.80	3.75	1.59	4.69	4.37	1.87	1.74	2.82	2.50			

**Tabla 24**

*Promedios del caso de estudio real respecto del diseño para momento resistente vs momento actuante (vivienda 7 – 13)*

Vivienda	Dirección X Momento (tn - m)						Dirección Y Momento (tn - m)								
	Resistente		Actuante		Resistente		Actuante		Resistente		Actuante				
	Real (-) / (+)	Diseño (-)	Real (-)	Diseño (+)	Real (-)	Diseño (+)	Real (-) / (+)	Diseño (-)	Real (-)	Diseño (+)	Real (-)	Diseño (+)			
7	2.40	6.00	6.43	2.07	2.37	5.91	6.14	1.27	1.39	1.39	0.21	0.34	0.51	0.50	
	1.73	7.18	5.26	3.06	1.23	7.04	5.00	1.16	2.73	2.73	0.21	0.17	1.26	1.25	
	2.40	6.00	3.15	3.40	1.32	5.79	2.94	0.98	1.25	1.25	0.23	0.27	0.58	0.57	
	1.73	2.73	2.73	2.93	1.68	2.44	2.27	0.87			0.08	0.07			
	1.78	30.58	30.58	2.95	1.74	0.07	3.13	1.27			0.36	0.39			
	1.35			2.23	0.87			0.98			0.23	0.25			
	1.27			0.50	0.42										
	0.98			0.40	0.24										
	1.78	12.33	6.79	4.48	2.14	12.16	6.64	1.27	1.39	1.39	0.54	0.68	0.54	0.50	
	3.25	7.18	3.57	6.03	2.60	6.81	3.51	1.16	1.82	1.39	0.84	0.05	1.54	1.17	
1.78	4.71	3.15	5.57	3.08	4.69	3.14	0.98	1.54	1.39	0.57	0.26	1.43	0.72		
3.25	12.30	12.30	6.09	3.14	7.36	4.70	1.78	3.23	3.07	1.79	1.56	3.12	2.87		
1.78	1.54	1.39	4.42	2.48	1.51	0.84	1.35			1.00	0.63				
3.25	2.73	2.73	4.95	2.86	1.67	1.48	1.78			0.95	0.27				
1.16			0.51	0.37			1.35			0.68	1.97				
1.35			0.86	0.76			1.78			1.21	0.91				
0.87			0.19	0.20			1.35			0.65	0.50				
1.27	18.57	15.02	5.36	2.10	17.93	14.66	1.27	9.03	9.03	0.89	0.95	3.74	3.81		
0.98	16.78	10.21	4.79	1.71	15.97	9.64	1.16	3.71	3.71	0.11	0.15	1.35	1.73		
3.22	15.92	14.36	10.85	6.32	15.29	13.25	0.98	1.39	1.39	0.42	0.54	0.43	0.45		
0.98	12.22	11.52	6.93	3.36	11.75	11.29	0.87	5.98	5.98	0.11	0.12	2.75	2.68		
3.22	1.39	1.39	14.52	11.62	1.27	0.98	1.27	3.71	3.71	0.67	0.83	1.34	1.32		
0.98			4.67	2.14			0.98	1.39	1.39	0.37	0.49	0.36	0.25		
3.22			12.08	10.28											
0.87			3.57	1.38											
1.27			0.65	0.53											
0.98			0.64	0.43											
1.30	8.33	6.44	5.96	3.68	8.26	5.53	1.30	1.39	1.39	0.25	0.23	0.49	0.44		
1.01	9.10	6.44	4.74	2.23	8.90	5.09	1.01	5.54	5.54	0.14	0.13	1.30	0.65		
1.30	10.13	8.68	7.08	2.99	9.35	7.24	1.30	5.54	5.54	1.20	0.64	0.69	0.72		
1.01	9.10	7.20	5.89	1.94	8.29	6.21	1.01			1.14	0.67				
1.30			7.65	4.57			1.30			0.27	0.26				
1.01			6.50	2.15			1.16			0.14	0.17				
1.30			6.00	3.80			1.01			0.17	0.16				
1.01			4.71	2.21			0.87			0.07	0.09				
1.27	1.54	1.54	1.44	1.65	1.52	1.46	1.27	1.54	1.54	0.24	0.10	1.20	1.06		
1.27	2.35	1.54	4.22	3.44	2.23	1.12	1.16	6.50	5.54	0.12	0.05	1.37	0.73		
1.27	2.25	2.25	6.57	5.28	1.88	1.47	1.78	1.90	1.90	4.72	3.84	0.53	0.02		
1.27	5.54	5.54	1.68	1.38	1.85	1.60	1.16	18.53	18.53	0.62	0.62	13.91	10.97		
	18.53	18.53			12.37	8.15	1.27	2.88	1.54	0.27	0.12	2.69	1.45		
	5.54	5.54			3.38	2.32									
2.70	21.38	18.56	3.53	4.07	21.05	16.19	1.16	4.30	4.30	0.37	0.29	2.04	1.45		
1.80	9.54	4.73	4.34	2.04	9.39	4.41	1.27	1.28	1.28	0.81	0.82	0.92	0.54		
6.84	5.76	2.59	10.08	5.23	5.24	2.00	0.87	3.22	3.22	0.32	0.14	1.27	0.78		
5.71	11.79	10.55	9.30	3.98	10.11	6.89	1.35	2.25	2.25	0.51	0.48	1.04	0.60		
6.84	9.54	4.08	9.00	5.88	8.46	3.80	1.27			0.54	0.57				
5.71	4.77	3.07	8.65	4.49	4.74	2.69	1.35			0.36	0.37				
1.27	12.52	10.55	0.86	0.58	8.78	7.82									
1.35	8.87	7.86	0.56	0.26	8.19	4.36									
	5.34	3.07			4.89	3.02									
	1.39	1.39			1.15	0.81									
1.27	11.71	11.71	5.30	3.56	10.50	8.06	1.27	23.07	23.07	0.48	0.45	6.52	4.61		
1.27	30.90	29.67	3.74	1.67	30.14	28.42	1.16	11.71	11.71	0.63	0.31	4.28	2.54		
1.27	11.71	11.71	0.95	0.77	3.96	4.50	1.27	1.25	1.25	1.36	1.01	0.72	0.36		
1.27	1.39	1.39	0.45	0.46	1.06	1.07	1.27	1.39	1.39	2.98	1.67	1.20	0.96		
1.16	1.39	1.39	0.32	0.34	0.71	0.79	1.27	3.23	3.07	0.67	0.28	2.96	1.56		
								1.39	1.39			0.32	0.45		
Promedio	1.96	9.23	7.72	4.50	2.62	7.42	5.48	1.22	4.37	4.27	0.68	0.55	2.01	1.54	



### 3.6 Comportamiento Estructural del caso de estudio Real respecto del Diseño

En la tabla 25, tenemos los resultados correspondientes de evaluar el Comportamiento Estructural del caso de estudio Real respecto del Diseño; donde se observa que los valores del caso de estudio Real muestran un incremento de derivas, períodos de vibración, ratios de interacción P-M-M, así como la disminución del momento nominal respecto del Diseño.

**Tabla 25**

*Comportamiento estructural del caso de estudio real respecto del diseño*

Variables	Derivas		Período	Ratio P-M-M	Momento Nominal	
	X	Y			(+)	(-)
Porcentaje	60.77%	10.10%	13.15%	59.30%	215.63%	270.63%
Representa	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Disminución	Disminución

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

- En la figura 2 se encuentran las derivas por piso para cada dirección de análisis; observándose en la dirección X, para el caso de estudio real, derivas mayores al límite “0.007” (Tabla N° 11, E.030).

En la tabla 13 se muestran los valores de la variación de los promedios del caso de estudio real respecto del diseño correspondientes a las derivas por piso, para las direcciones X e Y; observándose que los valores:

Para la dirección X, son 0.0084 en el 3° piso, 0.0088 en el 2° piso y 0.0042 en el 1° piso; representando incrementos del 70.87%, 63.19% y 50.72% respectivamente; así mismo, para la dirección Y, son 0.0001 en el 3° piso, 0.0001 en el 2° piso y 0.0001 en el 1° piso, representando incrementos de 16.09%, 8.63% y 5.58% respectivamente.

En la tabla 14 se muestran los valores del promedio general de las derivas por piso del caso de estudio real respecto del diseño, para las direcciones X e Y, que representan incrementos de 60.77% y 10.10%g respectivamente.

Las secciones estudiadas de las viviendas del caso de estudio real poseen una inadecuada rigidez en la dirección X, al no cumplir con lo establecido en la Tabla N° 11 de la NTE E.030, con ello existe la posibilidad que frente a un sísmico leve, la estructura presente un importante desplazamiento ocasionando daños significativos, de difícil o nula reparación en caso de presentarse el evento mencionado.

En tanto las secciones propuestas siguiendo lo establecido en la NTE E.060, para el caso del diseño disminuyeron las derivas, en ambas direcciones, siendo la dirección X, la más significativa con una disminución por encima de la mitad respecto del caso real.

Por otro lado, para ambos casos de estudios se observa que la dirección X, es más flexible producto de la tipología de las viviendas donde la presencia de muros a lo largo de la dirección Y ayuda a disminuir las distorsiones.

- En la figura 3 se encuentran los periodos para cada modo de vibración; observándose que el caso de estudio real presenta mayores valores.

En la tabla 15 se muestran los valores de la variación de los promedios del caso de estudio real respecto del diseño correspondiente a los periodos para los modos de vibración del 1 al 9; y son 0.169, 0.018, 0.022, 0.021, 0.017, 0.006, 0.008, 0.006, 0.007, respectivamente. Representando incrementos de 34.20%, 8.68%, 13.30%, 15.76%, 15.57%, 6.77%, 8.80%, 6.91%, 8.39% respectivamente.

En la tabla 16 se muestran los valores del promedio general de los periodos para los modos de vibración del 1 al 9, del caso de estudio real respecto del diseño, representando un incremento del 13.15%.

Las viviendas del caso de estudio real, presentan periodos de vibración con mayor duración; ocasionando distorsiones que superen al límite estipulado en la NTE E.030, y con ello generando daños importantes en las estructuras. Por otro lado, las viviendas del caso del diseño a pesar de que poseen mayor masa, deberían de mostrar mayor periodo, sin embargo, el adecuado dimensionamiento de columnas y vigas, ofrecen mayor resistencia a la deformación dejando entrever una mayor rigidez, lo que ha conllevado a obtener menores periodos y con ello la disminución de daños en las estructuras.

- En la figura 4 se encuentran los ratios de iteración P-M-M por piso; observándose ratios mayores al límite “1” en el caso de estudio real.

En las tablas 17, 18 y 19 se muestran los valores de los ratios de iteración P-M-M del caso de estudio real y del diseño para los pisos 3°, 2° y 1°; observándose valores del caso real son mayores a “1”.

En la tabla 20 se muestran los valores de las variaciones de los promedios del caso de estudio real respecto del diseño correspondientes a los ratios de iteración P-M-M para los pisos 3°, 2° y 1°; observándose que los valores son 0.71, 0.77 y 0.86; representando incrementos de 62.17%, 58.02% y 57.71% respectivamente; lo que representa un incremento del 59.30%.

Las columnas estudiadas de las viviendas del caso de estudio real poseen una inadecuada capacidad de resistencia durante un sismo, al observarse que éstas superan el 100% de su capacidad al mostrar valores de ratio de iteración P-M-M es superior a (1), es decir la demanda (Resistencia Requerida) es mayor a la capacidad del elemento (Resistencia de Diseño), evidenciando la necesidad de aumentar la sección y la cuantía de acero, tal como se hizo con las secciones propuestas para el caso del diseño , obteniéndose ratios de la relación “Demanda – Capacidad” menores a “1”, significando una disminución de más de la mitad respecto del caso real.

- En la figura 5 se encuentran los momentos nominales negativos y positivos; observándose que el caso de estudio real presenta valores menores.

En la tabla 21 se muestran los valores de los promedios del caso de estudio real respecto del diseño correspondientes a los momentos nominales negativos y positivos.

En la tabla 22 se muestran los valores de la variación de los promedios del caso de estudio real respecto del diseño correspondientes a los momentos nominales negativos y positivos; con 5.24 y 4.17 respectivamente. Representando disminuciones de 270.63% y 215.63 respectivamente.

En las figuras 6 y 7 se encuentran los momentos resistentes vs actuantes, tanto negativos como positivos, para las direcciones X e Y; observándose en la dirección X, el caso de estudio real presenta valores de momentos resistentes menores a los actuantes.

En las tablas 25 se muestran los valores de los promedios del caso de estudio real respecto del diseño correspondiente a los momentos resistentes y actuantes, tanto negativos como positivos; observándose que los valores:

Las vigas estudiadas de las viviendas del caso de estudio real presentan una inadecuada capacidad de resistencia durante un sismo, al mostrar elementos con bajos valores de momentos nominales, generando momentos resistentes, negativos y positivos por debajo de los momentos actuantes producidos durante un sismo, lo que significa que la demanda (Resistencia Requerida) es mayor a la capacidad del elemento (Resistencia de Diseño), evidenciando la necesidad de aumentar la cuantía de acero y la sección, tal como se hizo con las secciones propuestas para el caso del diseño, obteniéndose que la capacidad de resistencia de los elementos es mayor a la demanda generada por un sismo, significando una disminución de más de la mitad respecto del caso real.

- En el Tabla 26 se muestran los valores del promedio general del caso de estudio real respecto del diseño, para las derivas, en las direcciones X e Y, que representan incrementos de 60.77% y 10.10% respectivamente; para los periodos para los modos de vibración del 1 al 9, representando un incremento del 13.15%; para los ratios de iteración P-M-M, que representan incremento del 59.30%; para los momentos nominales negativos y positivos, representando disminuciones del 270.63% y 215.63% respectivamente.

Indicando la inferioridad del comportamiento estructural del caso de estudio real respecto del diseño ante un sismo.

- En la tesis “Comportamiento estructural de viviendas informales en la ciudad de Cajamarca considerando la resistencia real a compresión del concreto y la resistencia

mínima según norma E060” de Valera, presenta derivas con valores para la dirección X, considerando el  $f'c$  mínima (e060) es de  $1.47e-3$  y considerando la resistencia real es de  $1.549e-03$ , indicando un aumento del 4.68%; en tanto para la dirección Y, se tiene que considerando  $f'c$  mínima (e060) es de  $1.32e-03$  y considerando la resistencia real es de  $1.365e-03$ , indicando un aumento del 3.3%.

En el presente trabajo se observó, para el medio más crítico, valores de deriva para la dirección X, considerando columnas y vigas en condiciones autoconstruidas es de 0.0139 y considerando las diseñadas según las normas es de 0.0051, indicando un aumento del 63.19%. Por otro lado para la dirección Y según el caso real es de 0.0012 y caso diseño es de 0.0011, indicando un aumento del 8.63%.

Esto ocurre ya que Valera ha evaluado la misma configuración estructural de las viviendas para ambos casos de estudio, es decir misma dimensión de elementos estructurales en ambos casos, pero con diferente  $f'c$  en los mismos, reflejándose en un valor bajo de variación. Sin embargo en el presente trabajo donde sí se cambió las dimensiones y el  $f'c$  ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ) de los elementos, respecto del caso de estudio real, mostro mayor variación, debido a una mayor rigidez en función del  $f'c$  y las dimensiones de aumentadas por parte de los elementos del caso de estudio diseño. Además Valera, encontró que la mayoría las derivas son mayores en el dirección x, lo cual concuerda con los resultados encontrados en este trabajo, y esto se debe a que la tipología de la vivienda autoconstruida presenta muros a lo largo de la dirección Y, con una carencia o nula presencia de muros en la dirección X.

- Al comparar los resultados de la tesis “Diseño sísmico de las viviendas construidas por el programa techo propio en la provincia de San Marcos” de Mestanza, presenta en su propuesta planteada una sección de viga cuadrada de ancho 25 cm y 25 cm de peralte con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con momento nominal de 5.26 ton- m, valor dentro del rango

obtenidos para el caso de diseño de 5.24 y 4.17 tn-m, debido a que en ambos casos se diseñó según lo estipulado en las normas técnicas proponiendo vigas que cumplen con las solicitaciones para momento flector máximo producido por un sismo.

Además en su investigación Mestanza presenta valores para derivas en las direcciones X e Y de 0.005977 y 0.005694 respectivamente, en tanto los valores obtenidos fueron de 0.0051 y .0011 respectivamente, donde se observa valores similares para las dirección X, a diferencia de la dirección Y donde el valor es menor debido a la presencia de muros a lo largo de esta dirección que contribuyen a disminuir las derivas.

- **Limitaciones**

Los resultados obtenidos contribuyen sólo a los sectores de Mollepampa y la Paccha y no se puede generalizar para otros sectores del departamento de Cajamarca.

Al inicio de la ejecución de la investigación, los dueños de las propiedades han impedido el ingreso a las obras para evaluarlas, sin embargo, mediante coordinaciones se logró acceder a las mismas.

- **Implicancias**

El análisis del comportamiento estructural del sistema de construcción informal muestra como resultados de sus acciones mecánicas, valores que no cumplen con lo estipulado en la norma E.030, ello implicaría profundizar las investigaciones en función de las derivas ya conocidas, que experimentarían las viviendas estudiadas ante un posible evento sísmico, y con ello poder determinar los posibles daños de las estructuras autoconstruidas, además se mostró que las secciones de sus elementos de concreto armado son menores a las diseñadas según normas técnicas de edificación, lo que implicaría acciones correctivas de reforzamiento para así poder dar de las características de resistencia a los elementos estructurales autoconstruidos frente a un posible evento sísmico.

## 4.2 Conclusiones

- El comportamiento estructural de las viviendas informales considerando columnas y vigas en condiciones reales resultaron inferiores respecto a las diseñadas según normas E.020, E.030 y E.060 ante un sismo, validándose la hipótesis de la investigación.
- El comportamiento estructural de las viviendas del caso de estudio real respecto del diseño; correspondiente a derivas, presentaron incrementos, para las direcciones X e Y, de 60.77% y 10.10% respectivamente, presentando la dirección X una inadecuada rigidez, mostrándose más flexible producto de la tipología de las viviendas caracterizadas por la presencia de muros a lo largo de la dirección Y.
- El comportamiento estructural de las viviendas del caso de estudio real respecto del diseño; correspondiente a periodos para los modos de vibración del 1 al 9, presentaron un incremento del 13.15%, es decir mayor duración de los periodos de vibración; resultando derivas por encima del límite “0.007” (NTE E.030).
- El comportamiento estructural de las viviendas del caso de estudio real respecto del diseño; correspondiente a los ratios de iteración P-M-M, presentaron un incremento del 59.30%, es decir que existe la necesidad de aumentar la sección y la cuantía de acero debido a que la resistencia de diseño de las columnas es menor a demanda requerida.
- El comportamiento estructural de las viviendas del caso de estudio real respecto del diseño; correspondiente a momentos nominales, negativos y positivos, presentaron disminuciones de 270.63% y 215.63% respectivamente, es decir se han generado momentos resistentes, inferiores a los momentos actuantes, surgiendo la necesidad de aumentar la cuantía de acero y la sección del elemento.



## REFERENCIAS

- Corteza Terrestre. [Figura]. Recuperado de <https://www.capasdelatierra.org/corteza/>
- El Comercio. *Los sismos más devastadores que ocurrieron en Perú en los últimos años.* [Figura]. Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/sismos-los-sismos-mas-devastadores-que-ocurrieron-en-peru-en-los-ultimos-anos-fotos-noticia/?foto=12>
- Gobierno Regional de Cajamarca. *Ordenamiento Territorial.* [Figura]. Recuperado de [https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/M25\\_Maxima\\_Intensidad\\_sismica.jpg](https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/M25_Maxima_Intensidad_sismica.jpg)<http://scts.igp.gob.pe/unidad-sismologia/mapa-sismico>
- Hablemos de volcanes. *Placa de Nazca: que es, ubicación, sismos y más.* Recuperado de <http://hablemosdevolcanes.com/c-generalidades/placa-de-nazca/>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres ciudad de Cajamarca.* Recuperado de <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/1020>
- Instituto Nacional De Defensa Civil. (2005). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de las ciudades Cajamarca y Baños del Inca.* [Figura]. Recuperado de <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/1020>
- Loayza, N. (2008). Causas y consecuencias de la informalidad en el Perú. *Revista Estudios Económicos*, 43-64.
- Mestanza, J. (2017). *Diseño sísmico de las viviendas construidas por el programa techo propio en la provincia de San Marcos, 2017.* (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, UPN, Cajamarca, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. (2011). *Diagnóstico de la construcción en la Región Cajamarca Riesgos y Oportunidades.* Recuperado de <http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2011/cajamarca/DIAGNOSTICO%20DE%20LA%20CONSTRUCCION%20EN%20LA%20REGION.pdf>

Ministerio del Ambiente. *Mapa sísmico del Perú*. [Figura]. Recuperado de <http://scts.igp.gob.pe/unidad-sismologia/mapa-sismico>

Rodríguez, L. (2014). *Errores constructivos y estructurales en viviendas autoconstruidas en el sector 16*. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, UPN, Cajamarca, Perú.

RPP Noticias. [Figura]. Recuperado de <https://rpp.pe/peru/actualidad/terremoto-en-loreto-las-fotos-compartidas-por-oyentes-de-rpp-que-muestran-los-efectos-del-sismo-noticia-1199176>

Sistema Nacional de Defensa Civil. (2007). *Resumen Ejecutivo: Lecciones Aprendidas del Sur - Sismo de Pisco*. [Figura]. Recuperado de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1260/doc1260-contenido.pdf>

Significados. *Placas tectónicas*. Recuperado de <https://www.significados.com/placas-tectonicas/>

SENCICO (2006). *NTE E.020 Cargas*. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>

SENCICO (2018). *NTE E.030 Diseño Sismorresistente*. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>

SENCICO (2009). *NTE E.060 Concreto armado*. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>

Valera, C. (2016). *Comportamiento estructural de viviendas informales en la ciudad de Cajamarca considerando la resistencia real a compresión del concreto y la resistencia mínima según norma E 060, 2016*. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, UPN, Cajamarca, Perú.

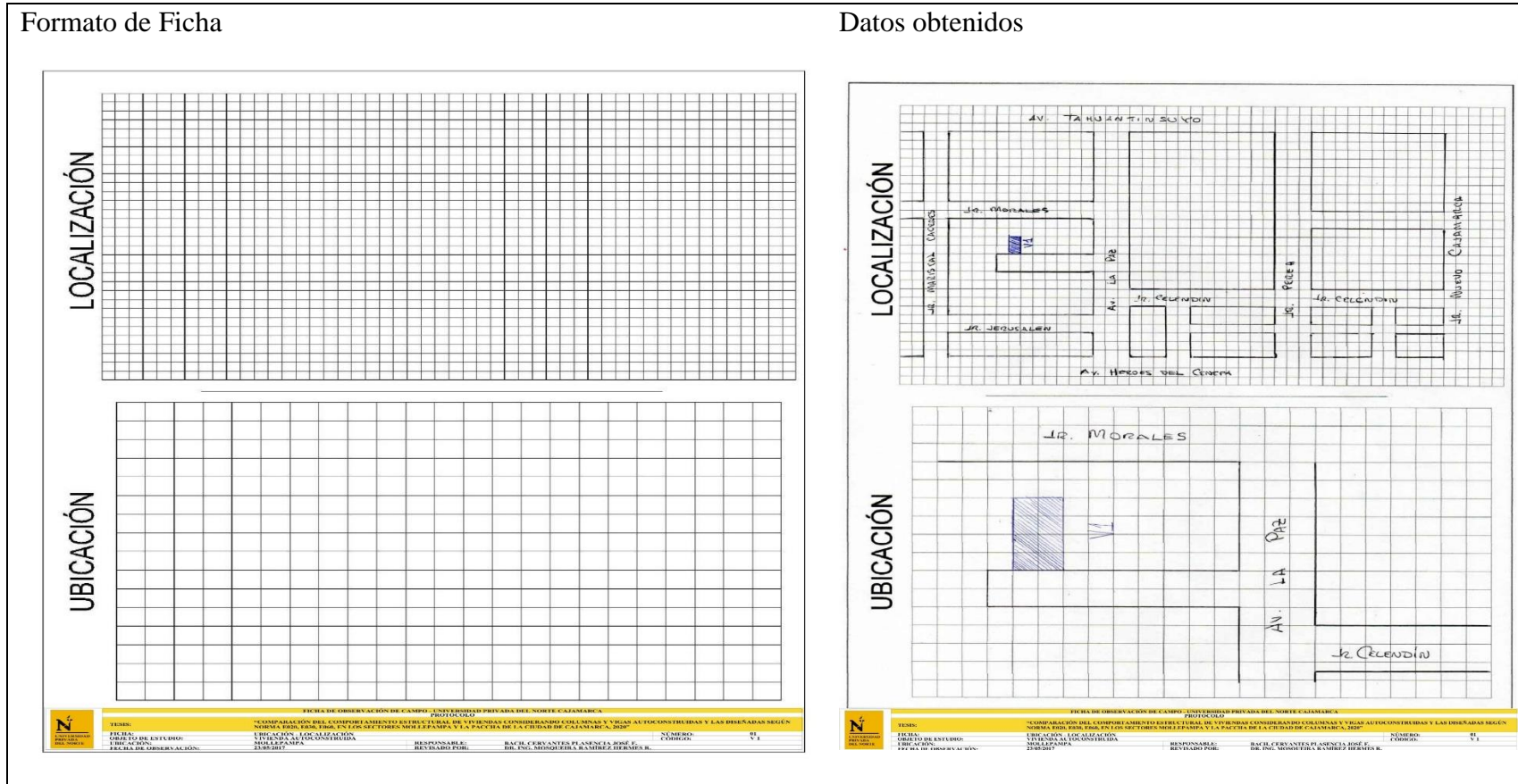
ANEXOS

ANEXO n° 1. Uso de Fichas de observación de campo y planos para la identificación de muros

1. Uso de ficha de recolección de datos de ubicación y localización

Figura 8

Ficha de recolección de datos de ubicación y localización de la vivienda

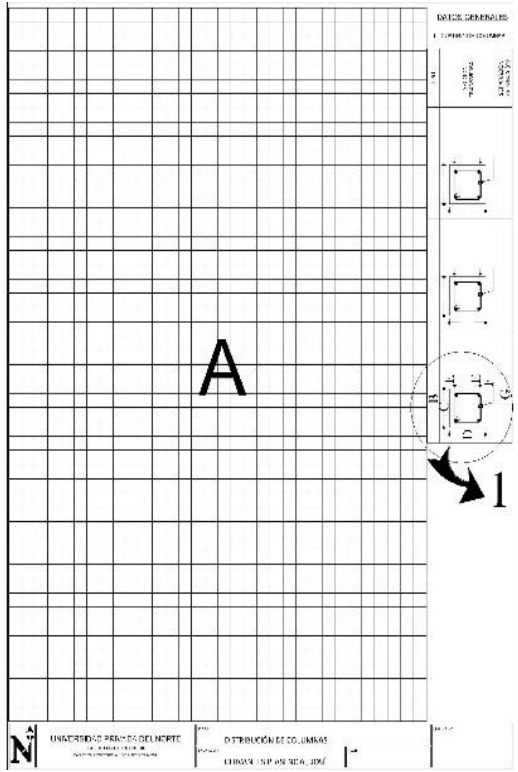


2. Uso de ficha de recolección de datos de columnas

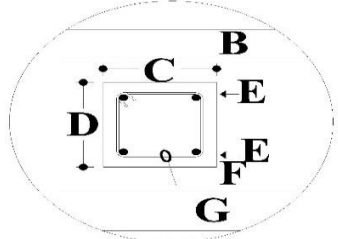
Figura 9

Ficha de recolección de datos de columnas

**Formato de ficha**

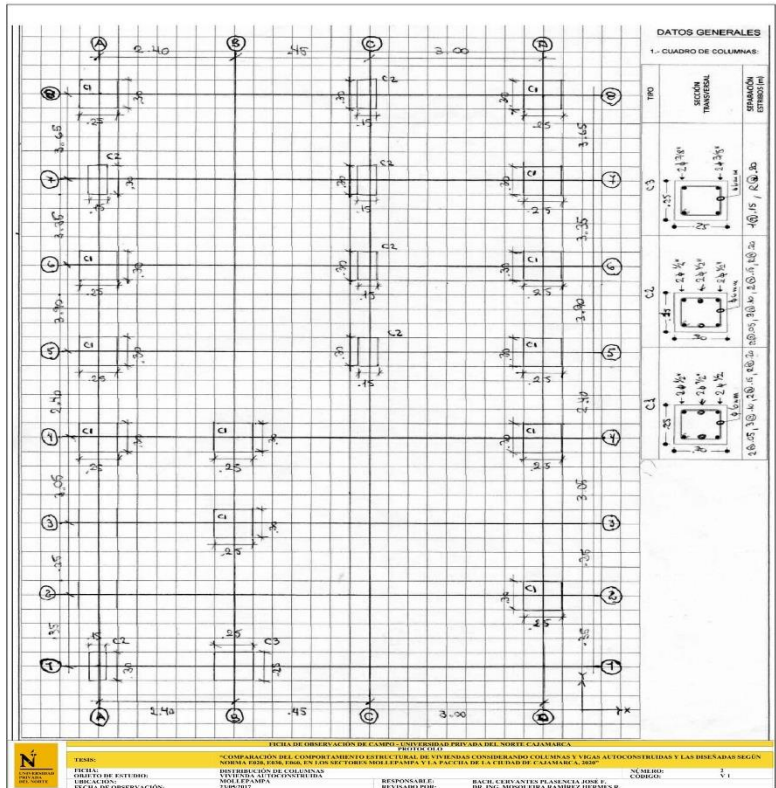


**Vista 1: Descripción de ítem**



A: Distribución de columnas  
 B: Código de columnas  
 C: Dimensión dirección X  
 D: Dimensión dirección Y  
 E: Número y diámetro de barra longitudinal  
 F: Diámetro de estribo  
 G: Distribución de estribos

**Datos obtenidos**





3. Uso de ficha de recolección de datos del levantamiento arquitectónica

**Figura 10**

Ficha de recolección de datos del levantamiento arquitectónico

**Formato de ficha**

**Vistas: Descripción de ítem**

1 

TIPO	t (m)
B	C

2

3 

TIPO	ANCHO (m)	ALTO (m)
F	G	H

4 

TIPO	ANCHO (m)	ALFEIZAR (m)	ALTO (m)
I	J	K	L

A: Distribución Arquitectónica  
 B: Tipo de albañilería  
 C: Espesor de la albañilería  
 D: Altura de sobrecimiento a partir de piso terminado  
 E: Nivel piso terminado  
 F: Código de puerta  
 G: Ancho del vano de puerta  
 H: Altura del vano de puerta  
 I: Código de ventana  
 J: Ancho del vano de ventana  
 K: Altura de alfeizar  
 L: Alto de vano de ventana

**Datos obtenidos**

1- LADRILLO DE MURO	
TIPO	18H
K/M/C	KGAL/C
ALTEZAR	12

2- ALTURA DEL SOBRECIMIENTO RESPECTO DEL NIVEL DE PISO TERMINADO (P.T.)	
TIPO	18H
K/M/C	KGAL/C
ALTEZAR	12

3- ALTURA DE ENTRENPO	
TIPO	18H
K/M/C	KGAL/C
ALTEZAR	12

A- PUERTAS			
TIPO	ANCHO (m)	ALTO (m)	
P1	2.40	2.70	
P2	2.45	2.70	
P3	0.90	2.40	
P4	0.70	2.70	
P5	0.85	2.70	

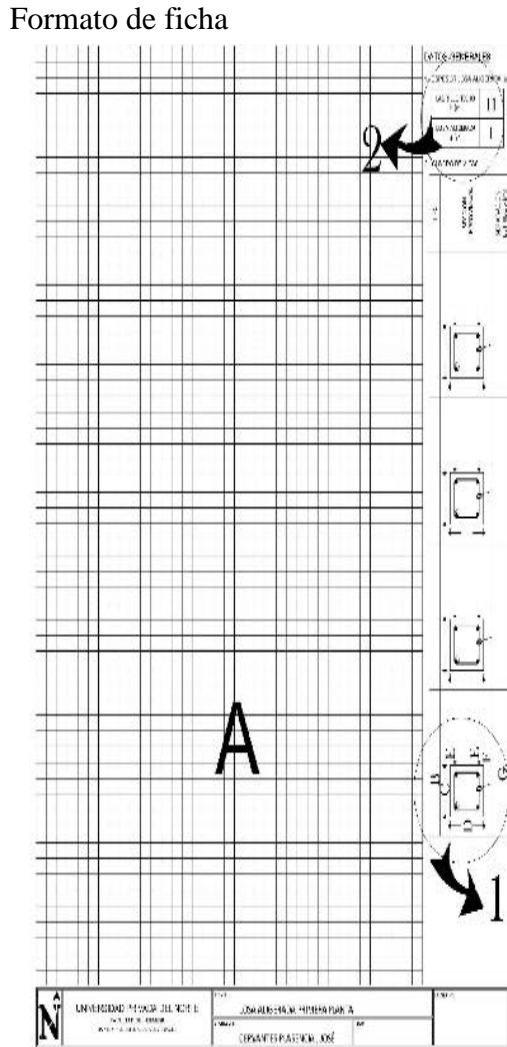
B- VENTANAS			
TIPO	ANCHO (m)	ALFEIZAR (m)	ALTO (m)
V1	1.75	1.70	1.30
V2	2.15	2.00	1.70
V3	2.45	1.00	1.70
V4	2.15	2.10	1.80
V5	1.15	2.10	1.80
V6	1.45	2.10	1.80
V7	2.00	1.20	1.70

#### 4. Uso de ficha de recolección de datos del Aligerado

**Figura 11**

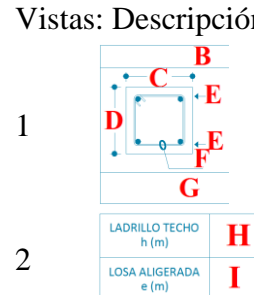
*Ficha de recolección de datos para aligerado*

**Formato de ficha**



**A**

**Vistas: Descripción de ítem**



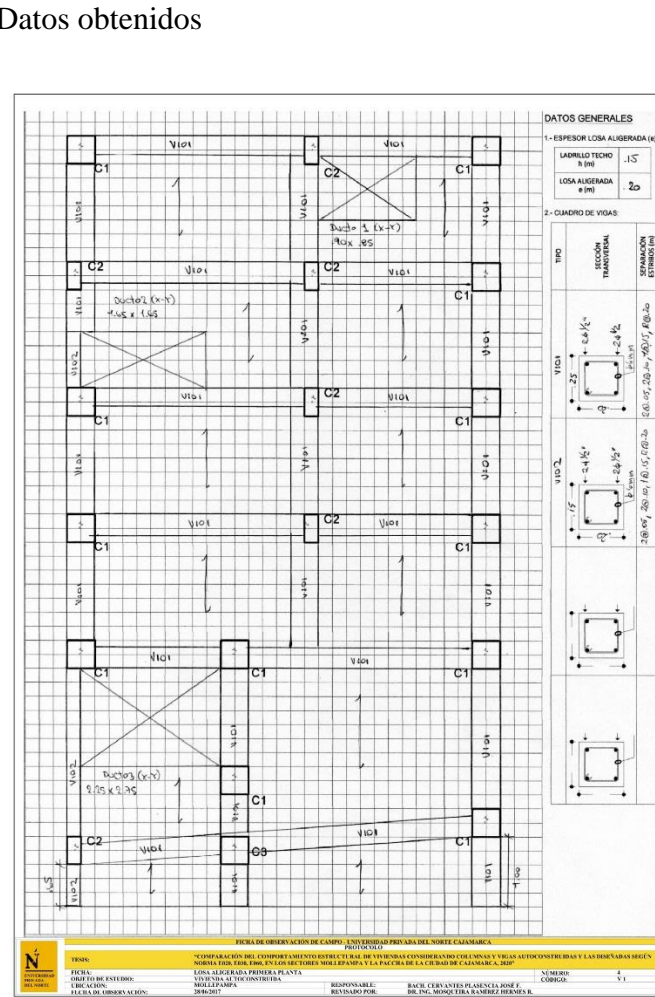
1

2

LADRILLO TECHO h (m)	<b>H</b>
LOSA ALIGERADA e (m)	<b>I</b>

**A:** Distribución de vigas  
**B:** Código de vigas  
**C:** Dimensión base de viga  
**D:** Dimensión peralte de viga  
**E:** Número y diámetro de barra longitudinal  
**F:** Diámetro de estribo  
**G:** Distribución de estribos  
**H:** Altura del ladrillo de techo  
**I:** Espesor del aligerado

**Datos obtenidos**



**DATOS GENERALES**

1- ESPESOR LOSA ALIGERADA (e)

LADRILLO TECHO h (m)	.15
LOSA ALIGERADA e (m)	.20

2- CUADRO DE VIGAS:

TIPO	SECCION TRANSITORIA	SEPARACION ESTIBOS (m)
VIG1		0.60 m / 20.0 m / 40.0 m / 80.0 m
VIG2		20.0 m / 20.0 m / 40.0 m / 80.0 m

**FICHA DE OBSERVACION DE CAMBIO** UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

FECHA: 20/05/2020

PROYECTO: ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN CONDICIONES AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020

FECHA DE OBSERVACION: 20/05/2020

RESPONSABLE POR: BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ FRANCISCO

REVISADO POR: DR. ING. MONSIEUR RAMIREZ DEYVES R.

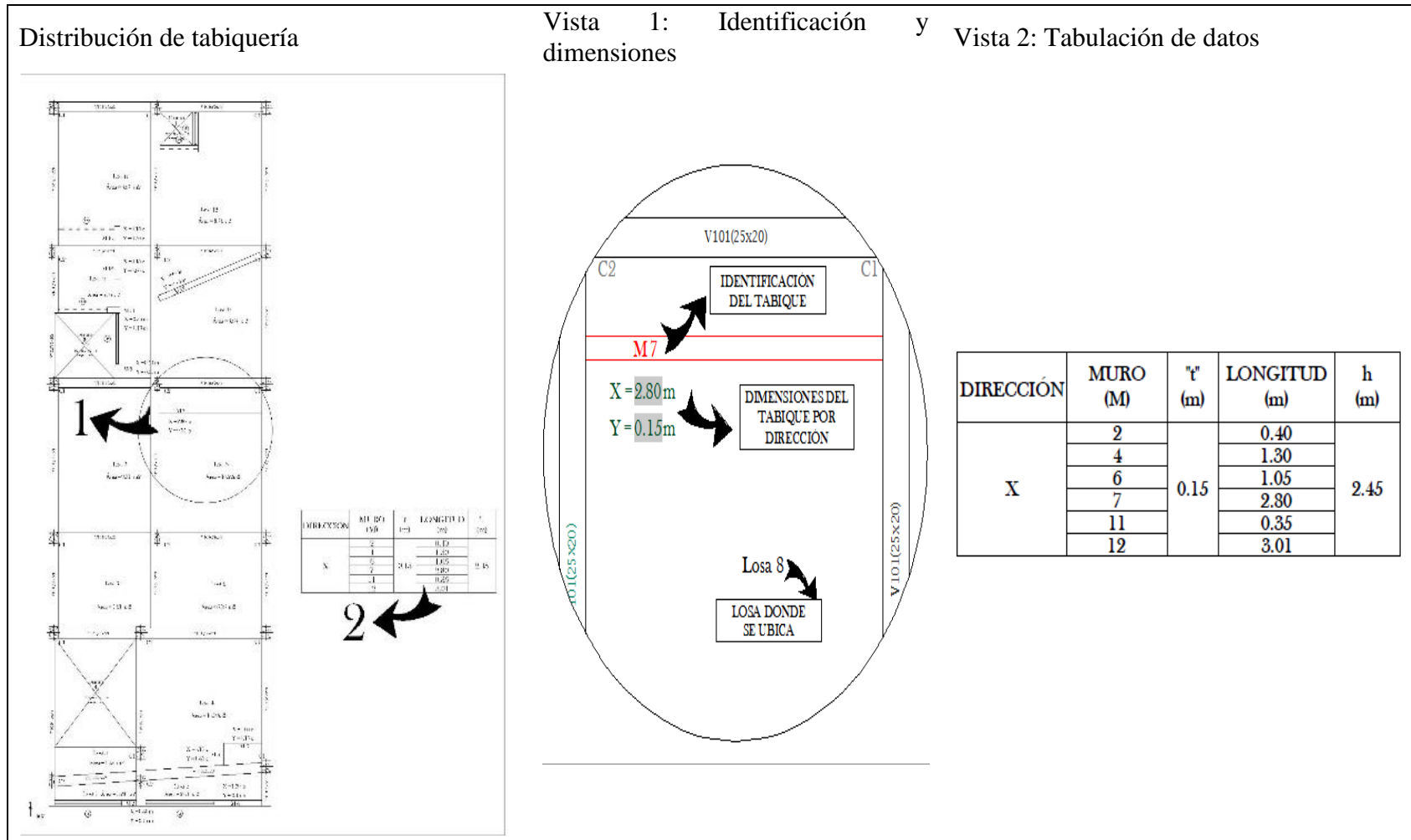
NUMERO: 01

CONDICION: 01

5. Uso de planos para la Identificación de losas y tabiques en el análisis de cargas.

**Figura 12**

*Identificación de tabiques sobre losas y determinación de dimensiones en planos*



### 5.1. Determinación del volumen de la tabiquería

Volumen de tabiquería por losa							
Losa	Muro	Longitud (m)		Alto (m)	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	
		Parcial	Total			Parcial	Total
1	2	0.40	0.40	2.45	0.15	0.15	0.42
	1	1.85	1.85	1.00	0.15	0.28	
2	4	1.30	1.30	2.45	0.15	0.48	0.76
	3	1.90	1.90	1.00	0.15	0.29	
4	5	0.41	1.46	2.45	0.15	0.54	0.54
	6	1.05					
8	7	2.80	2.80	2.45	0.15	1.03	1.03
9	8	0.35	1.30	2.45	0.15	0.48	1.10
	11	0.35					
	13	0.60					
	9	1.30	1.30	1.00	0.15	0.20	
	10	1.35	1.35	2.10	0.15	0.43	
10	12	3.01	3.01	2.45	0.15	1.11	1.11
11	14	0.50	0.50	2.45	0.15	0.18	0.67
	15	1.55	1.55	2.10	0.15	0.49	
12	15	1.55	2.60	1.00	0.15	0.39	0.39
	17	1.05					

Figura 13. Determinación del volumen de la tabiquería



## 5.2. Identificación de losas y determinación de áreas en planos

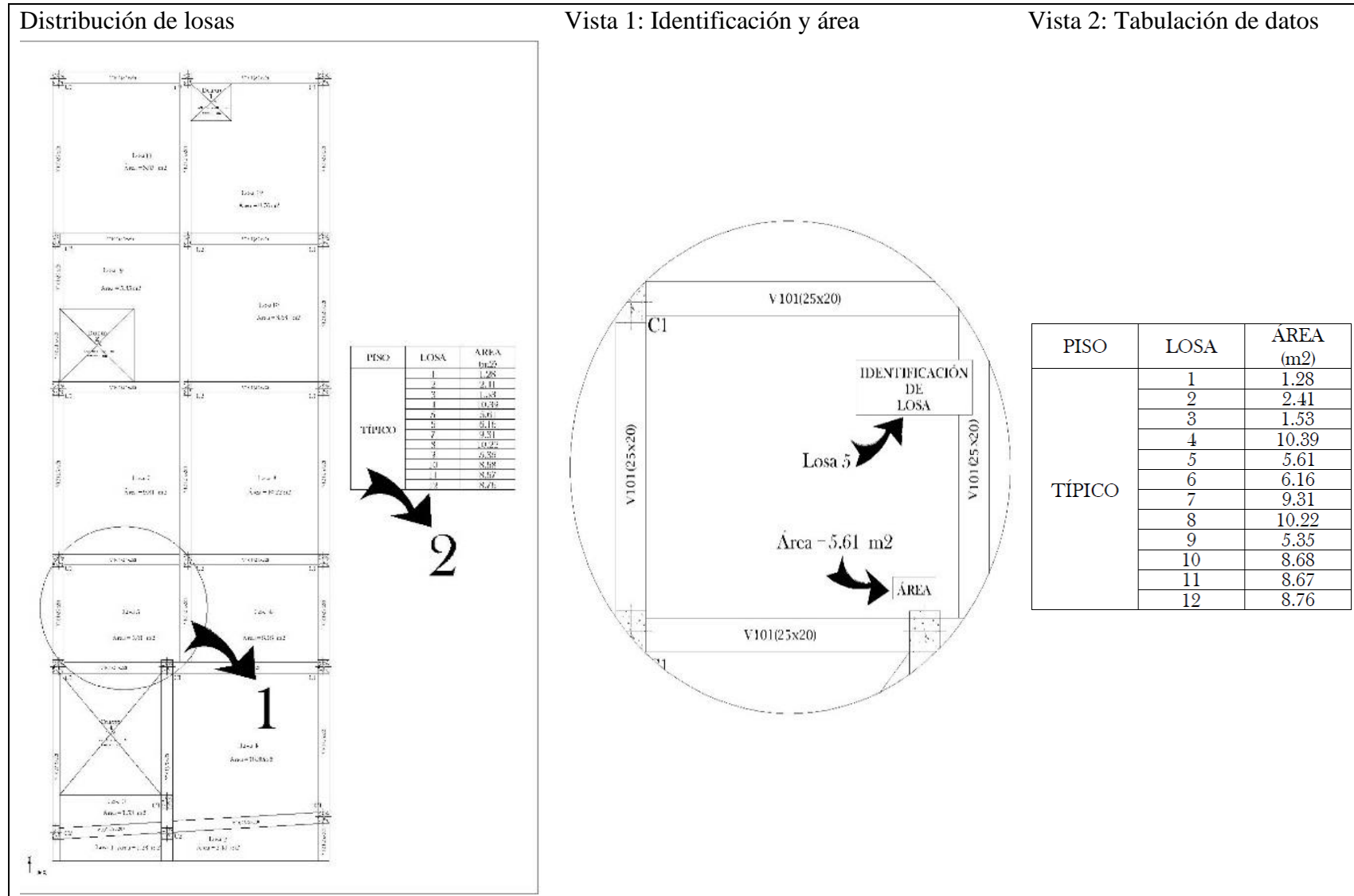


Figura 14. Identificación de losas y determinación de áreas en planos

### 5.3. Determinación del peso de la taquería sobre la losa (Tabiquería equivalente)

Tabiquería equivalente por losa					
P.E. Muro (kg/m <sup>3</sup> )	Losa Aligerada	Muro		Losa Aligerada Área (m <sup>2</sup> )	Tab. Equiv. (kg/m <sup>2</sup> )
		Vol. (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)		
1800	1	0.42	764.10	1.28	596.95
	2	0.76	1372.95	2.41	569.69
	4	0.54	965.79	10.39	92.95
	8	1.03	1852.20	10.22	181.23
	9	1.10	1976.40	5.35	369.42
	10	1.11	1991.12	8.68	229.39
	11	0.67	1209.60	8.67	139.52
	12	0.39	702.00	8.76	80.14

Figura 15. Determinación del peso de la taquería sobre la losa (Tabiquería equivalente)

### 5.4. Identificación de tabiquería sobre vigas

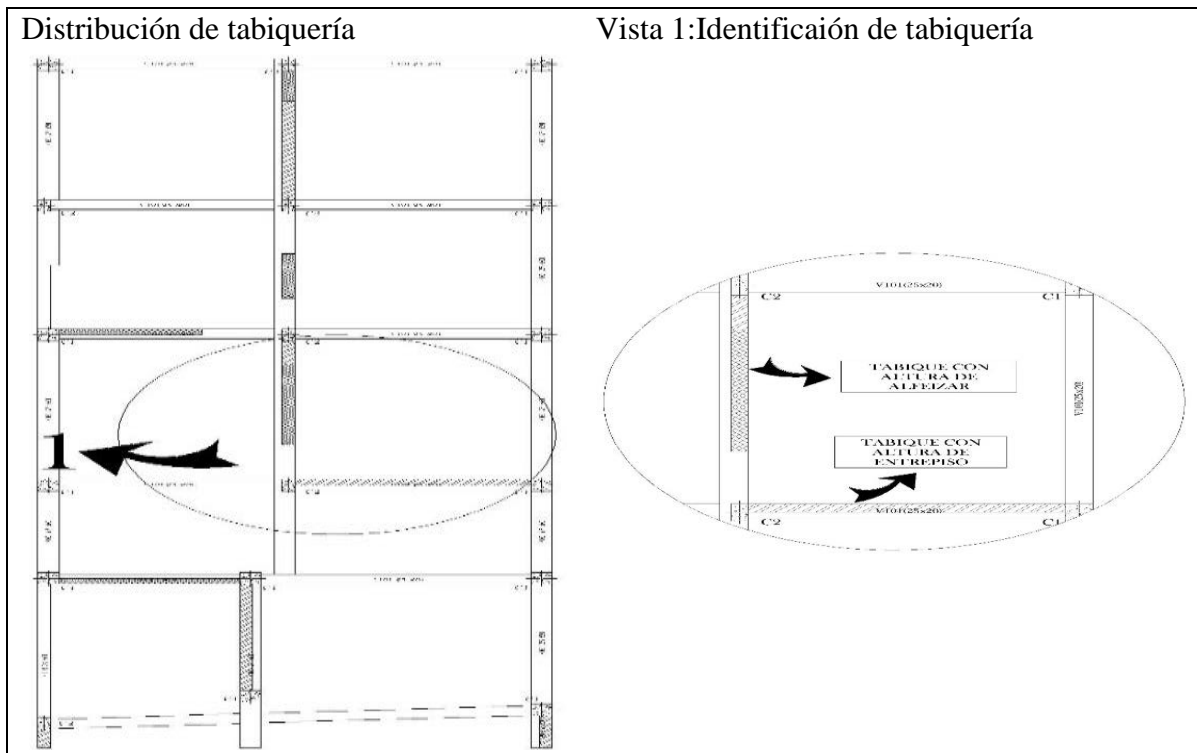


Figura 16. Identificación de tabiquería sobre vigas

### 5.5. Determinación de la carga de tabiquería sobre las vigas (carga lineal)

Carga lineal según tabiquería				
Muro	P.E. Muro (kg/m <sup>3</sup> )	t (m)	h (m)	Carga lineal (kg/m)
Entrepiso	1800	0.15	2.45	661.50
Parapeto			1.10	297.00

Figura 17. Determinación de la carga de tabiquería sobre las vigas (carga lineal)

ANEXO n° 2. *Procedimiento de uso del ETABS para análisis de los casos de estudio real y del diseño*

I. Procedimiento de configuración de modelado caso de estudio real.

1. Definición de materiales

Concreto Armado	Acero
<p><b>General Data</b></p> <p>Material Name: <input type="text" value="fc 149"/></p> <p>Material Type: <input type="text" value="Concrete"/></p> <p>Directional Symmetry Type: <input type="text" value="Isotropic"/></p> <p>Material Display Color: <input type="color" value="#666666"/> <input type="button" value="Change..."/></p> <p>Material Notes: <input type="button" value="Modify/Show Notes..."/></p> <p><b>Material Weight and Mass</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density      <input type="radio"/> Specify Mass Density</p> <p>Weight per Unit Volume: <input type="text" value="2.4"/> tonf/m<sup>3</sup></p> <p>Mass per Unit Volume: <input type="text" value="0.244732"/> tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup></p> <p><b>Mechanical Property Data</b></p> <p>Modulus of Elasticity, E: <input type="text" value="1843189.9"/> tonf/m<sup>2</sup></p> <p>Poisson's Ratio, U: <input type="text" value="0.2"/></p> <p>Coefficient of Thermal Expansion, A: <input type="text" value="0.0000099"/> 1/C</p> <p>Shear Modulus, G: <input type="text" value="767995.79"/> tonf/m<sup>2</sup></p>	<p><b>General Data</b></p> <p>Material Name: <input type="text" value="fy 4280"/></p> <p>Material Type: <input type="text" value="Rebar"/></p> <p>Directional Symmetry Type: <input type="text" value="Uniaxial"/></p> <p>Material Display Color: <input type="color" value="#0000FF"/> <input type="button" value="Change..."/></p> <p>Material Notes: <input type="button" value="Modify/Show Notes..."/></p> <p><b>Material Weight and Mass</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density      <input type="radio"/> Specify Mass Density</p> <p>Weight per Unit Volume: <input type="text" value="7.85"/> tonf/m<sup>3</sup></p> <p>Mass per Unit Volume: <input type="text" value="0.800477"/> tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup></p> <p><b>Mechanical Property Data</b></p> <p>Modulus of Elasticity, E: <input type="text" value="20000000"/> tonf/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficient of Thermal Expansion, A: <input type="text" value="0.0000117"/> 1/C</p>

Figura 18. Definición de materiales

## 2. Definición de secciones transversales de elementos lineales

### 2.1. Columnas

#### Sección transversal

**General Data**

Property Name:

Material:  ...

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

**Shape**

Section Shape:

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth:  cm

Width:  cm

#### Acero longitudinal

**Design Type**

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

**Rebar Material**

Longitudinal Bars:  ...

Confinement Bars (Ties):  ...

**Reinforcement Configuration**

Rectangular

Circular

**Confinement Bars**

Ties

Spirals

**Check/Design**

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

**Longitudinal Bars**

Clear Cover for Confinement Bars:  cm

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face:

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face:

Longitudinal Bar Size and Area:  ...  cm<sup>2</sup>

Corner Bar Size and Area:  ...  cm<sup>2</sup>

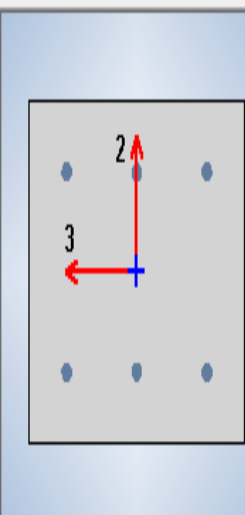
**Confinement Bars**

Confinement Bar Size and Area:  ...  cm<sup>2</sup>

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis):  cm

Number of Confinement Bars in 3-dir:

Number of Confinement Bars in 2-dir:



**Property Modifiers**

Currently Default

**Reinforcement**

Figura 19. Definición de columnas

## 2.2. Vigas

### Sección transversal

**General Data**

Property Name: V101(20x25)

Material: f<sub>c</sub> 149

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 20 cm

Width: 25 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

### Acero longitudinal

**Design Type**

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

**Rebar Material**

Longitudinal Bars: f<sub>y</sub> 4280

Confinement Bars (Ties): f<sub>y</sub> 4280

**Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid**

Top Bars: 4 cm

Bottom Bars: 4 cm

**Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams**

Top Bars at I-End: 0 cm<sup>2</sup>

Top Bars at J-End: 0 cm<sup>2</sup>

Bottom Bars at I-End: 0 cm<sup>2</sup>

Bottom Bars at J-End: 0 cm<sup>2</sup>

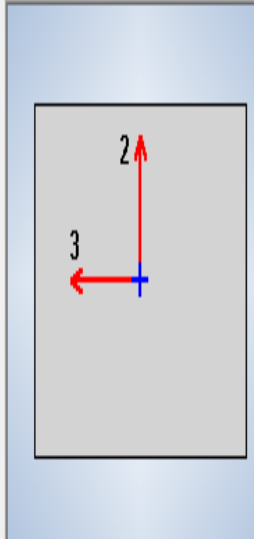


Figura 20. Definición de vigas

### 3. Definición de secciones transversales de elementos losa




Aligerado	Descanso escalera	Tramo escalera
<b>General Data</b>		
Property Name: Aligerado	Property Name: Descanso	Property Name: Tramo
Slab Material: f <sub>c</sub> 149	Slab Material: f <sub>c</sub> 149	Slab Material: f <sub>c</sub> 149
Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...	Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...	Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
Modeling Type: Membrane	Modeling Type: Shell-Thin	Modeling Type: Shell-Thin
Modifiers (Currently Default): Modify/Show...	Modifiers (Currently Default): Modify/Show...	Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
Display Color:  Change...	Display Color:  Change...	Display Color:  Change...
Property Notes: Modify/Show...	Property Notes: Modify/Show...	Property Notes: Modify/Show...
<input checked="" type="checkbox"/> Use Special One-Way Load Distribution		
<b>Property Data</b>		
Type: Slab	Type: Slab	Type: Slab
Thickness: .0001 m	Thickness: .15 m	Thickness: 0.2 m

Figura 21. 3. Definición de secciones transversales de elementos losa

4. Definición de sección transversal de muro

**Muro de albañilería**

**General Data**

Property Name: t=0.12m

Property Type: Specified

Wall Material: fm 38

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

---

**Property Data**

Thickness: 0.12 m

Figura 22. Definición de sección transversal de muro

5. Definición de Espectros de respuesta

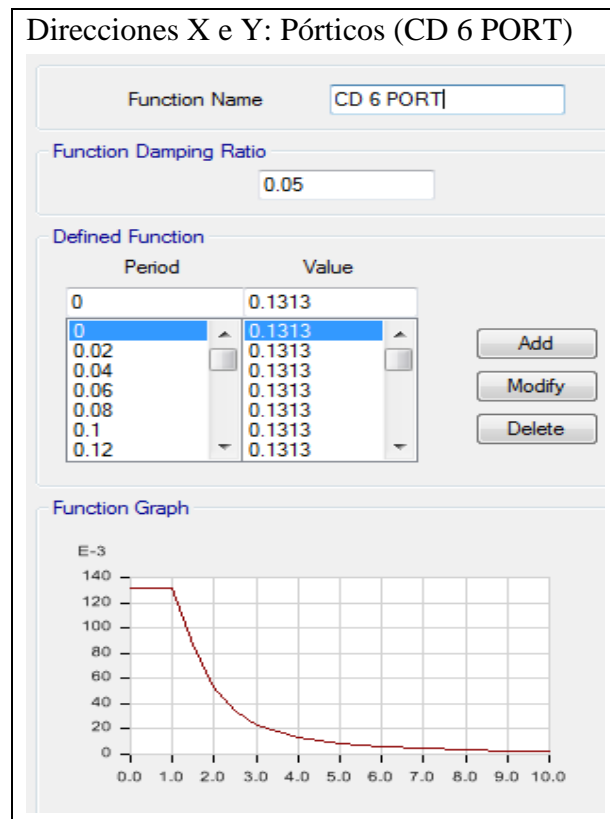


Figura 23. Definición de Espectros de respuesta

## 6. Definición de los Patrones de Carga

### 6.1. Carga Muerta “cm”, Carga Viva “cv”, Estático X y Estático Y

Patrones de carga generales

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Estático Y	Seismic	0	User Coefficient
cm	Dead	1	
cv	Live	0	
Estático X	Seismic	0	User Coefficient
Estático Y	Seismic	0	User Coefficient

Figura 24. Carga Muerta “cm”, Carga Viva “cv”, Estático X y Estático Y

### 6.2. Coeficiente para calcular la Fuerza Cortante en la Base y el factor exponencial “k”

Estático X: “ZUCS/R” y “k”		Estático Y: “ZUCS/R” y “k”	
<p><b>Direction and Eccentricity</b></p> <input type="checkbox"/> X Dir <input type="checkbox"/> Y Dir <input checked="" type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity <input type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity <input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity <input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity <p>Ecc. Ratio (All Diaph.) <input type="text" value="0.05"/></p> <p>Overwrite Eccentricities <input type="button" value="Overwrite..."/></p>		<p><b>Factors</b></p> <p>Base Shear Coefficient, C <input type="text" value="0.131"/></p> <p>Building Height Exp., K <input type="text" value="1"/></p> <p><b>Story Range</b></p> <p>Top Story <input type="text" value="3° Piso"/></p> <p>Bottom Story <input type="text" value="Base"/></p>	
<p><b>Direction and Eccentricity</b></p> <input type="checkbox"/> X Dir <input type="checkbox"/> Y Dir <input type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity <input checked="" type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity <input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity <input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity <p>Ecc. Ratio (All Diaph.) <input type="text" value="0.05"/></p> <p>Overwrite Eccentricities <input type="button" value="Overwrite..."/></p>		<p><b>Factors</b></p> <p>Base Shear Coefficient, C <input type="text" value="0.350"/></p> <p>Building Height Exp., K <input type="text" value="1"/></p> <p><b>Story Range</b></p> <p>Top Story <input type="text" value="3° Piso"/></p> <p>Bottom Story <input type="text" value="Base"/></p>	

Figura 25. Coeficiente para calcular la Fuerza Cortante en la Base y el factor exponencial “k”



7. Definición para la estimación del Peso (P)

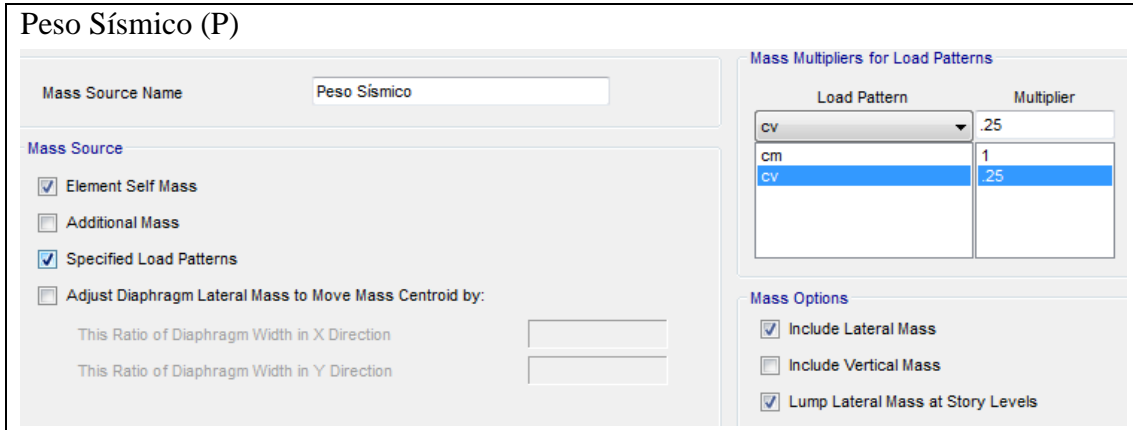


Figura 26. Definición para la estimación del Peso (P)

8. Definición de los casos modales

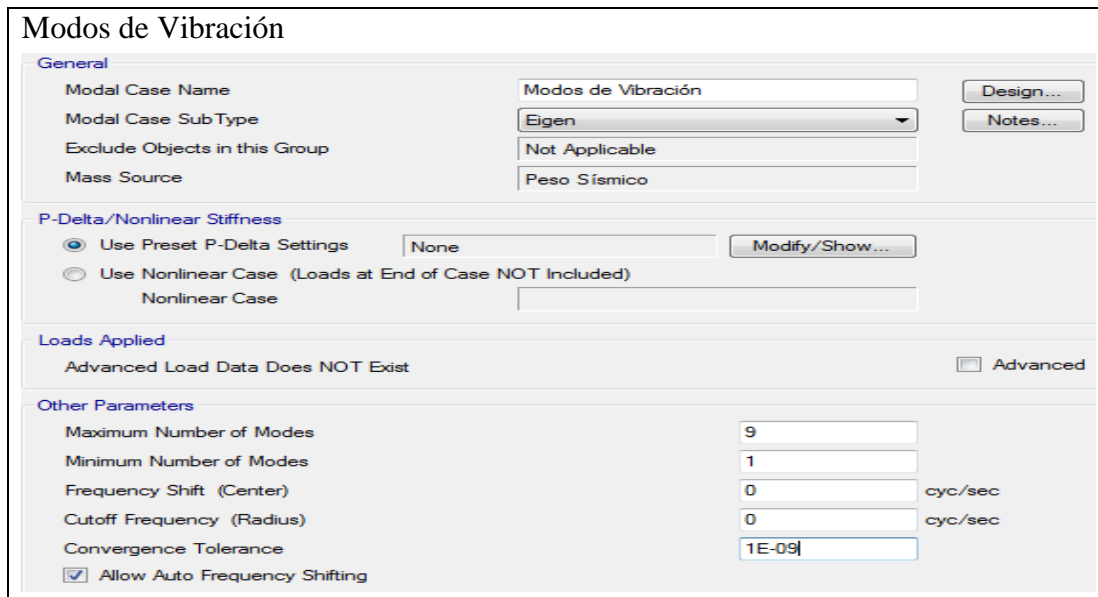


Figura 27. Definición de los casos modales

9. Definición de los casos de carga

9.1. Casos de Carga

**Generales**

**Load Cases**

Load Case Name	Load Case Type
CM	Linear Static
CV	Linear Static
ESTÁTICO X	Linear Static
ESTÁTICO Y	Linear Static
Sismo X	Response Spectrum
Sismo Y	Response Spectrum

Figura 28. Casos de Carga

## 9.2. Casos de carga tipo Lineal Estático

### A. Carga muerta “CV” y Carga viva “CV”

#### CM

**General**

Load Case Name:

Load Case Type:

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

Use Preset P-Delta Settings

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	cm	1

#### CV

**General**

Load Case Name:

Load Case Type:

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

Use Preset P-Delta Settings

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	cv	1

Figura 29. Carga muerta “CV” y Carga viva “CV”

### B. ESTÁTICO X y ESTÁTICO Y

#### ESTÁTICO X

**General**

Load Case Name:

Load Case Type:

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

Use Preset P-Delta Settings

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Estático X	1

#### ESTÁTICO Y

**General**

Load Case Name:

Load Case Type:

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

Use Preset P-Delta Settings

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Estático Y	1

Figura 30. ESTÁTICO X y ESTÁTICO Y

## C. Casos de carga tipo Espectro de Respuesta

### a. Sismo X

#### Configuración

**General**

Load Case Name:

Load Case Type:

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

---

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	CD 6 PORT	9.8067

---

**Other Parameters**

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping:

Diaphragm Eccentricity:

#### Excentricidad del diafragma

Default Eccentricity for Response Spectrum Analysis

Eccentricity Ratio (Applies to All Diaphragms Except those Overwritten Below)

---

Overwrites at Specific Diaphragms

Story	Diaphragm	Eccentricity (m)

Figura 31. Sismo X

b. **Sismo Y**

### Configuración

**General**

Load Case Name:

Load Case Type:

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

---

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	CD 2.25 ALB	9.8067

---

**Other Parameters**

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping:

Diaphragm Eccentricity:

### Excentricidad del diafragma

**Default Eccentricity for Response Spectrum Analysis**

Eccentricity Ratio (Applies to All Diaphragms Except those Overwritten Below)

---

**Overwrites at Specific Diaphragms**

Story	Diaphragm	Eccentricity (m)

Figura 32. Sismo Y

10. Definición de las combinaciones de cargas de diseño

10.1. Cargas de sismo (Sismo X y Sismo Y)

Env. Sismo

**General Data**

Load Combination Name: Env. Sismo

Combination Type: Envelope

Notes: Modify/Show Note

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
Sismo X	1
Sismo Y	1

Figura 33. Cargas de sismo (Sismo X y Sismo Y)

10.2. Cargas de Servicio

1.4 CM + 1.7 CV

**General Data**

Load Combination Name: 1.4 CM + 1.7 CV

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Note

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
CM	1.4
CV	1.7

Figura 34. Cargas de Servicio

10.3. Cargas de servicio y sismo

1.25 CM + 1.25 CV + Env. Sismo

**General Data**

Load Combination Name: 1.25 CM + 1.25 CV + Env. Sismo

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
CM	1.25
CV	1.25
Env. Sismo	1

Figura 35. Cargas de servicio y sismo

**10.4. Carga muerta y sismo**

**0.9 CM + Env. Sismo**

**General Data**

Load Combination Name: 0.9 CM + Env. Sismo

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
CM	0.9
Env. Sismo	1

Figura 36. Carga muerta y sismo

**10.5. Combinación de diseño para cálculo de acero**

**Envolvente**

**General Data**

Load Combination Name: Envolvente

Combination Type: Envelope

Notes: Modify/Show Note

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
1.4 CM + 1.7 CV	1
1.25 CM + 1.25 CV + Env. Sismo	1
0.9 CM + Env. Sismo	1

Figura 37. Combinación de diseño para cálculo de acero

**10.6. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales dirección X (Pórticos)**

**Desp. Lat. X**

**General Data**

Load Combination Name: Desp. Lat. X

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
Sismo X	6

Figura 38. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales dirección X (Pórticos)

**10.7. Peso Sísmico**

Pg

**General Data**

Load Combination Name: Pg

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
CM	1
CV	0.25

Figura 39. Peso Sísmico

**10.8. Carga de gravedad**

Pm

**General Data**

Load Combination Name: Pm

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Note

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
CM	1
CV	1

Figura 40. Carga de gravedad

**II. Procedimiento de modelado de la vivienda**

1. Configuración de unidades de dibujo

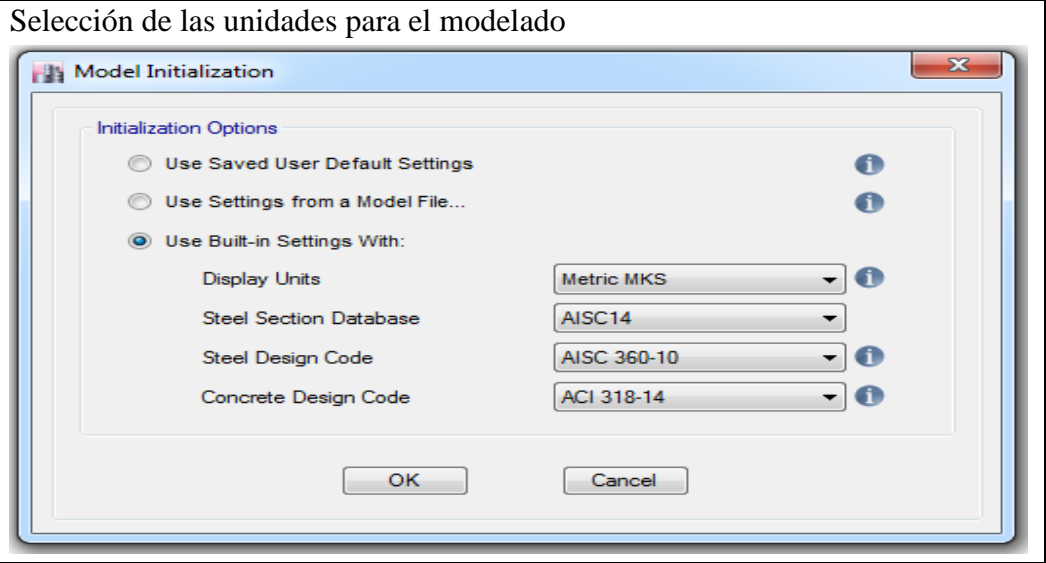


Figura 41. Configuración de unidades de dibujo

2. Configuración de ejes para los elementos estructurales

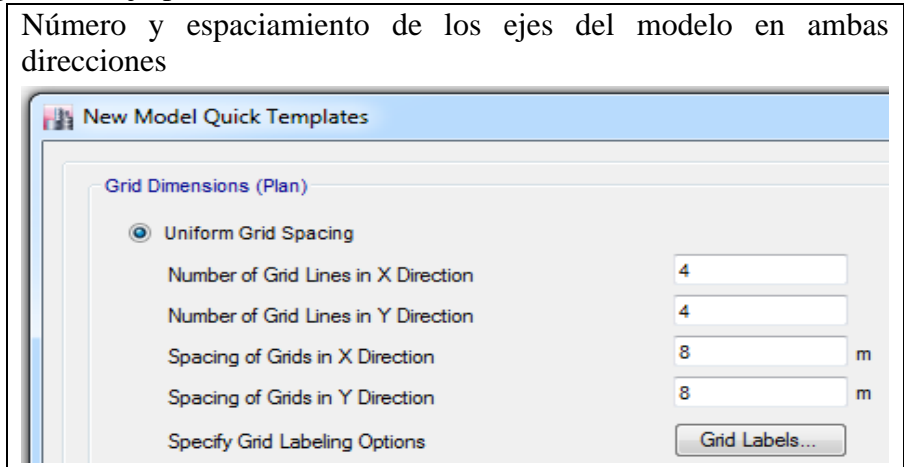


Figura 42. Configuración de ejes para los elementos estructurales

3. Configuración de altura y número de entrepisos



Figura 43. Configuración de altura y número de entrepisos



4. Dibujo de columnas

Dibujo de las columnas según sección transversal

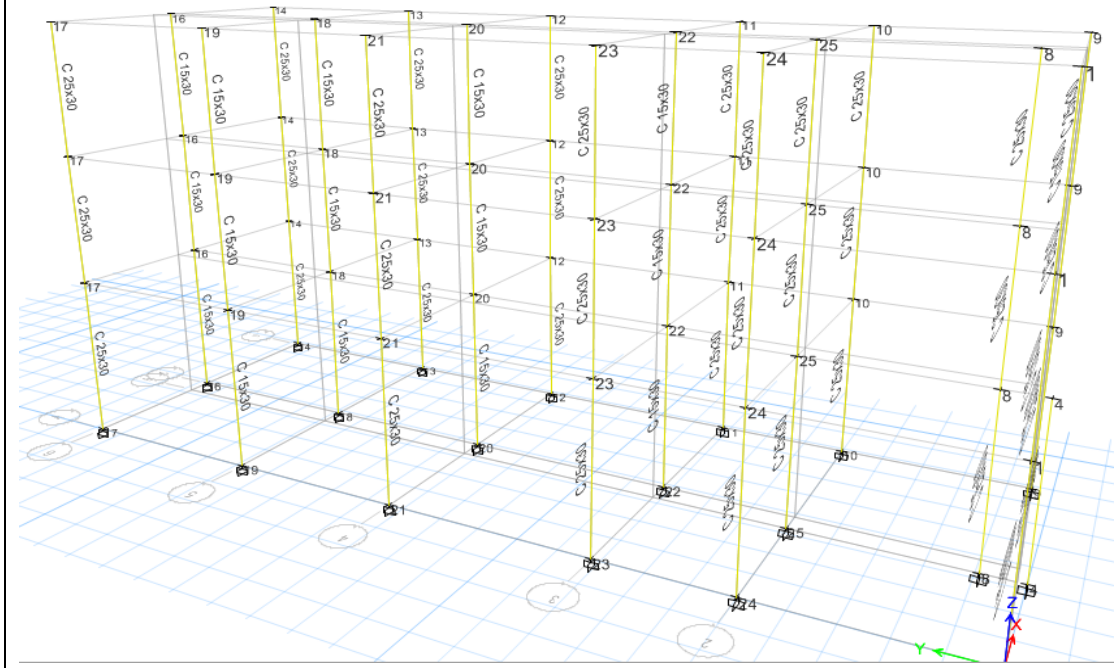


Figura 44. Dibujo de columnas

5. Dibujo de vigas

Dibujo de vigas según sección transversal

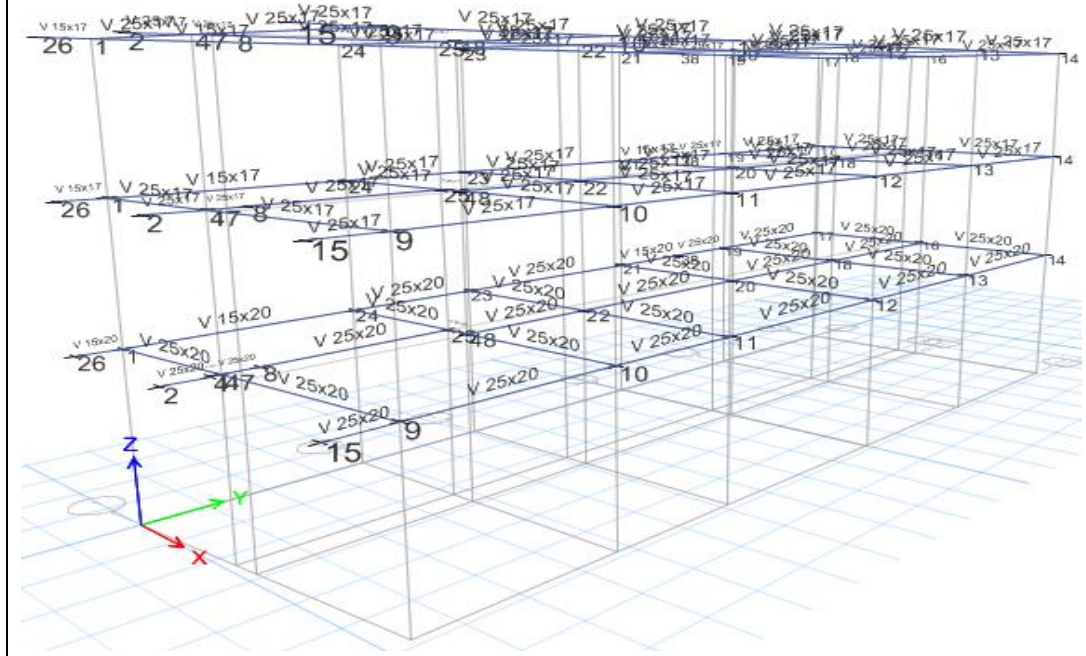


Figura 45. Dibujo de vigas

6. Dibujo de aligerado

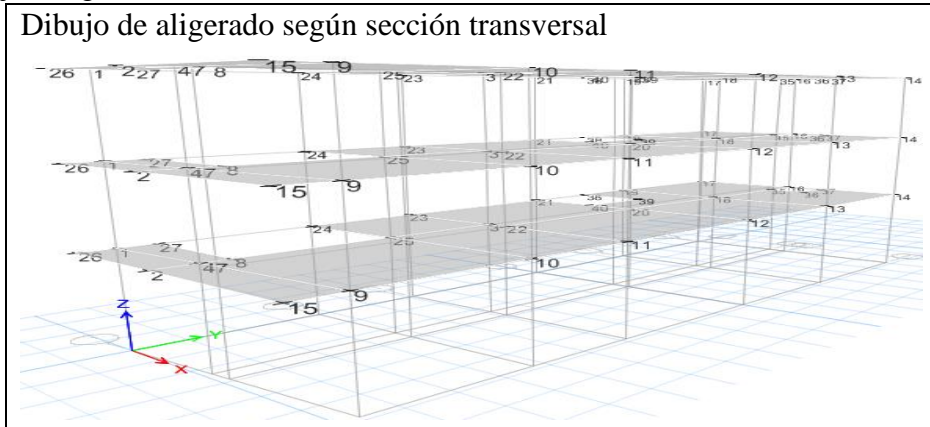


Figura 46. Dibujo de aligerado

7. Dibujo de muro de albañilería

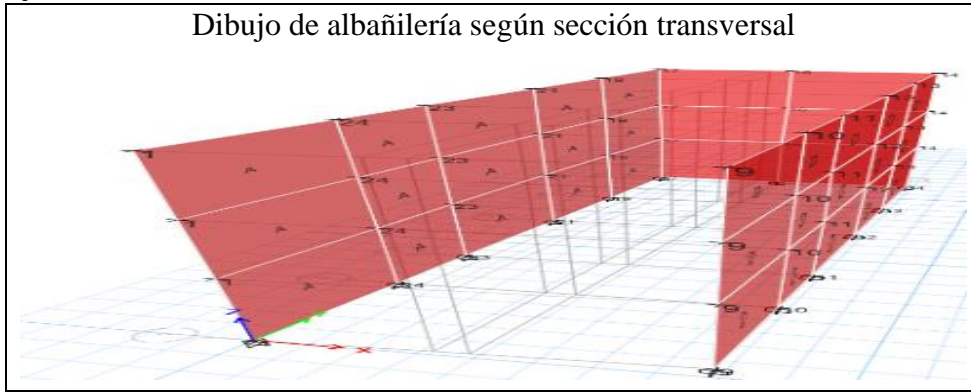


Figura 47. Dibujo de muro de albañilería

8. Dibujo de escalera

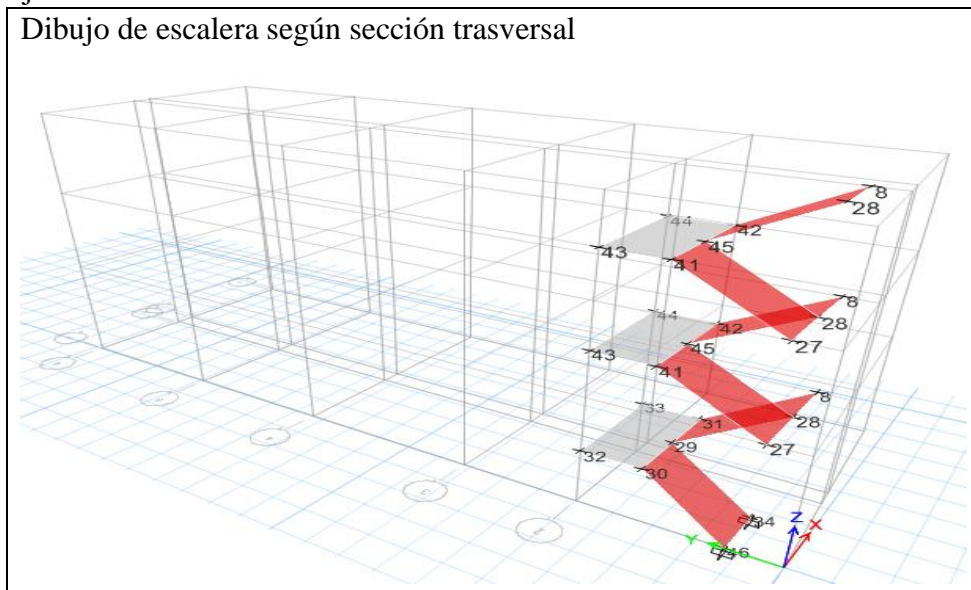


Figura 48. Dibujo de escalera

9. Asignación de “CM” y “CV”

10.9. Asignación de “CM” a los aligerados y la escalera

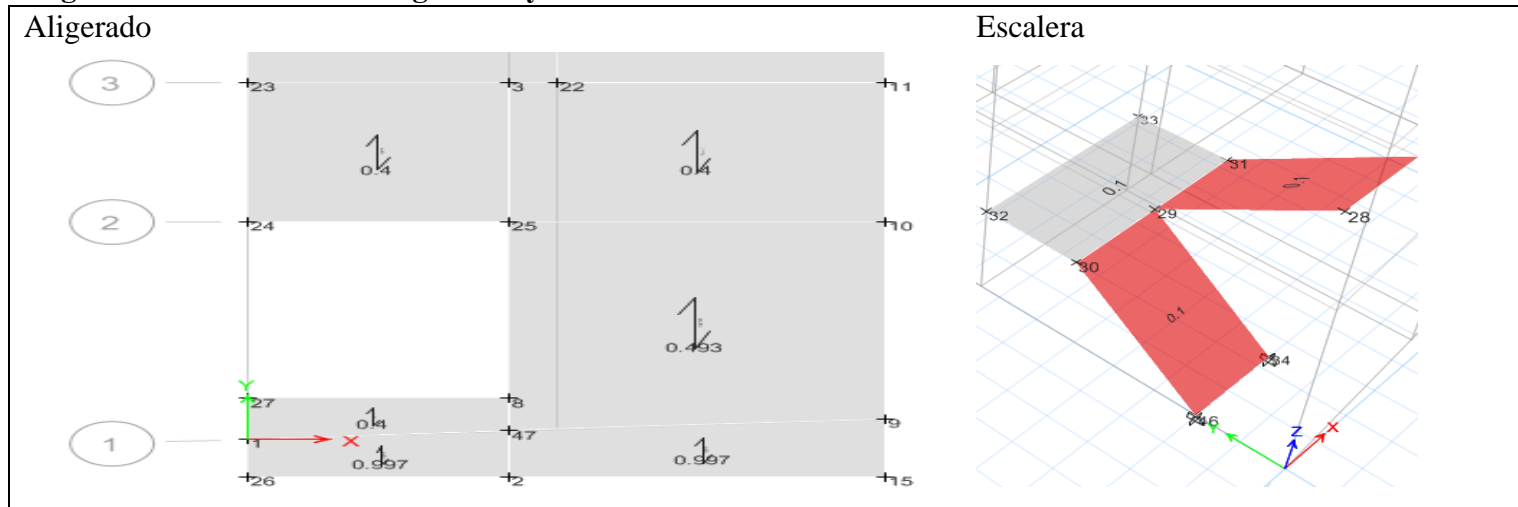


Figura 49. Asignación de “CM” a los aligerados y la escalera

10.1. Asignación de “CV” a los aligerados y la escalera

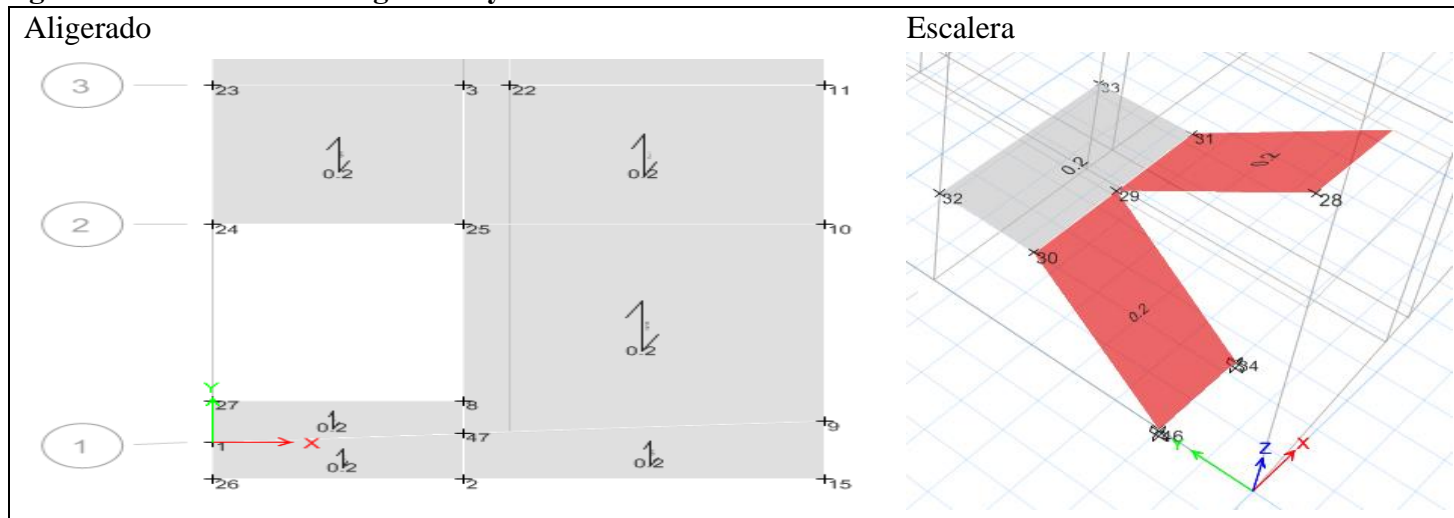


Figura 50. Asignación de “CV” a los aligerados y la escalera



## 10. Asignación de carga distribuida

### 10.2. Entrepiso

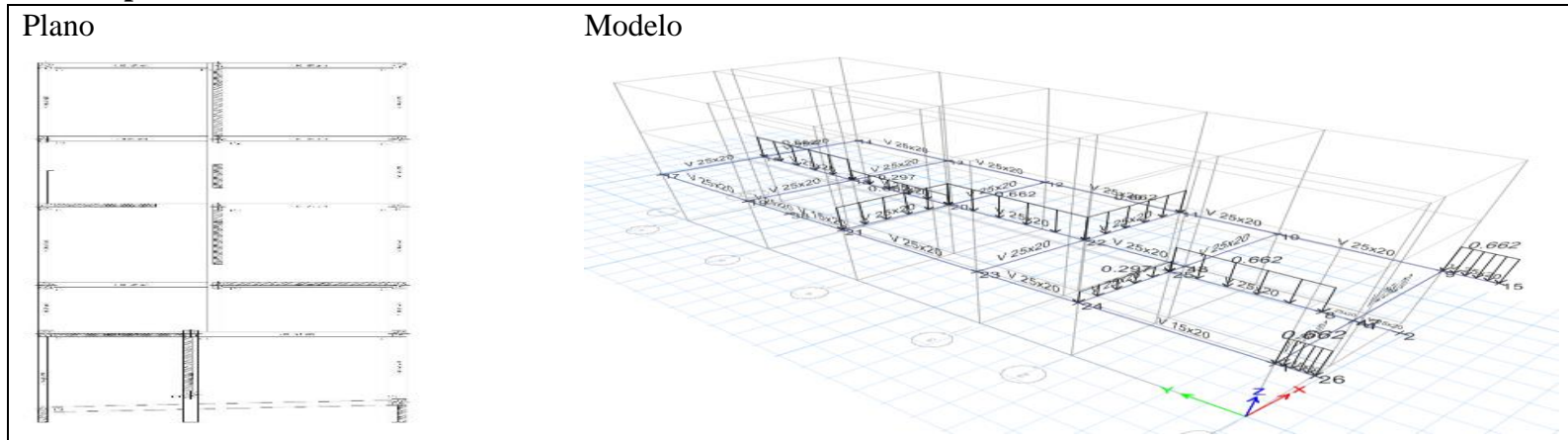


Figura 51. Entrepiso

### 10.3. Azotea

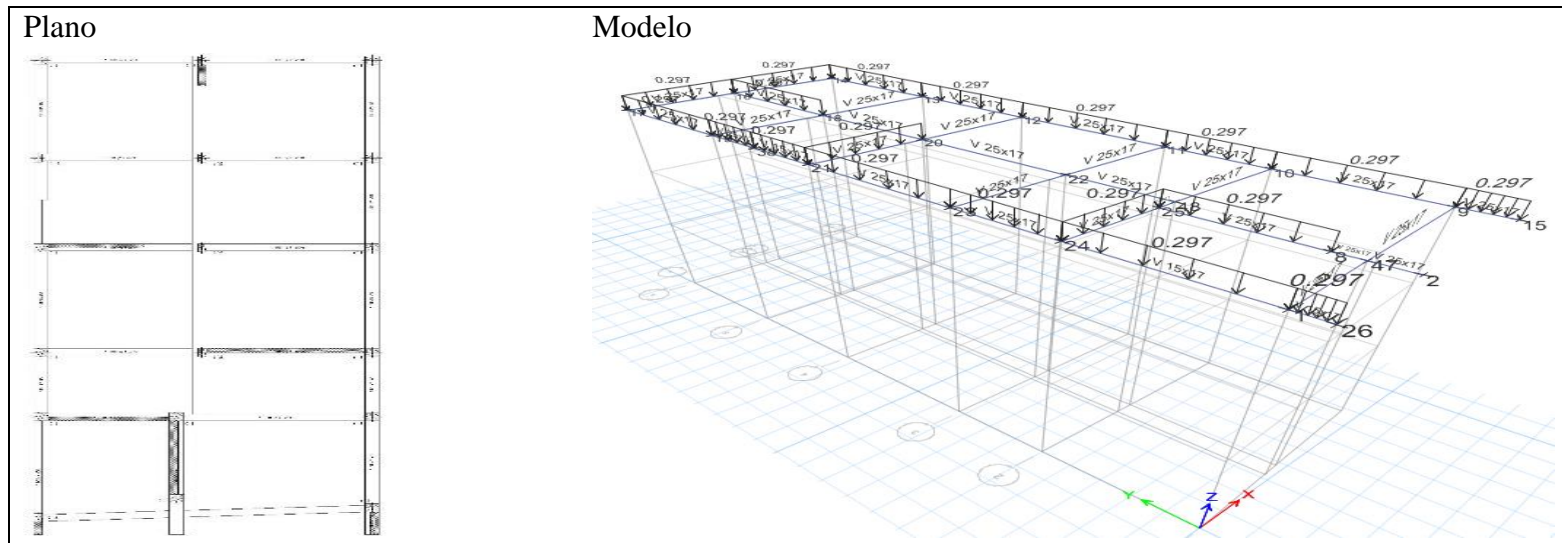


Figura 52. Azotea

11. Asignación de empotramiento al modelo

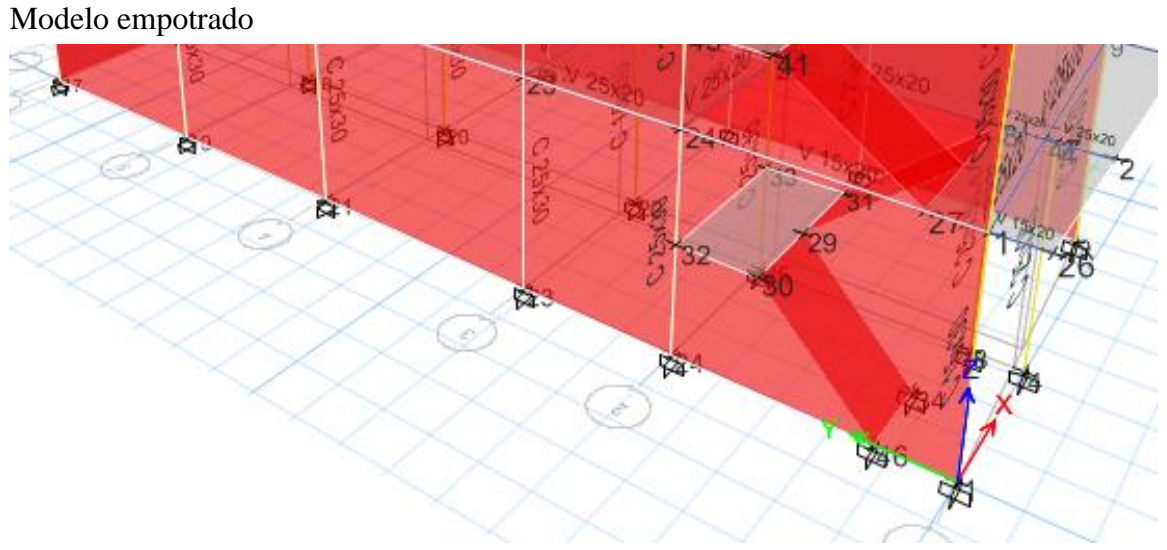


Figura 53. Asignación de empotramiento al modelo

12. Asignación de diafragma rígido

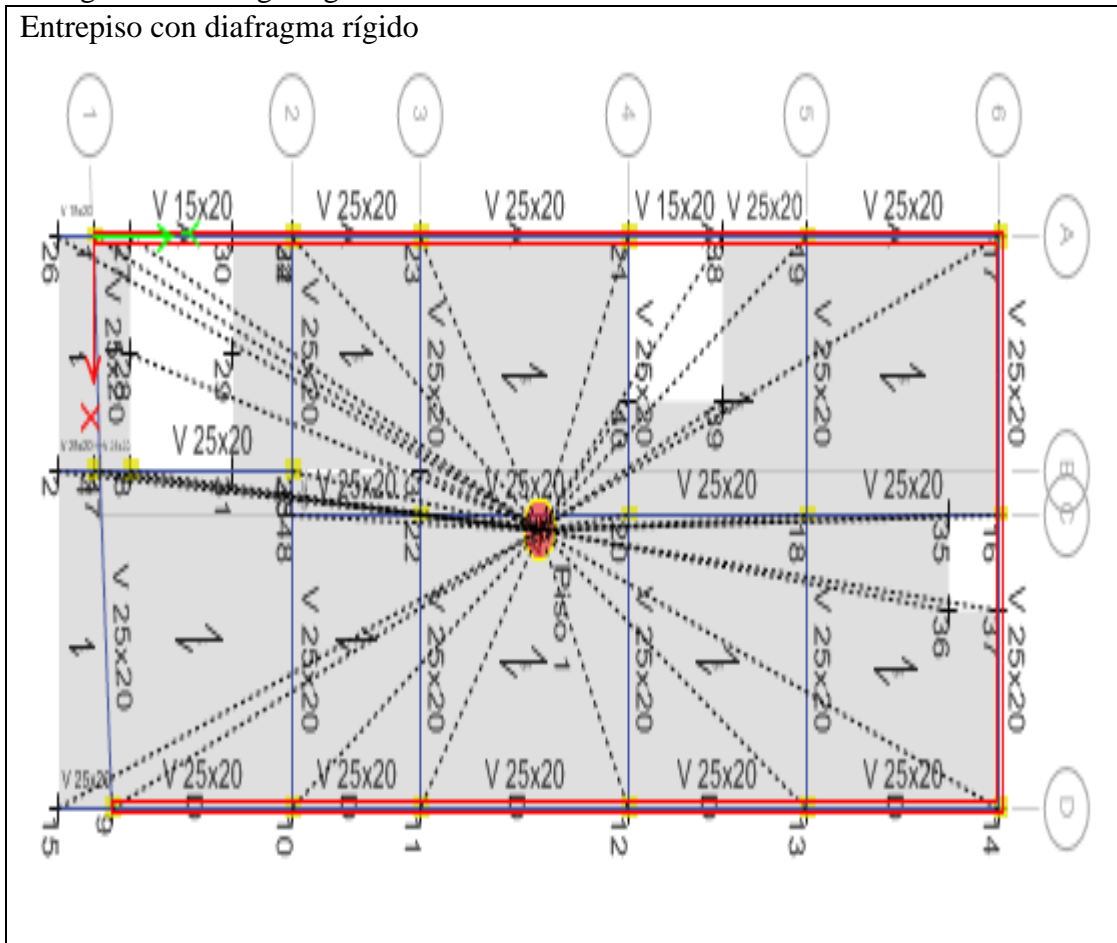


Figura 54. Asignación de diafragma rígido

13. Asignación de brazo rígido

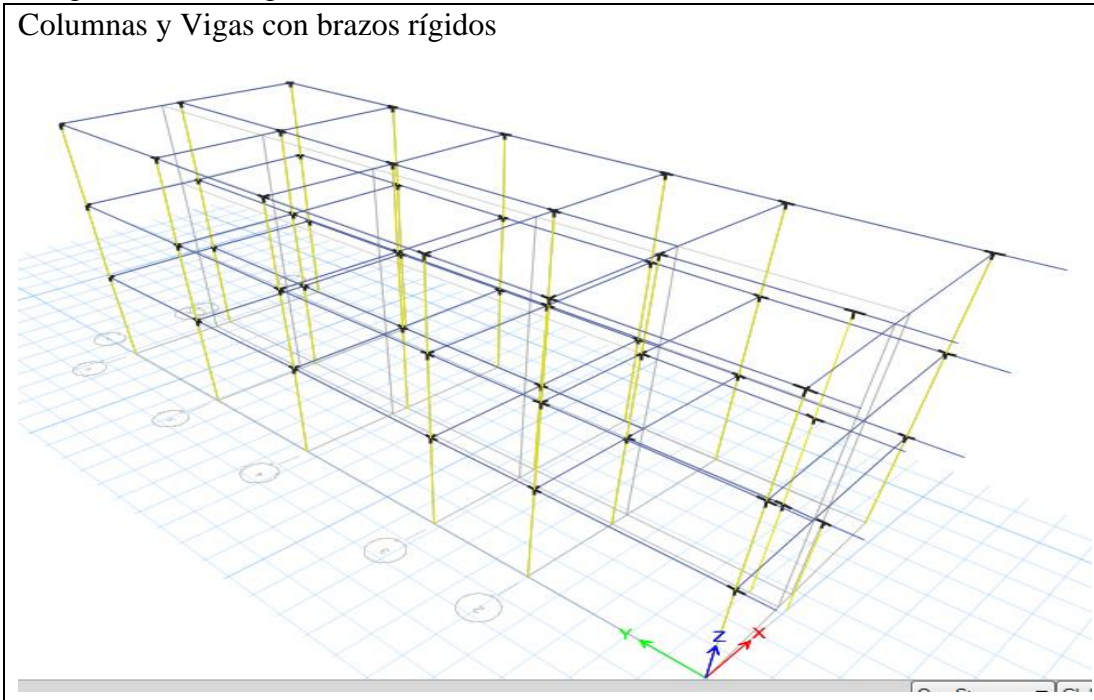


Figura 55. Asignación de brazo rígido

III. Procedimiento configuración de modelado caso de estudio diseño

1. Definición de materiales

De la configuración preestablecida, se modifica las propiedades del concreto armado a un  $f'_c$  210.

**Concreto Armado**

**General Data**

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

---

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

---

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  tonf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C

Shear Modulus, G:  tonf/m<sup>2</sup>

Figura 56. Definición de materiales (Caso diseño)

## 2. Definición de secciones transversales de elementos lineales

### 2.1. Columnas, se asignan las secciones diseñadas al modelo preestablecido.

Sección transversal	Acero longitudinal
<p><b>General Data</b></p> <p>Property Name: C1(27.5x25)</p> <p>Material: f<sub>c</sub> 210</p> <p>Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...</p> <p>Display Color: Change...</p> <p>Notes: Modify/Show Notes...</p> <p><b>Shape</b></p> <p>Section Shape: Concrete Rectangular</p> <p><b>Section Property Source</b></p> <p>Source: User Defined</p> <p><b>Section Dimensions</b></p> <p>Depth: 0.275 m</p> <p>Width: 0.25 m</p>	<p><b>Design Type</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)</p> <p><input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)</p> <p><b>Rebar Material</b></p> <p>Longitudinal Bars: f<sub>y</sub> 4280</p> <p>Confinement Bars (Ties): f<sub>y</sub> 4280</p> <p><b>Reinforcement Configuration</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> Rectangular</p> <p><input type="radio"/> Circular</p> <p><b>Confinement Bars</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> Ties</p> <p><input type="radio"/> Spirals</p> <p><b>Check/Design</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Checked</p> <p><input type="radio"/> Reinforcement to be Designed</p> <p><b>Longitudinal Bars</b></p> <p>Clear Cover for Confinement Bars: 0.04 m</p> <p>Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3</p> <p>Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 2</p> <p>Longitudinal Bar Size and Area: 1/2 " ... 0.000129 m<sup>2</sup></p> <p>Corer Bar Size and Area: 1/2 " ... 0.000129 m<sup>2</sup></p> <p><b>Confinement Bars</b></p> <p>Confinement Bar Size and Area: 6 mm ... 0.000028 m<sup>2</sup></p> <p>Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 0.15 m</p> <p>Number of Confinement Bars in 3-dir: 2</p> <p>Number of Confinement Bars in 2-dir: 2</p>

Figura 57. Columnas, se asignan las secciones diseñadas al modelo preestablecido

### 2.2. Vigas, se asignan las secciones diseñadas al modelo preestablecido.

Sección transversal	Acero longitudinal
<p><b>General Data</b></p> <p>Property Name: V103(37.5x25)</p> <p>Material: f<sub>c</sub> 210</p> <p>Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...</p> <p>Display Color: Change...</p> <p>Notes: Modify/Show Notes...</p> <p><b>Shape</b></p> <p>Section Shape: Concrete Rectangular</p> <p><b>Section Property Source</b></p> <p>Source: User Defined</p> <p><b>Section Dimensions</b></p> <p>Depth: 0.375 m</p> <p>Width: 0.25 m</p>	<p><b>Design Type</b></p> <p><input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)</p> <p><input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)</p> <p><b>Rebar Material</b></p> <p>Longitudinal Bars: f<sub>y</sub> 4280</p> <p>Confinement Bars (Ties): f<sub>y</sub> 4280</p> <p><b>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</b></p> <p>Top Bars: 0.04 m</p> <p>Bottom Bars: 0.04 m</p> <p><b>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</b></p> <p>Top Bars at I-End: 0 m<sup>2</sup></p> <p>Top Bars at J-End: 0 m<sup>2</sup></p> <p>Bottom Bars at I-End: 0 m<sup>2</sup></p> <p>Bottom Bars at J-End: 0 m<sup>2</sup></p>

Figura 58. Vigas, se asignan las secciones diseñadas al modelo preestablecido

### 3. Definición de Espectros de respuesta

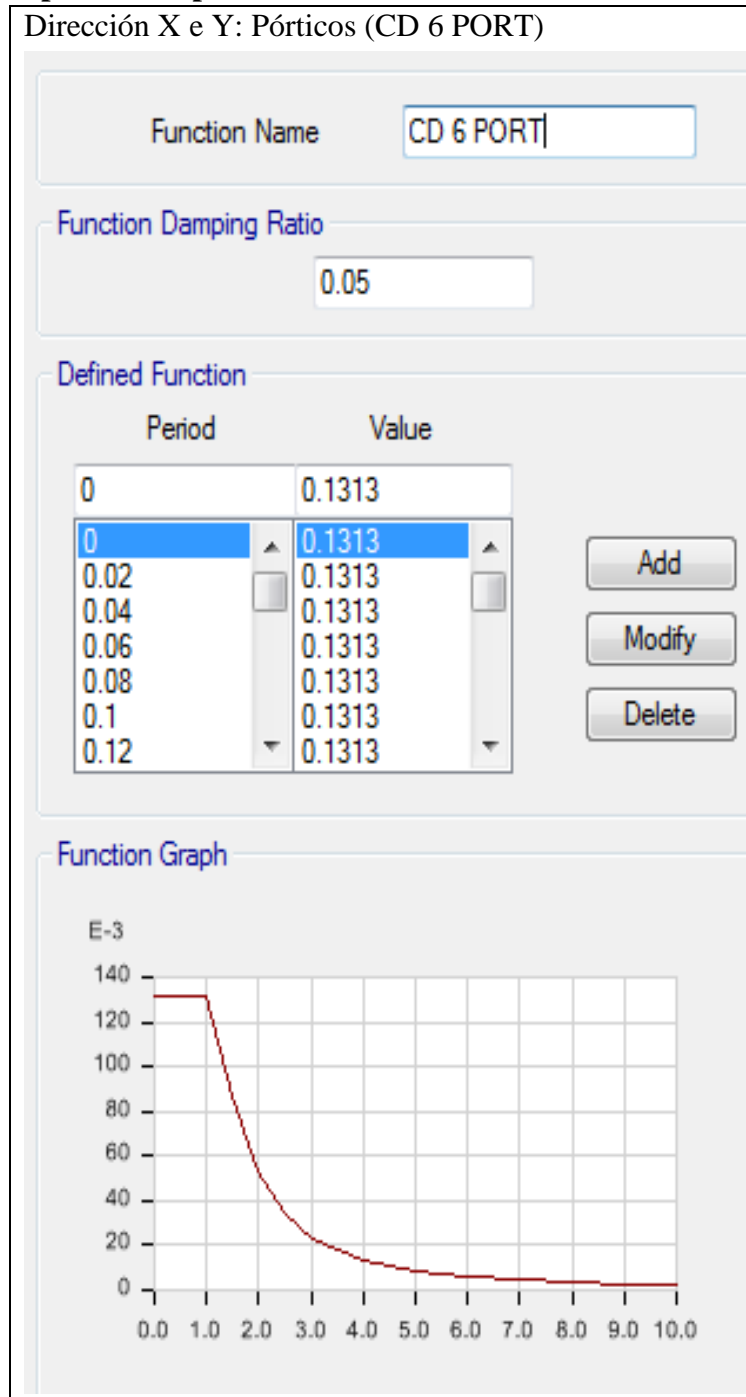


Figura 59. Definición de Espectros de respuesta (Caso diseño)



#### 4. Definición de los Patrones de Carga

##### 4.1. Coeficiente para calcular la Fuerza Cortante en la Base y el factor exponencial “k”

**Estático X: “ZUCS/R” y “k”**

**Direction and Eccentricity**

X Dir       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Eccentricities

**Factors**

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

**Story Range**

Top Story

Bottom Story

**Estático Y: “ZUCS/R” y “k”**

**Direction and Eccentricity**

X Dir       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Eccentricities

**Factors**

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

**Story Range**

Top Story

Bottom Story

Figura 60. Coeficiente para calcular la Fuerza Cortante en la Base y el factor exponencial “k” (caso diseño).

##### 4.2. Casos de carga tipo Espectro de Respuesta

###### A. Sismo X

**Configuración**

**General**

Load Case Name

Load Case Type

Exclude Objects in this Group

Mass Source

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	CD 6 PORT	9.8067

**Other Parameters**

Modal Load Case

Modal Combination Method

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1

Rigid Frequency, f2

Periodic + Rigid Type

Earthquake Duration, td

Directional Combination Type

Absolute Directional Combination Scale Factor

Modal Damping

Diaphragm Eccentricity

**Excentricidad del diafragma**

Default Eccentricity for Response Spectrum Analysis

Eccentricity Ratio (Applies to All Diaphragms Except those Overwritten Below)

Overwrites at Specific Diaphragms

Story	Diaphragm	Eccentricity (m)

Figura 61. Sismo X (Caso diseño)

**B. Sismo Y**

### Configuración

**General**

Load Case Name: Sismo Y [Design...]

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

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso Sísmico)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	CD 6 PORT	9.8067

[Add] [Delete] [Advanced]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modos de Vibración

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: [ ]

Rigid Frequency, f2: [ ]

Periodic + Rigid Type: [ ]

Earthquake Duration, td: [ ]

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: [ ]

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

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

### Excentricidad del diafragma

Default Eccentricity for Response Spectrum Analysis

Eccentricity Ratio (Applies to All Diaphragms Except those Overwritten Below)

Overwrites at Specific Diaphragms

Story	Diaphragm	Eccentricity (m)

Figura 62. Sismo Y (Caso diseño)

**5. Definición de las combinaciones de cargas de diseño**

**5.1. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales dirección X e Y (Pórticos)**

### Desp. Lat. X

**General Data**

Load Combination Name: Desp. Lat. X

Combination Type: Linear Add

Notes: [Modify/Show Notes]

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
Sismo X	6

### Desp. Lat. Y

**General Data**

Load Combination Name: Desp. Lat. Y

Combination Type: Linear Add

Notes: [Modify/Show Notes]

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
Sismo Y	6

Figura 63. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales dirección X e Y (Pórticos)

#### IV. Procedimiento de modelado de la vivienda

##### 1. Dibujo de columnas

Dibujo de las columnas según sección transversal

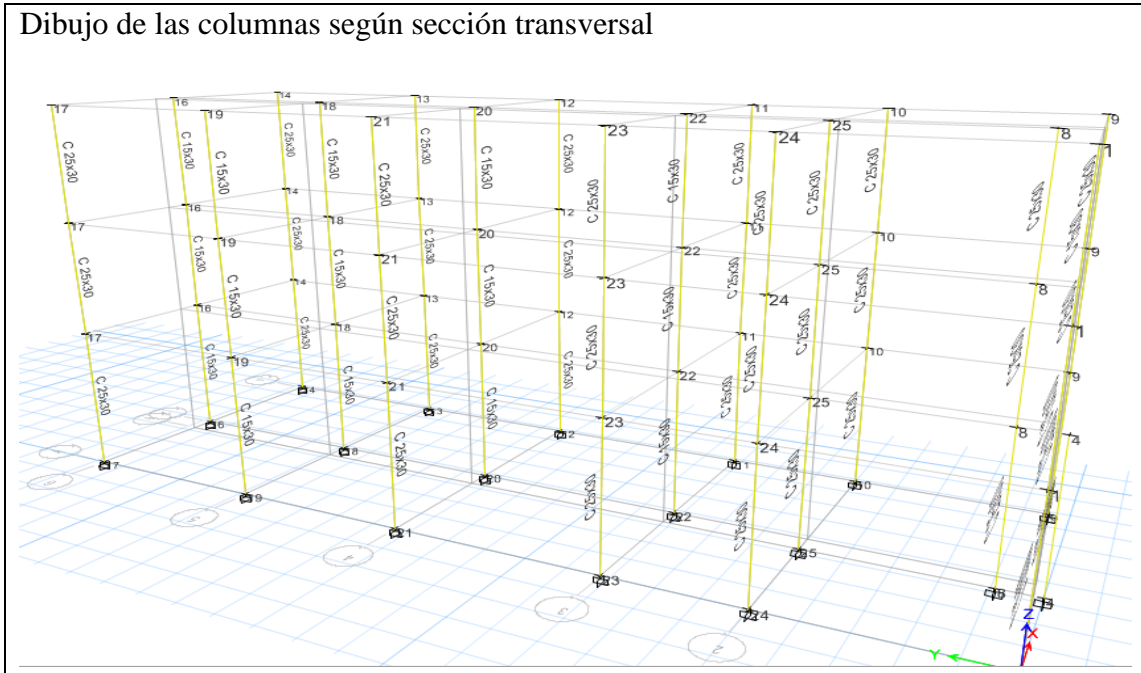


Figura 64. Dibujo de columnas (Caso diseño)

##### 2. Dibujo de vigas

Dibujo de vigas según sección transversal

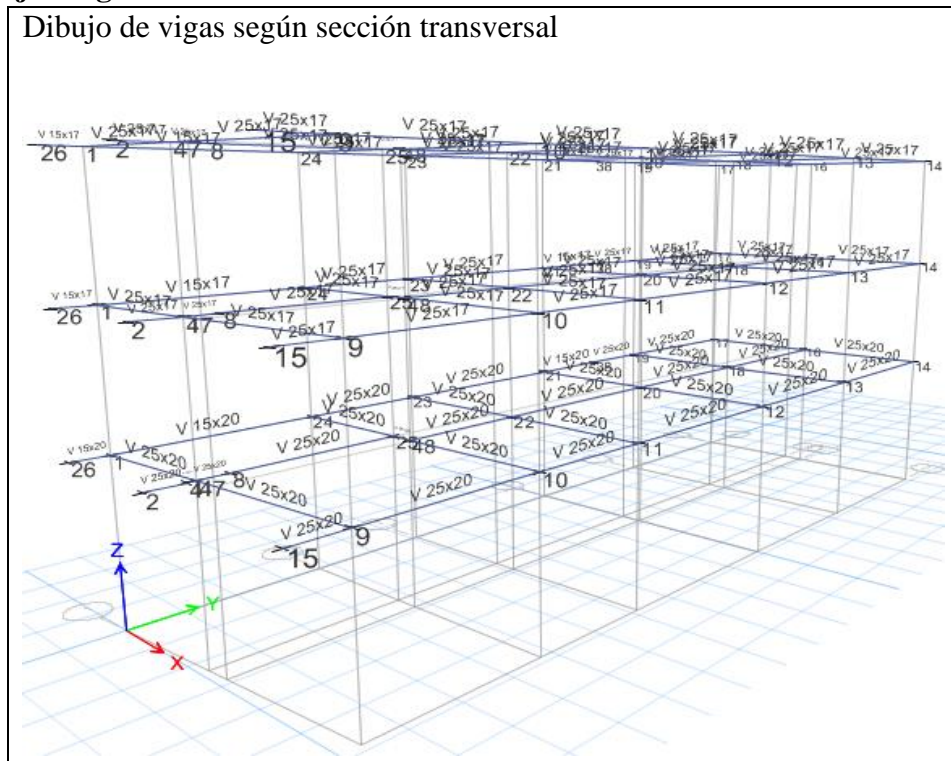


Figura 65. Dibujo de vigas (Caso diseño)

### 3. Asignación de carga distribuida

#### 3.1. Entrepiso

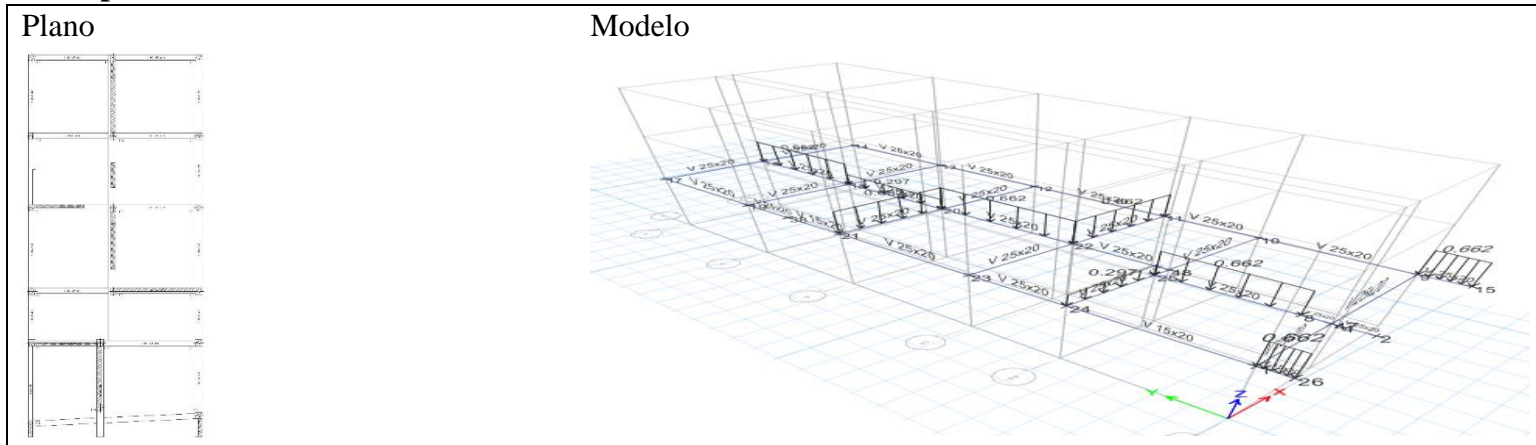


Figura 66. Entrepiso (Caso diseño)

#### 10.4. Azotea

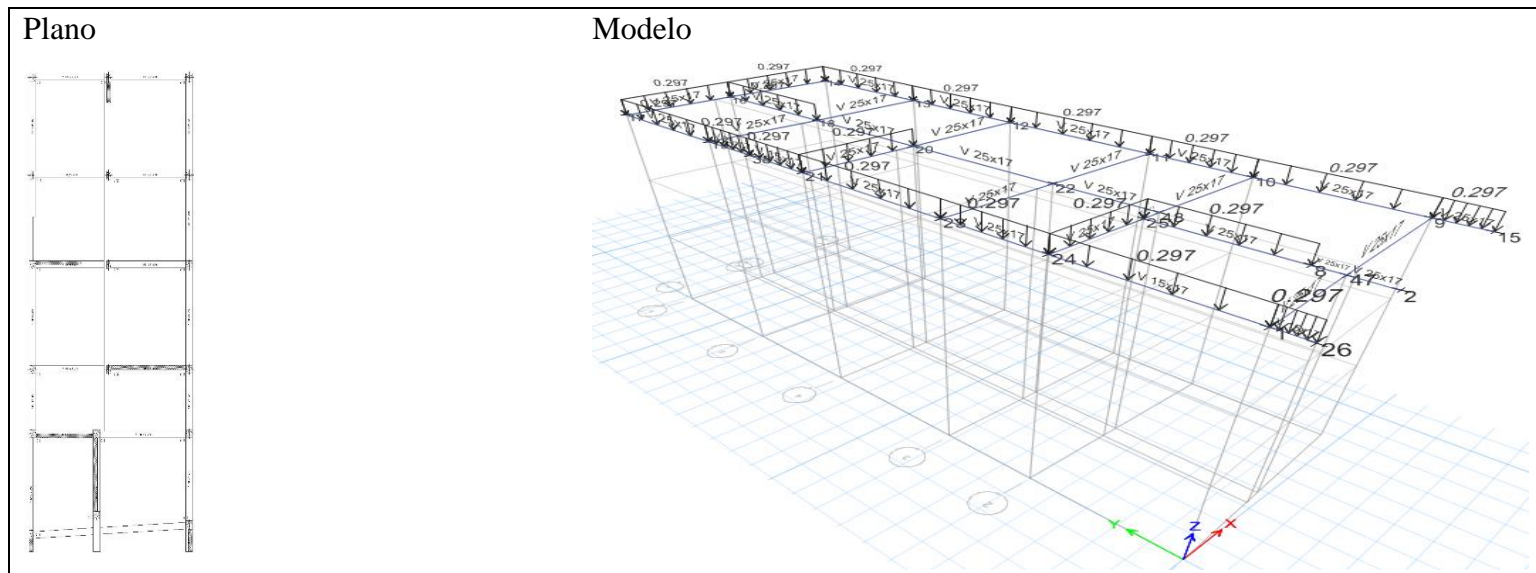


Figura 67. Azotea (Caso diseño)



4. **Asignación de empotramiento al modelo**

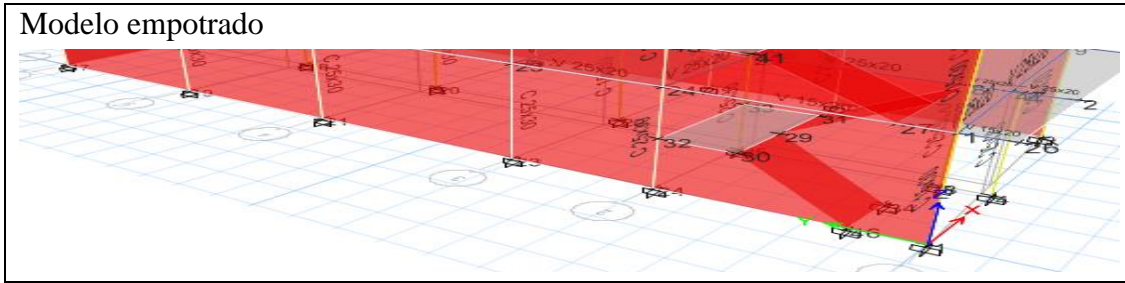


Figura 68. Asignación de empotramiento al modelo (Caso diseño)

5. **Asignación de diafragma rígido**

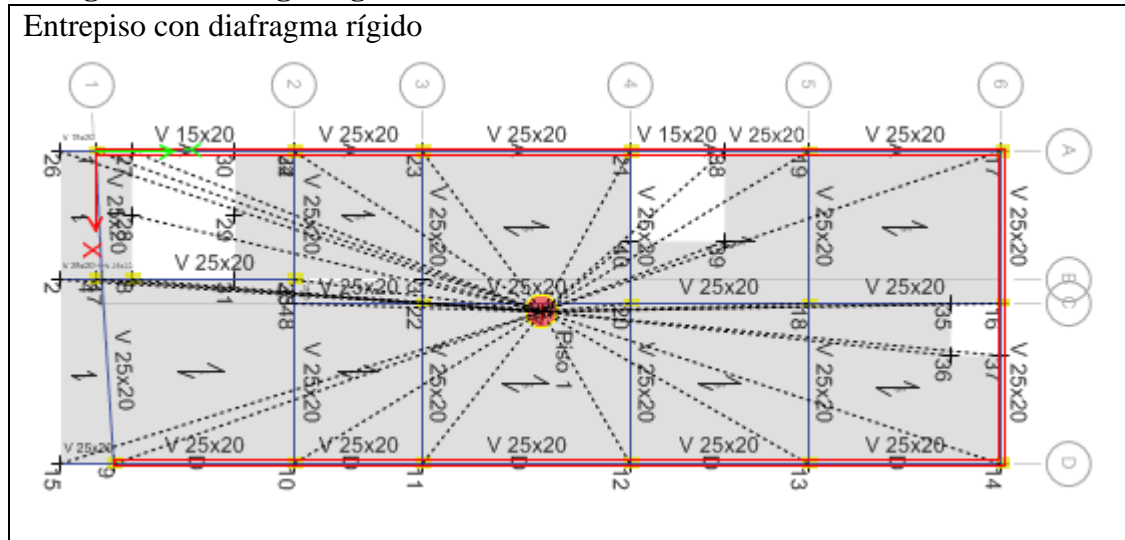


Figura 69. Asignación de diafragma rígido (Caso diseño)

6. **Asignación de brazo rígido**

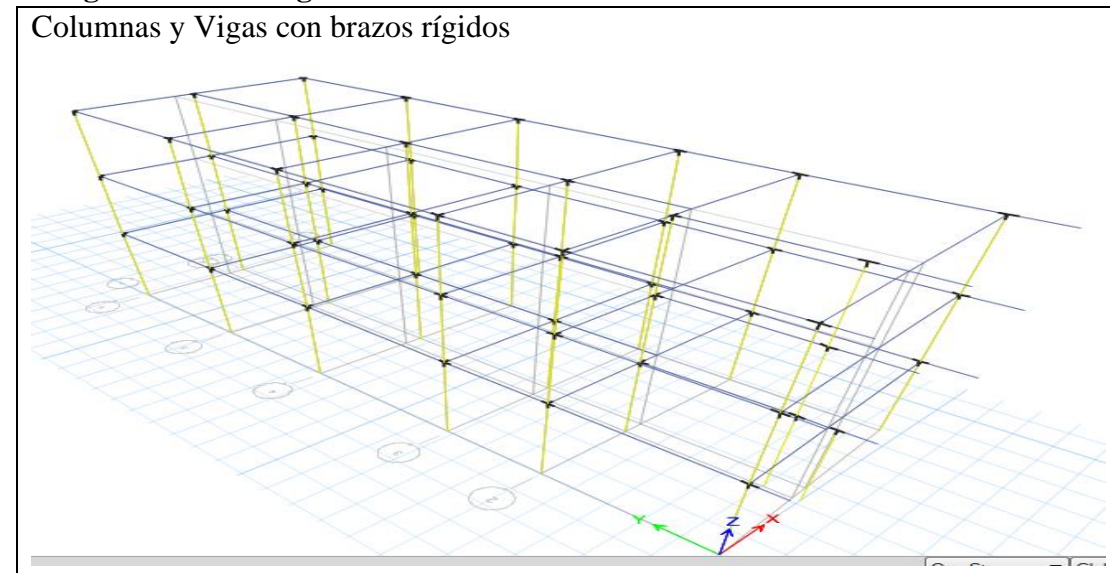


Figura 70. Asignación de brazo rígido (Caso diseño)

ANEXO n° 3. Modelo de análisis vivienda 1 caso de estudio real.

I. Fichas de observación de campo de la vivienda 1.

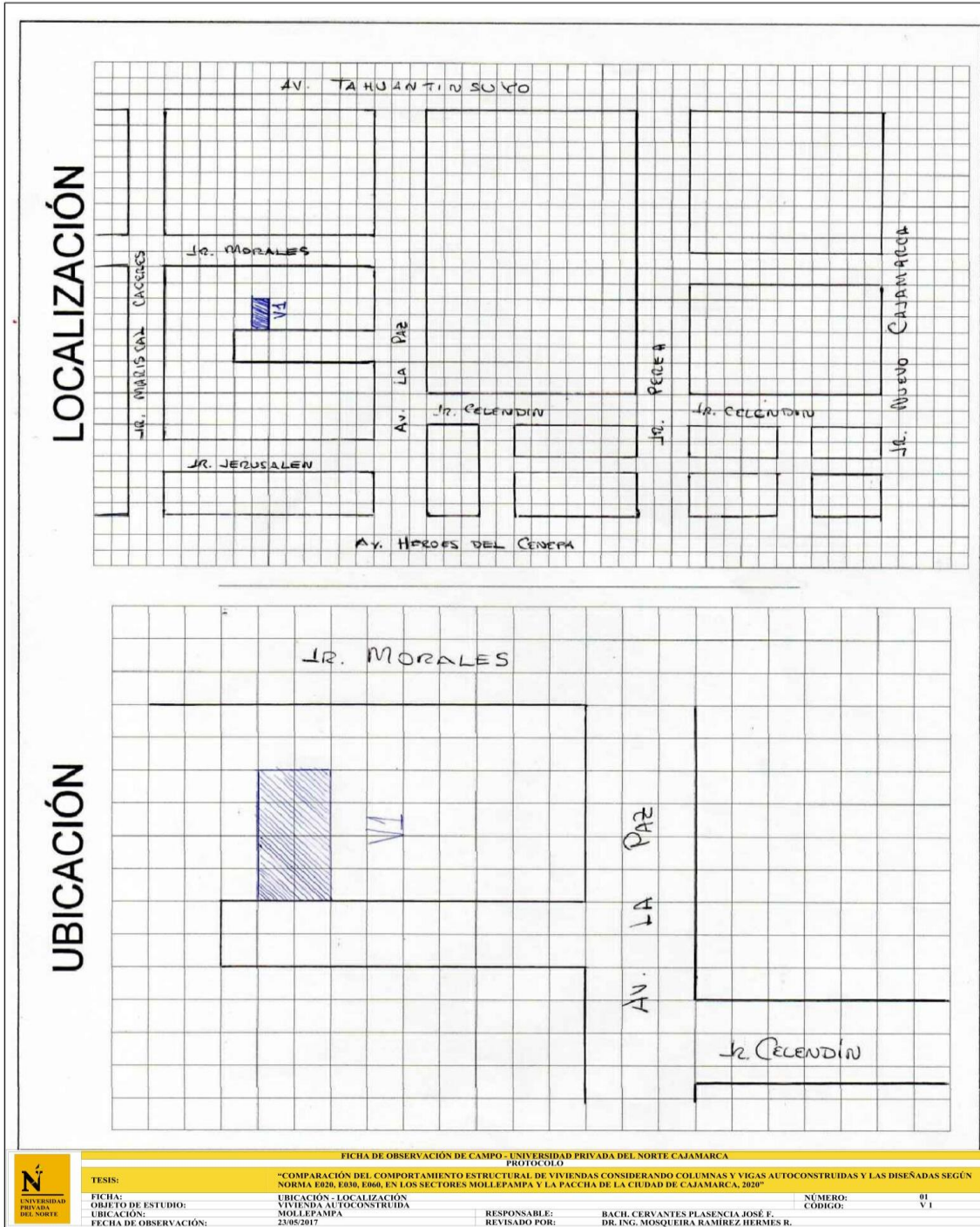


Figura 71. Ficha de ubicación y localización vivienda 1.

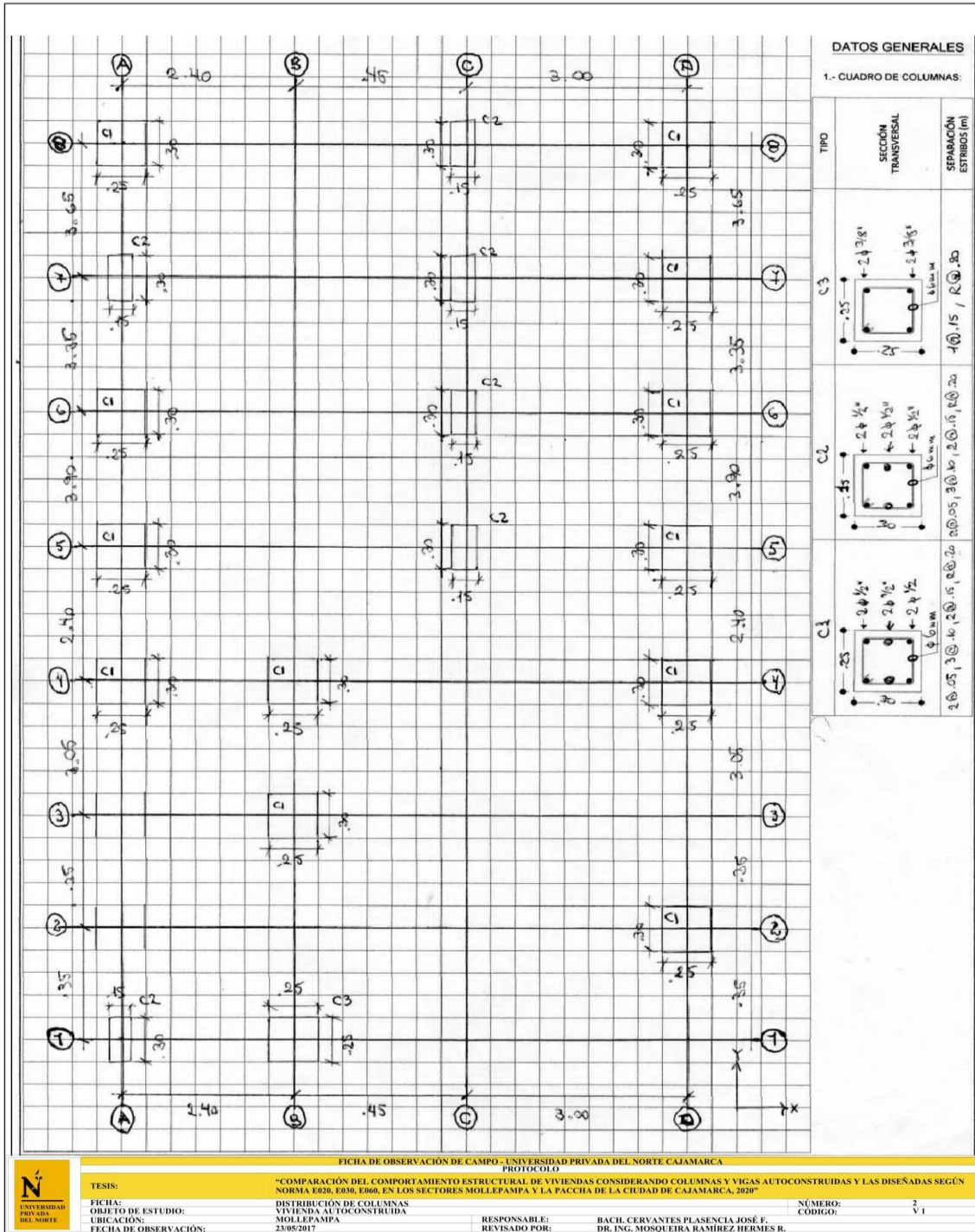


Figura 72. Ficha de distribución de columnas vivienda 1.



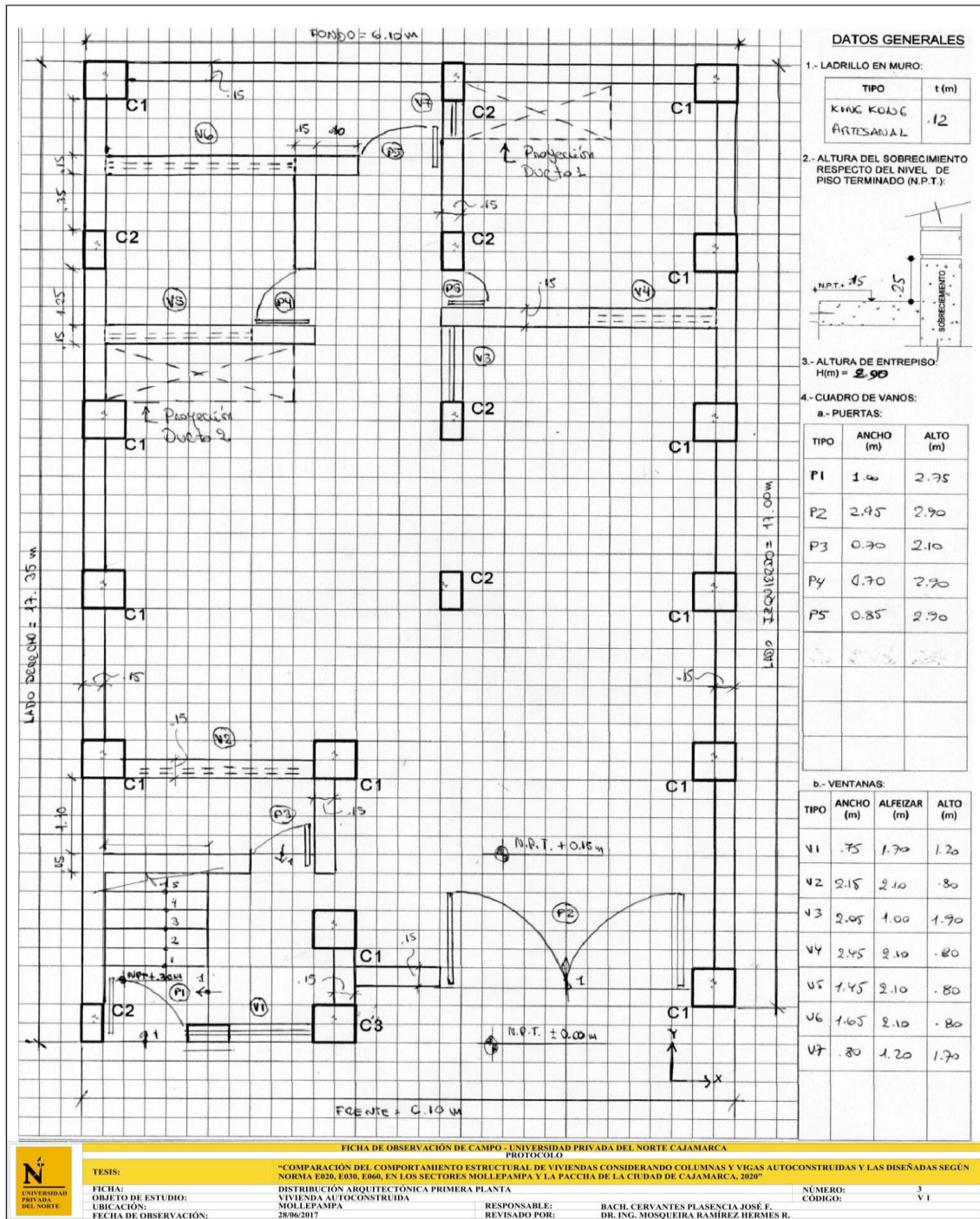


Figura 73. Ficha de arquitectura 1° planta vivienda 1.



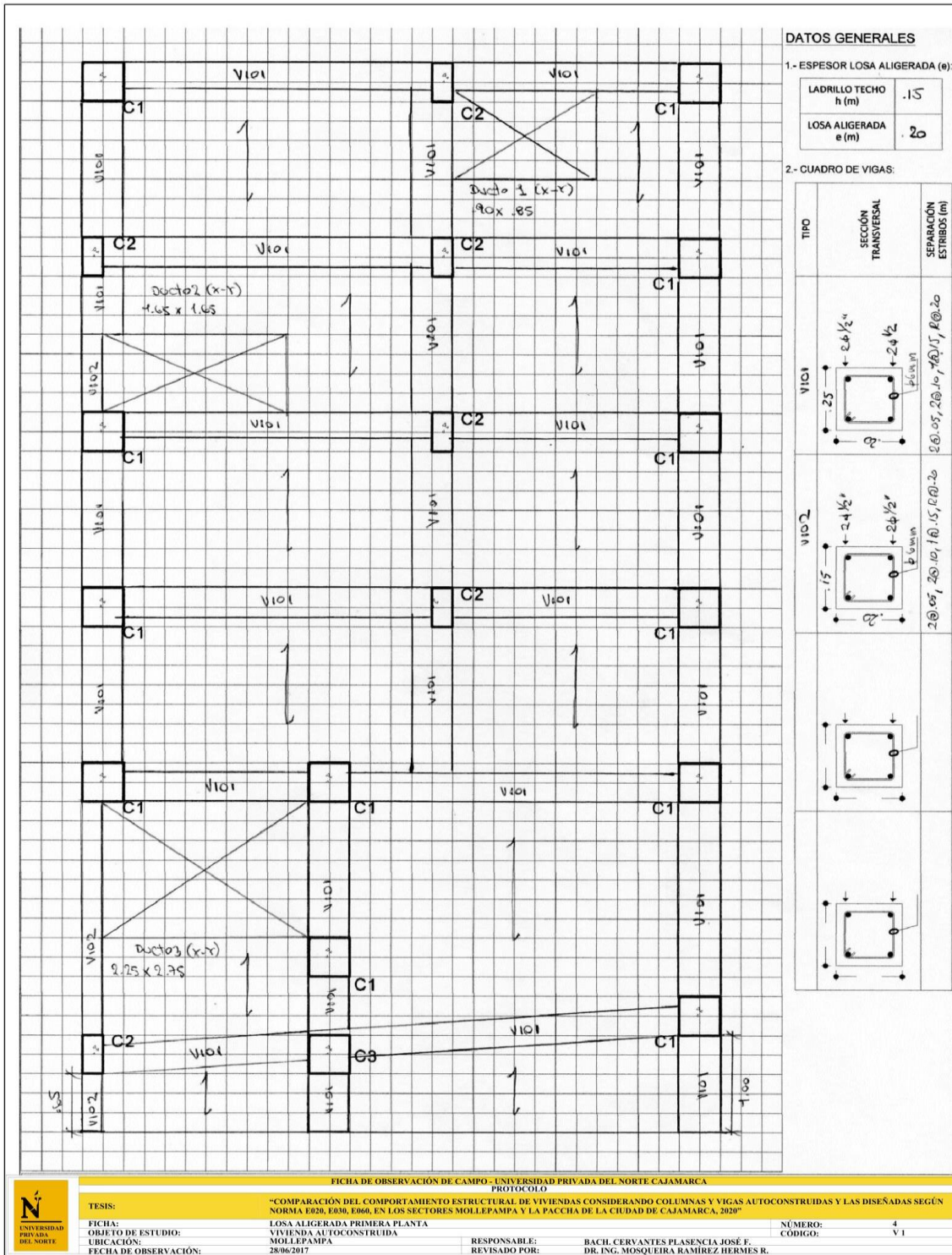


Figura 74. Ficha aligerado 1° planta vivienda 1.

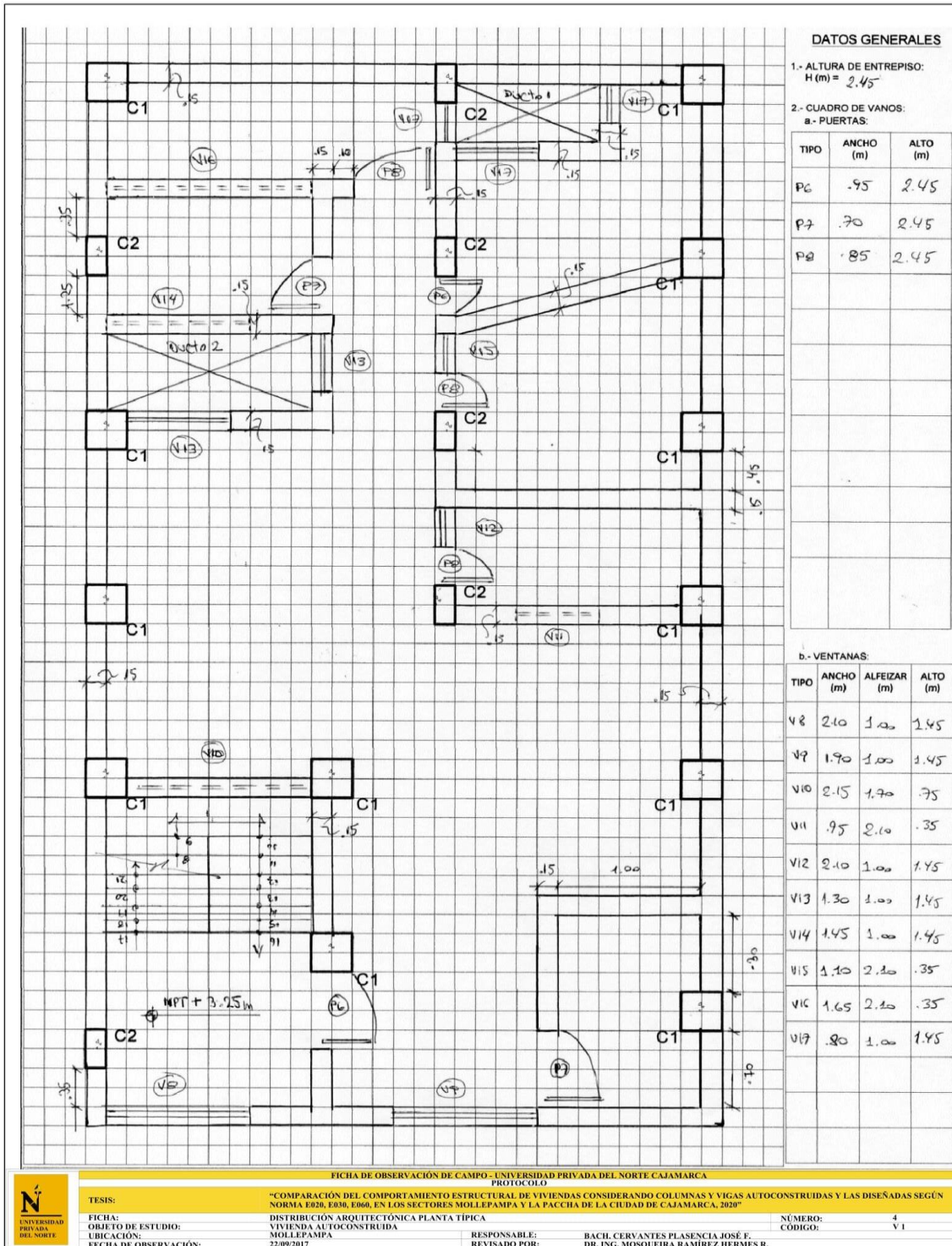


Figura 75. Ficha arquitectura 2º planta vivienda 1.



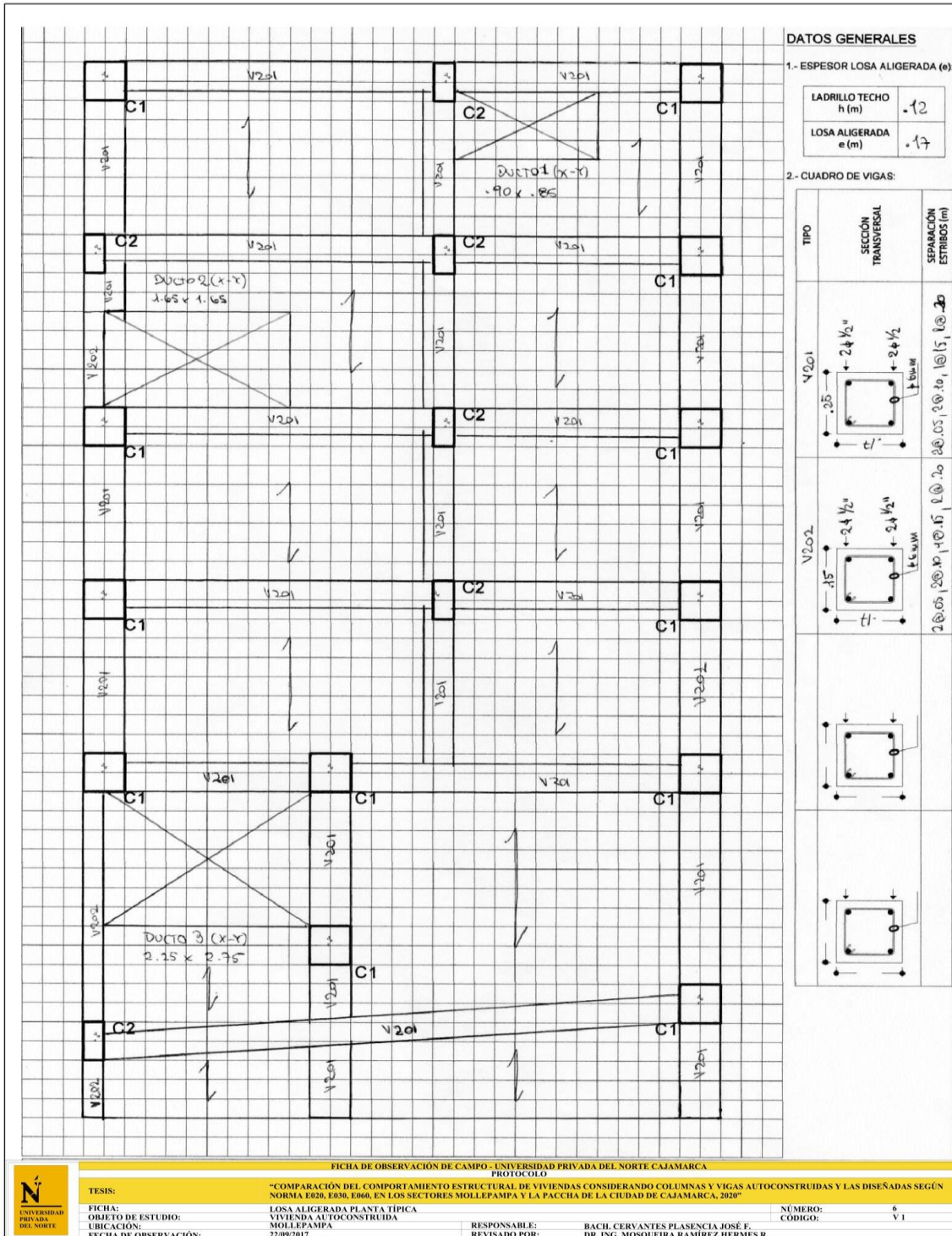


Figura 76. Ficha aligerado 2° planta vivienda 1.

## II. Planos de localización y ubicación de la vivienda 1.

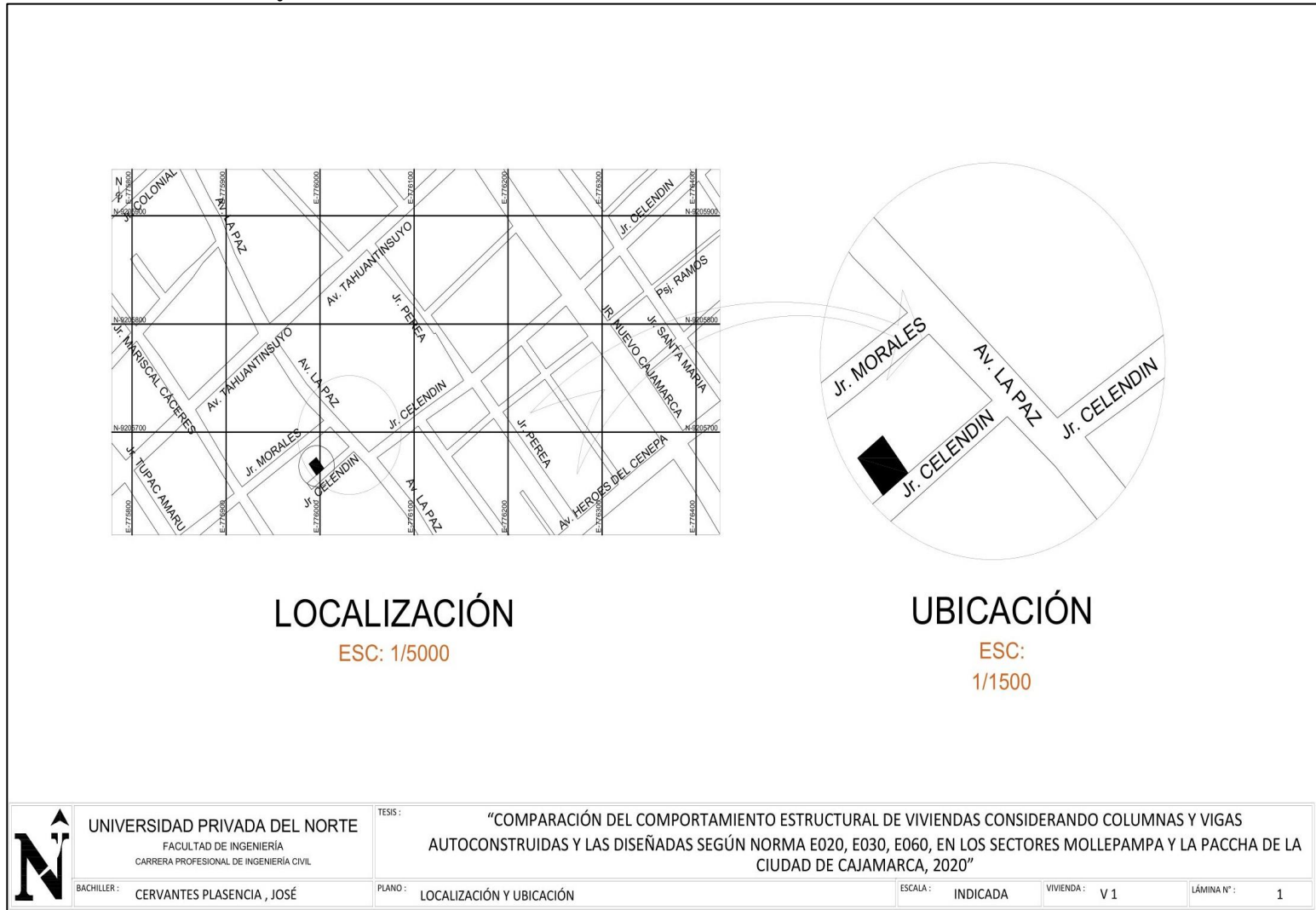


Figura 77. Plano de arquitectura vivienda 1.

### III. Planos de arquitectura y losa aligerada de la vivienda 1.

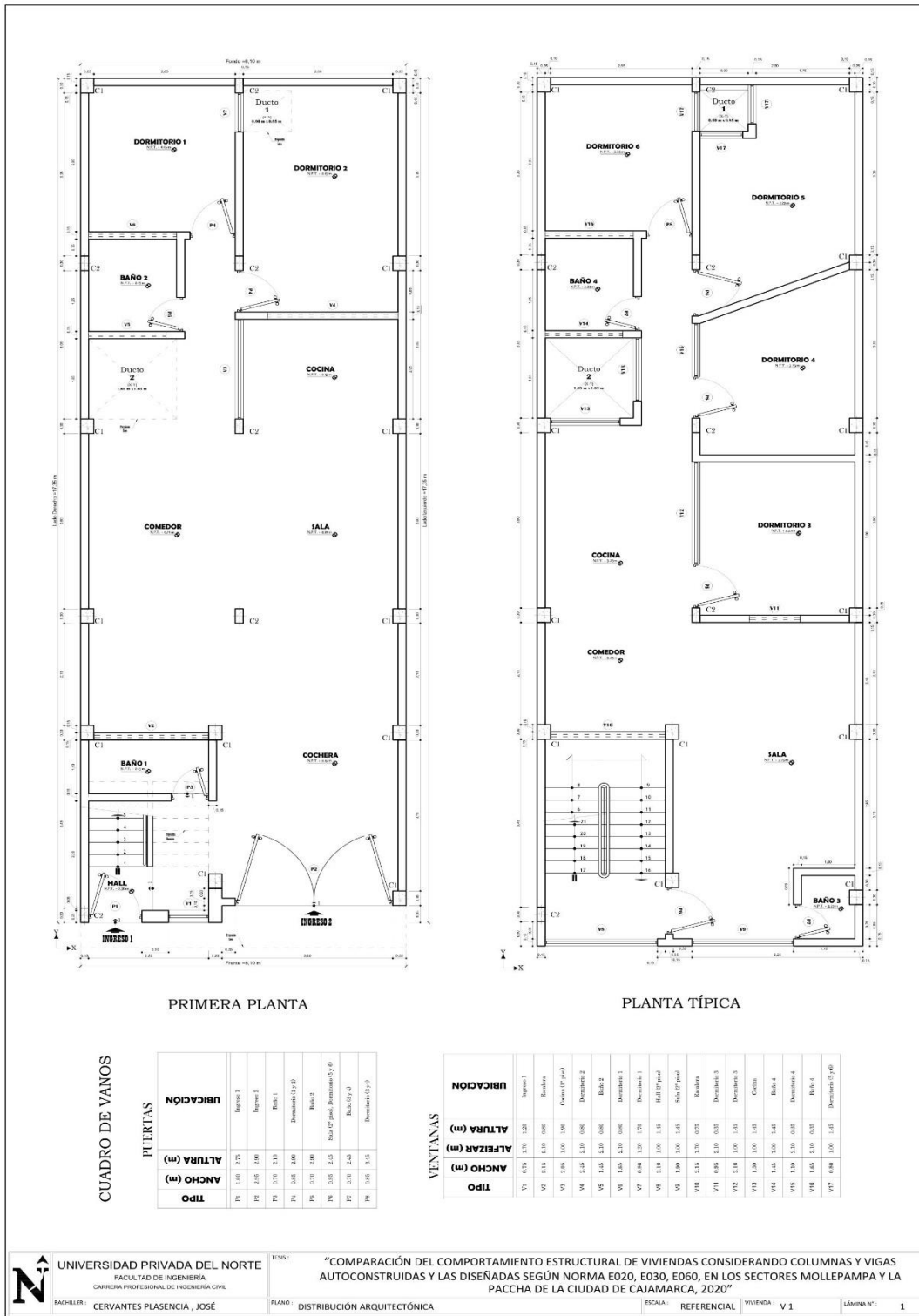


Figura 78. Plano de arquitectura vivienda 1.

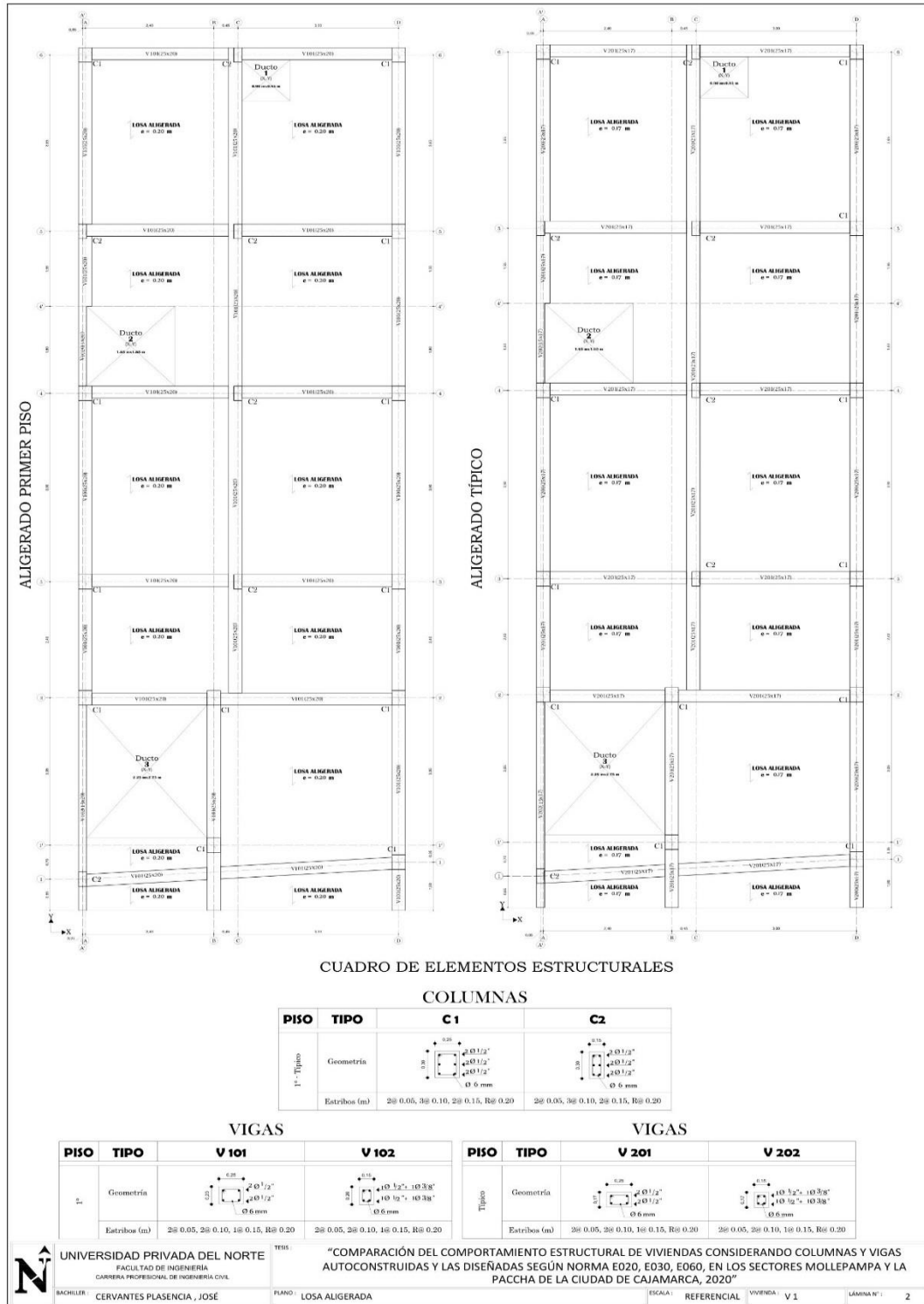


Figura 79. Plano de losas aligeradas vivienda 1.

**IV. Identificación de tabiquería sobre aligerados y vigas de la vivienda 1.**

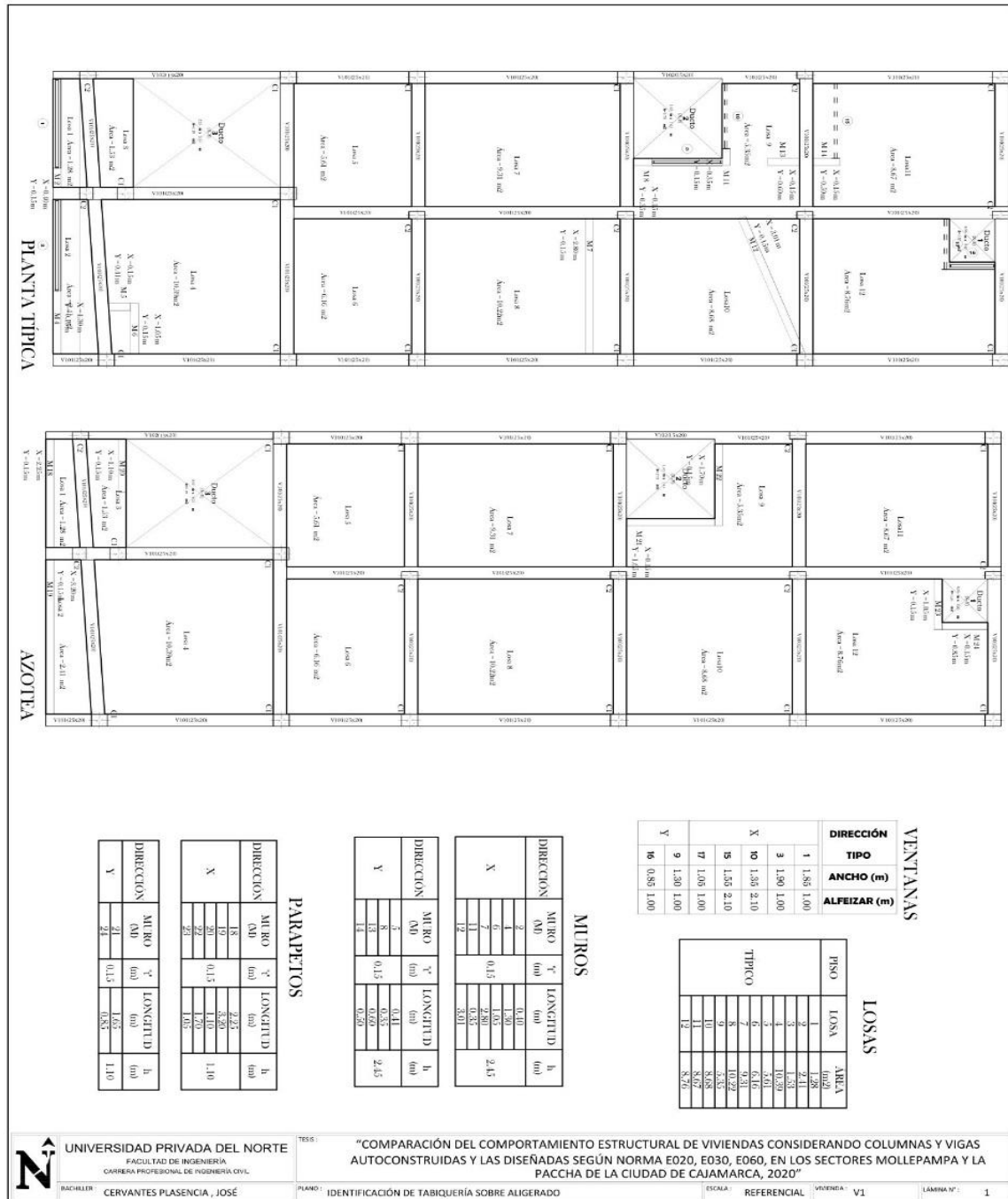


Figura 80. Identificación tabiquería sobre aligerados vivienda 1.



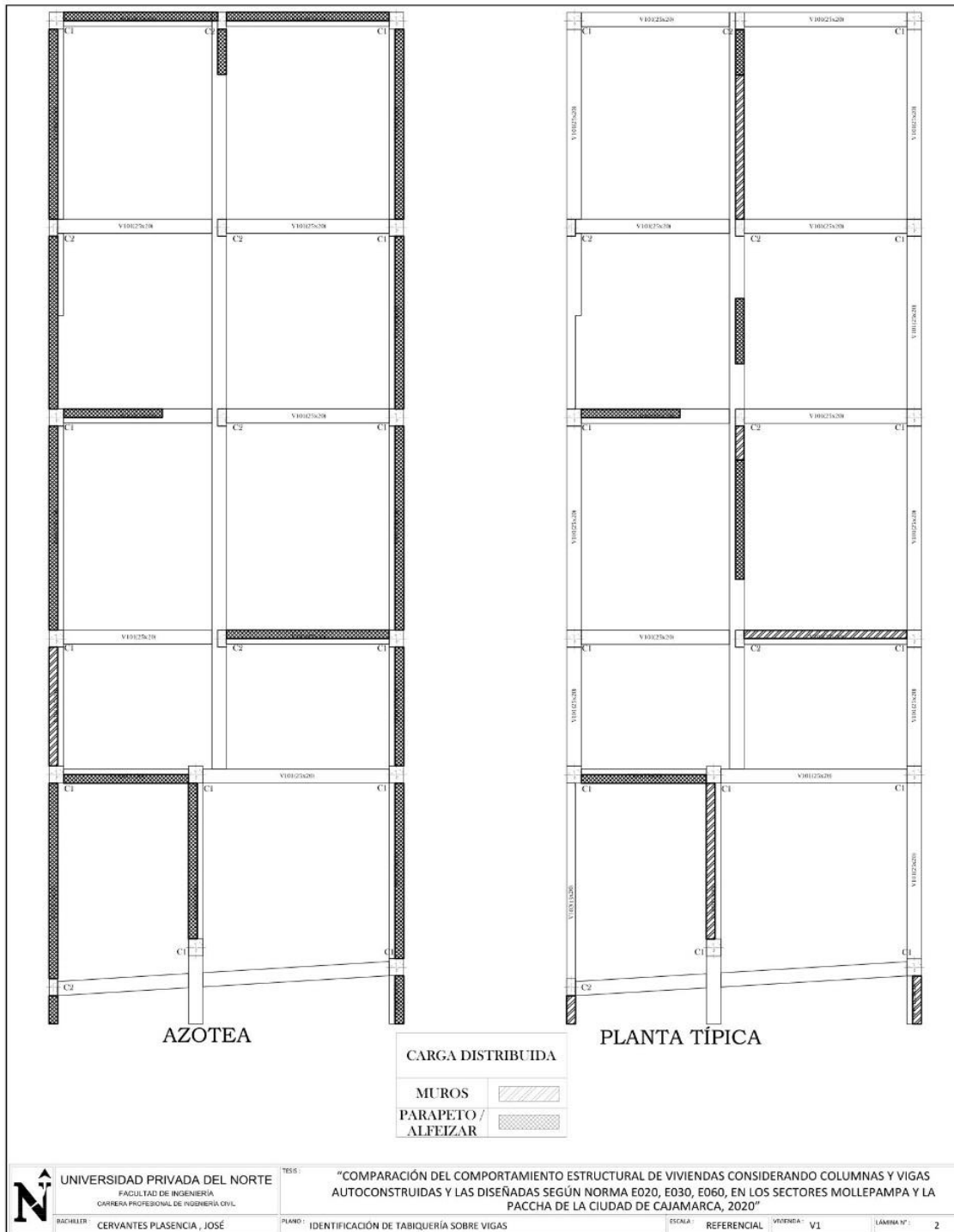


Figura 81. Identificación tabiquería sobre vigas vivienda 1.



**V. Análisis de cargas vivienda 1.**
**1. Determinación de tabiquería equivalente y carga repartida**

Tabla 26

*Tabiquería equivalente y carga repartida vivienda 1.*

## 1.1. Entrepiso

## A. Volumen de muro en losa aligerada

Losa	Muro	Longitud (m)		Alto (m)	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	
		Parcial	Total			Parcial	Total
1	2	0.40	0.40	2.45	0.15	0.15	0.42
	1	1.85	1.85	1.00	0.15	0.28	
2	4	1.30	1.30	2.45	0.15	0.48	0.76
	3	1.90	1.90	1.00	0.15	0.29	
4	5	0.41	1.46	2.45	0.15	0.54	0.54
	6	1.05					
8	7	2.80	2.80	2.45	0.15	1.03	1.03
	8	0.35	1.30	2.45	0.15	0.48	
	11	0.35					
9	13	0.60	1.30	1.00	0.15	0.20	1.10
	9	1.30					
10	10	1.35	1.35	2.10	0.15	0.43	1.11
	12	3.01	3.01	2.45	0.15	1.11	
11	14	0.50	0.50	2.45	0.15	0.18	0.67
	15	1.55	1.55	2.10	0.15	0.49	
12	15	1.55	2.60	1.00	0.15	0.39	0.39
	17	1.05					

## B. Carga que ejerce el muro sobre la losa aligerada (Tabiquería equivalente)

P.E. Albañilería (kg/m <sup>3</sup> )	Losa Aligerada	Muro		Losa Aligerada Área (m <sup>2</sup> )	Tab. Equiv. (kg/m <sup>2</sup> )
		Vol. (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)		
1800	1	0.42	764.10	1.28	596.95
	2	0.76	1372.95	2.41	569.69
	4	0.54	965.79	10.39	92.95
	8	1.03	1852.20	10.22	181.23
	9	1.10	1976.40	5.35	369.42
	10	1.11	1991.12	8.68	229.39
	11	0.67	1209.60	8.67	139.52
	12	0.39	702.00	8.76	80.14

## C. Azotea

## a. Volumen de muro en losa aligerada

Losa	Muro	Longitud (m)		Alto (m)	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	
		Parcial	Total			Parcial	Total

1	18	2.25	2.25	1.10	0.15	0.37	0.37
2	19	3.20	3.20	1.10	0.15	0.53	0.53
3	20	1.10	1.10	1.10	0.15	0.18	0.18
9	21	1.65	3.35	1.10	0.15	0.55	0.55
	22	1.70					
12	23	1.05	1.90	1.10	0.15	0.31	0.31
	24	0.85					

**b. Carga que ejerce el muro sobre la losa aligerada (Tabiquería equivalente)**

P.E. Muro (kg/m <sup>3</sup> )	Losa Aligerada	Muro		Losa Aligerada Área (m <sup>2</sup> )	Tab. Equiv. (kg/m <sup>2</sup> )
		Vol. (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)		
1800	1	0.37	668.25	1.28	522.07
	2	0.53	950.40	2.41	394.36
	3	0.18	326.70	1.53	213.53
	9	0.55	994.95	5.35	185.97
	12	0.31	564.30	8.76	64.42

**D. Determinación de la carga repartida**

PISO	Losa Aligerada		Piso terminado		Carga repartida (kg/m <sup>2</sup> )
	Espesor (m)	Carga (kg/m <sup>2</sup> )	Carga (kg/m <sup>2</sup> )	Carga repartida (kg/m <sup>2</sup> )	
1 °	0.20	300	100	400	
Típico - Azotea	0.17	280	100	380	

**2. Carga viva "CV", carga muerta "CM" y carga distribuida para Modelamiento de losa aligerada en ETABS.**

Tabla 27

*Tabiquería equivalente y carga repartida vivienda 1.*
**2.1. Carga viva "CV" y carga muerta "CM" para Entrepiso.**

Piso	Vivienda	Carga Repartida (kg/m <sup>2</sup> )		Losa Aligerada	Carga (kg/m <sup>2</sup> )	
		Losa - Acabados	Tab. Equiv.		CM	CV
1 °	200	400	596.95	1	996.95	
			569.69	2	969.69	
			0.00	3,5,6,7	400.00	
			92.95	4	492.95	
			181.23	8	581.23	200
			369.42	9	769.42	
			229.39	10	629.39	
			139.52	11	539.52	
Típico	200	380	80.14	12	480.14	
			596.95	1	976.95	200

			569.69	2	949.69	
			0.00	3,5,6,7	380.00	
			92.95	4	472.95	
			181.23	8	561.23	
			369.42	9	749.42	
			229.39	10	609.39	
			139.52	11	519.52	
			80.14	12	460.14	
			522.07	1	902.07	
			394.36	2	774.36	
			213.53	3	593.53	
Azotea	100	380	0.00	4,5,6,7,8,10,11	380.00	100
			185.97	9	565.97	
			64.42	12	444.42	

### 2.2. Carga viva "CV" y carga muerta "CM" para Escalera.

Piso	Carga Repartida (kg/m <sup>2</sup> )		Carga (kg/m <sup>2</sup> )	
	Piso terminado	Escalera	CM	CV
Escalera	100	200	100	200

### 2.3. Carga distribuida para vigas.

Muro	P.E. Albañilería (kg/m <sup>3</sup> )	t (m)	h (m)	Carga lineal (kg/m)
Entrepiso	1800	0.15	2.45	661.50
Alfeizar/Parapeto			1.10	297.00

## VI. Análisis de vivienda con columnas y vigas autoconstruidas

### 1. Determinación de la regularidad estructural de la edificación

#### 1.1. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes:

#### A. Determinación de los coeficientes "ZUCS/R" y "k" (valores para ingresar al programa ETABS)

Tabla 28

Coeficientes "ZUCS/R" y "k" vivienda I.

- a. Determinación del coeficiente "ZUCS/R"
- i. Determinación de coeficientes "ZUSN/56" y " $\sum L*t/A_p$ "
  - Coeficiente " $\sum L*t/A_p$ "

- Coeficiente "ZUSN/56"

Factores				ZUSN	(1)
Z	U	S	N	56	
0.35	1	1.20	3	0.023	

A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	Dirección	$\sum L*t$ (m <sup>2</sup> )	$\sum \frac{L*t}{A_p}$ (2)
105.840	X	0.696	0.007
	Y	4.122	0.039

ii. Verificación sistema estructural según Art. 19.2.b. - E070.

Dirección	(2)	(1)	Condición Cumple	Sistema Estructural
X	0.007	0.023	No	Pórticos
Y	0.039		Si	Albañilería Confinada

Condición (Art. 19.2.b. -E070) : (2)  $\geq$  (1)

iii. Determinación del periodo fundamental de vibración "T" (Según ítem 28.4.1 -E030).

• Coeficiente "C<sub>T</sub>"

Dirección	Sistema Estructural	C <sub>T</sub>
X	Pórticos	35
Y	Pórticos	35

• Coeficiente "T"

h <sub>n</sub>	Dirección	C <sub>T</sub>	T
8.49	X	35	0.243
	Y	35	0.243

iv. Determinación del coeficiente "C<sub>0</sub>"

Dirección	Condición	Verificación	Cumple	Valor	C <sub>0</sub>
	T < T <sub>P</sub>	0.243 < 1.00	Si	2.5	
X-Y	T <sub>P</sub> ≤ T ≤ T <sub>L</sub>	1.00 ≤ 0.243 ≤ 1.60	No	0	2.5
	T > T <sub>L</sub>	0.243 > 1.60	No	0	

v. Determinación coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas "R".

Dirección	R <sub>0</sub>	Irregularidad		R
		I <sub>a</sub>	I <sub>p</sub>	
X-Y	8	1.00	1.00	8.00

vi. Determinación del coeficiente "C"

• Evaluación "C<sub>0</sub>/R" (Según ítem 4.5.2. - E030)

Dirección	Condición	Verificación	Cumple
X-Y	$\frac{C_0}{R} \geq 0.110$	$\frac{2.5}{8.00} \geq 0.110$	Si
		$0.313 \geq 0.110$	

• Coeficiente "C"

Dirección	C
X-Y	2.50

vii. Determinación coeficiente "ZUCS/R" para calcular la Fuerza Cortante en la base "V = (ZUCS / R)\*P"

Dirección	$\frac{ZUCS}{R}$
X-Y	0.131

- b. Determinación coeficiente para calcular las Fuerzas sísmicas horizontales de cada nivel  
i. Cálculo coeficiente "k" (Según ítem 4.5.3. - E030).

Dirección	Condición	Verificación	Cumple	K
X-Y	$T \leq 0.5$ seg	$0.243 \leq 0.5$	Si	1
	$T > 0.5$ seg	$0.243 > 0.5$	No	

ii. Coeficiente "k".

Dirección	k
X-Y	1.00

### 1.2. Análisis Dinámico Modal Espectral:

- A. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales (Según Art. 31, ítem 31.1-E030)

Tabla 29

Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales vivienda 1.

Dirección	Estructura	Factor	Coeficiente
X-Y	Regular	0.75	6.00

### 1.3. Irregularidades en altura (Ia)

Tabla 30

Irregularidades en altura (Ia) vivienda 1.

- A. Irregularidad de Rigidez e Irregularidad de Resistencia

- a. Determinación de los desplazamientos relativos parciales en el centro de masa

Piso	Diafragma	Caso de carga	Desplazamiento Centro de Masa (m)	
			Total	Parcial
3° Piso	Piso 3	Desp. Lat. X Max	0.031929	0.009724
2° Piso	Piso 2	Desp. Lat. X Max	0.022205	0.010575
1° Piso	Piso 1	Desp. Lat. X Max	0.011630	0.01163
3° Piso	Piso 3	Desp. Lat. Y Max	0.005098	0.001007
2° Piso	Piso 2	Desp. Lat. Y Max	0.004091	0.001657
1° Piso	Piso 1	Desp. Lat. Y Max	0.002434	0.002434

- b. Determinación de fuerzas cortantes y rigidez de entrepiso:

Dirección	Piso	Desplaz. C.M. (m)	Vi (tn)	Ki (tn/m)
X	3° Piso	0.009724	117.02	12034.02
	2° Piso	0.010575	191.95	18151.23
	1° Piso	0.011630	235.59	20257.47
Y	3° Piso	0.001007	118.39	117568.42
	2° Piso	0.001657	210.66	127132.59
	1° Piso	0.002434	266.77	109603.20

- c. Irregularidad de Rigidez o Piso Blando (I.P.B.) y Extrema (I.E.P.B.); Irregularidad de Resistencia o Piso Débil (I.P.D.) y Extrema (I.E.P.D.)

Condición 1		Condición 2		Condición 3		Condición 4	
$K_i / K_{i+1}$	Cumple	I.P.B.	$V_i / V_{i+1}$	Cumple	I.P.D.	I.E.P.B.	I.E.P.D.
-	-	-	-	-	-	-	-
150.83%	No	-	164.03%	No	-	No	-
111.60%	No	-	122.74%	No	-	No	-
-	-	-	-	-	-	-	-
108.13%	No	-	177.93%	No	-	No	-
86.21%	No	-	126.64%	No	-	No	-

Condiciones: 1.  $K_i < 70\% K_{i+1}$ , 2:  $V_i < 80\% V_{i+1}$ , 3:  $K_i < 60\% K_{i+1}$ , 4:  $V_i < 65\% V_{i+1}$

- B. Irregularidad de Masa o Peso (I.P.)

Dirección	Piso	Peso (kg)	Condición $P_i / P_{i+1}$	Cumple	I.P.
	3°	123904.87	Azotea	-	-
X - Y	2°	123762.29	1.00	No	-
	1°	141463.23	1.14	No	-

Condición:  $P_i > 1.5P_{i+1}$

- C. Coeficiente "Ia".

Direc.	Irregularidad				Masa ó Peso	Geometría Vertical	Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	Ia	Irregularidad extrema
	Piso Blando	Piso Débil	Irregularidad Extrema						
X	-	-	-	-	-	-	-	1.00	No
Y	-	-	-	-	-	-	-	1.00	No

#### 1.4. Irregularidades en planta (Ip)

**Tabla 31. Irregularidades en planta (Ip) vivienda 1.**

##### A. Irregularidad Torsional (I.T.) y Extrema (I.T.E.)

##### a. Desplazamiento relativo en cada extremo del entrepiso (Máximo y Promedio)

Eje	Piso	Label	Unique Name	Caso de carga	Desplazamiento relativo de entrepiso		
					En cada extremo	Máximo (Maxs.)	Promedio (Prom.)
A	3° Piso	1	213	Desp. Lat. X Max	0.001947	0.005425	0.003686
	3° Piso	16	258	Desp. Lat. X Max	0.005425		
	2° Piso	1	127	Desp. Lat. X Max	0.002388	0.006034	0.004211
	2° Piso	16	172	Desp. Lat. X Max	0.006034		
	1° Piso	1	5	Desp. Lat. X Max	0.002158	0.005286	0.003722
	1° Piso	16	80	Desp. Lat. X Max	0.005286		
1	3° Piso	16	258	Desp. Lat. Y Max	0.000442	0.000442	0.000401
	3° Piso	18	261	Desp. Lat. Y Max	0.000359		
	2° Piso	16	172	Desp. Lat. Y Max	0.000676	0.000676	0.000652
	2° Piso	18	175	Desp. Lat. Y Max	0.000628		
	1° Piso	16	80	Desp. Lat. Y Max	0.000784	0.000784	0.000771
	1° Piso	18	90	Desp. Lat. Y Max	0.000757		

##### b. Máximo Desplazamiento Relativo de entrepiso.

Piso	Caso de carga	Deriva	Label	Máx.
3° Piso	Desp. Lat. X Max	0.005562	20	0.006182
2° Piso	Desp. Lat. X Max	0.006182	20	
1° Piso	Desp. Lat. X Max	0.005286	16	0.000784
3° Piso	Desp. Lat. Y Max	0.000442	31	
2° Piso	Desp. Lat. Y Max	0.000676	31	
1° Piso	Desp. Lat. Y Max	0.000784	31	

c. Irregularidad Torsional I.T. y I.T.E.

Dirección	Piso	Deriva			Perm. (Art. 32- E030)	Condición 1		Condición 2		I.T.	Condición 3 Cumple	I.T.E.
		Maxs.	Prom.	Máx.		$D_{Max} / D_{perm.}$	Cumple	$D_{maxs} / D_{prom}$	Cumple			
X	3°	0.005425	0.003686					1.47	Si		No	
	2°	0.006034	0.004211	0.006182	0.007	88.31%	Si	1.43	Si	0.75	No	-
	1°	0.005286	0.003722					1.42	Si		No	
Y	3°	0.000442	0.000401					1.10	No		No	
	2°	0.000676	0.000652	0.000784	0.007	11.20%	No	1.04	No	-	No	-
	1°	0.000784	0.000771					1.02	No		No	

Condiciones: 1.  $D_{Max} > 50\%D_{perm.}$ , 2.  $D_{Max} > 1.3D_{prom.}$ , 3.  $D_{Max} > 1.5D_{prom.}$

B. Discontinuidad del Diafragma (I.D.D.)

Dirección	Piso	Área (m <sup>2</sup> )		Condición 1		Dimensión Sección transversal diafragma (m)		Condición 2		I.D.D.
		Aberturas ( $A_{Ab.}$ )	Bruta ( $A_{Br.}$ )	$A_{Ab.} / A_{Br.}$	Cumple	Parcial ( $D_P.$ )	Total ( $D_T.$ )	$D_P. / D_T.$	Cumple	
X	1° - Típico	9.68	99.22	9.75%	No	3.70	6.10	60.66%	No	-
Y						13.45	17.85	75.35%	No	-

Condiciones: 1.  $A_{Ab.} > 50\%A_{Br.}$ , 2.  $D_P. < 25\%D_T.$

C. Coeficiente "Ip"

Dirección	Irregularidad		Ip	Irregularidad extrema
	Torsional			



	<b>Torsional</b>	<b>Extrema</b>	<b>Esquinas Entrantes</b>	<b>Discontinuidad del Diafragma</b>	<b>Sistemas no Paralelos</b>		
X	0.75	-	-	-	-	0.75	No
Y	-	-	-	-	-	1.00	No

2. Derivas inelásticas y periodo de vibración vivienda 1
  - 2.1. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes:
    - A. Determinación de los coeficientes “ZUCS/R” y para el cálculo de los desplazamientos laterales (valores para ingresar a ETABS)

Tabla 32.

Coeficiente “ZUCS/R” y para el cálculo de los desplazamientos laterales vivienda 1 (2° análisis).

A.1. Coeficiente “ZUCS/R” (2° análisis)

a. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas "R" vivienda 1 (2° análisis)

Dirección	Estructura	Factor	Coeficiente
X	Regular	0.75	6.00
Y	Regular	0.75	6.00

b. Determinación coeficiente " C "

b.1 Evaluación 2° análisis "C<sub>0</sub>/R" (Según ítem 4.5.2. - E030)

Coeficiente "C<sub>0</sub>/R" para la dirección Y, mismo que el del 1° análisis

Dirección	Condición	Verificación	Cumple
X	$\frac{C_0}{R} \geq 0.110$	$\frac{2.50}{6.00} \geq 0.110$	Si
		$0.417 \geq 0.110$	

b.2 Coeficiente " C "

Dirección	C
X	2.50

c. Determinación coeficiente “ZUCS/R” para calcular la Fuerza Cortante en la base "V = (ZUCS / R)\*P"

Dirección	$\frac{ZUCS}{R}$
X	0.175

A.2. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales (Según Art. 31, ítem 31.1-E030)

Coeficiente para la dirección Y, mismo que el del 1° análisis

Dirección	Estructura	Factor	Coeficiente
X	Irregular	0.85	5.10

Fuente. Elaboración propia.

3. Análisis dinámico modal espectral

Tabla 33

Análisis de derivas inelásticas y periodos de vibración vivienda 1.

3.1. Evaluación de fuerza cortante mínima (2° análisis)

Direc.	Estructura	Cortante (tn)		$V_{Dím.} / V_{Est.}$	Condición		Factor de Escala
		Estático ( $V_{Est.}$ )	Dinámico ( $V_{Dím.}$ )		Mínimo	Cumple	Valor
X	Irregular	68.098	52.374	76.91%	90%	No	1.17
Y	Regular	136.196	118.566	87.06%	80%	Si	-

Condiciones: 1.  $V_{Dím.} \geq 80\% V_{Est.}$  (Estructura Regular), 2.  $V_{Dím.} \geq 90\% V_{Est.}$  (Estructura Irregular)

### 3.2. Análisis de derivas inelásticas

Combinación de carga	Estructura	Piso	Deriva (Di)		Condición Cumple
			Entrepiso (Di)	Permisible (D <sub>Máx.</sub> )	
Desp. Lat. X Max	Irregular	3°	0.006306		Si
		2°	0.007008	0.007	Excede
		1°	0.005993		Si
Desp. Lat. Y Max	Regular	3°	0.000442		Si
		2°	0.000676	0.007	Si
		1°	0.000784		Si

Condición:  $D_i \leq D_{Máx.}$

### 3.3. Análisis de Periodos de vibración

#### A. Periodos de vibración

Caso	Modo	Período (seg.)	Ux	Uy	Rz	Sun Ux	Sun Uy	Sun Rz
Modos de Vibración	1	0.365	0.7536	0.0013	0.0740	75.36%	0.13%	7.40%
Modos de Vibración	2	0.176	0.0817	0.0100	0.7896	83.53%	1.13%	86.36%
Modos de Vibración	3	0.145	0.0003	0.8671	0.0089	83.56%	87.84%	87.25%
Modos de Vibración	4	0.126	0.1074	0.0037	0.0159	94.30%	88.21%	88.84%
Modos de Vibración	5	0.099	0.0084	0.0000	0.0002	95.14%	88.21%	88.86%
Modos de Vibración	6	0.099	0.0000	0.0000	0.0000	95.14%	88.21%	88.86%
Modos de Vibración	7	0.097	0.0023	0.0000	0.0036	95.37%	88.21%	89.22%
Modos de Vibración	8	0.092	0.0034	0.0000	0.0054	95.71%	88.21%	89.76%
Modos de Vibración	9	0.091	0.0001	0.0000	0.0010	95.72%	88.21%	89.86%

#### B. Porcentaje de masa participativa

Case	Item	Estático (%)	Dinámico (%)
------	------	--------------	--------------

---

Modos de Vibración	UX	99.86	95.72
Modos de Vibración	UY	98.87	88.22

---

#### 4. Análisis de columnas y vigas autoconstruidas vivienda 1

Tabla 34

##### Análisis columnas y vigas autoconstruidas vivienda 1.

##### 4.1. Evaluación de la fuerza cortante mínima vivienda 1 (cortante estático escalado)

Dirección Estructura		Cortante (tn)		$V_{\text{dím. Esc.}} / V_{\text{E Esc.}}$	Condición	
		Estático Escalado ( $V_{\text{E Esc.}}$ )	Dinámico ( $V_{\text{Dím. Esc.}}$ )		Mínimo	Cumple
X	Irregular	68.098	62.849	92.29%	90%	Si
Y	Regular	136.196	118.566	87.06%	80%	Si

Condiciones: 1.  $V_{\text{Dím.}} \geq 80\% V_{\text{Est.}}$  (Estructura Regular), 2.  $V_{\text{Dím.}} \geq 90\% V_{\text{Est.}}$  (Estructura Irregular)

##### 4.2. Análisis de columnas

##### A. Análisis de Ratios de Iteración P - M - M

PISO	PÓRTICO	PÓRTICO					
		1	2	3	4	5	6
<b>Azotea</b>		0.698	0.416	0.534	0.570	1.159	0.353
2°	<b>A</b>	0.608	0.456	0.427	0.449	1.255	0.539
1°		1.111	1.047	0.668	0.613	1.016	0.824
<b>Azotea</b>		0.757	0.699				
2°	<b>B</b>	1.361	0.971				
1°		1.892	1.122				
<b>Azotea</b>				0.684	0.432	0.353	0.449
2°	<b>C</b>			0.782	0.751	0.754	0.522
1°				0.921	1.414	1.772	0.493
<b>Azotea</b>		0.923	0.733	0.698	0.669	0.672	0.347
2°	<b>D</b>	0.794	0.749	0.585	0.712	0.635	0.547
1°		0.895	0.774	0.689	0.665	0.617	0.869

Condición:  $\text{Ratio} \leq 1$

##### 4.3. Análisis de vigas

A. Evaluación del Área de Acero Positivo Mínimo

Tipo	Dimensión (cm)		Recub. (cm)	Diámetro barra (cm)		Peralte "d" (cm)	$\rho$ min	As (cm <sup>2</sup> )		Condición Cumple
	b	h		Estribo	Longitudinal			Min.	Real	
V 101	25	20	4	0.60	1.27	14.77	0.0023	0.84	2.58	Si
V 102	15	20	4	0.60	1.27	14.77	0.0023	0.51	2.58	Si
V 201	25	17	4	0.60	1.27	11.77	0.0023	0.67	2.58	Si
V 202	15	17	4	0.60	1.27	11.77	0.0023	0.40	2.58	Si

Condición:  $As_{min} \leq As_{Real}$

B. Análisis de Momentos Nominales

a. Área de acero real

Tipo	As (cm <sup>2</sup> )	
	(-)	(+)
V 101	2.58	2.58
V 102	2.58	2.58
V 201	2.58	2.58
V 202	2.58	2.58

b. Determinación del Momento Nominal

Tipo	a (cm)	Fuerza de Tensión (T)		Brazo (m)	Momento Nominal (tn-m)
		kg	tn		
V 101	3.42	10836.00	10.84	0.13	1.41
V 102	5.70	10836.00	10.84	0.12	1.29
V 201	3.42	10836.00	10.84	0.10	1.09

V 202 5.70 10836.00 10.84 0.09 0.97

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \rightarrow Mn = As * fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

c. Evaluación del momento resistente

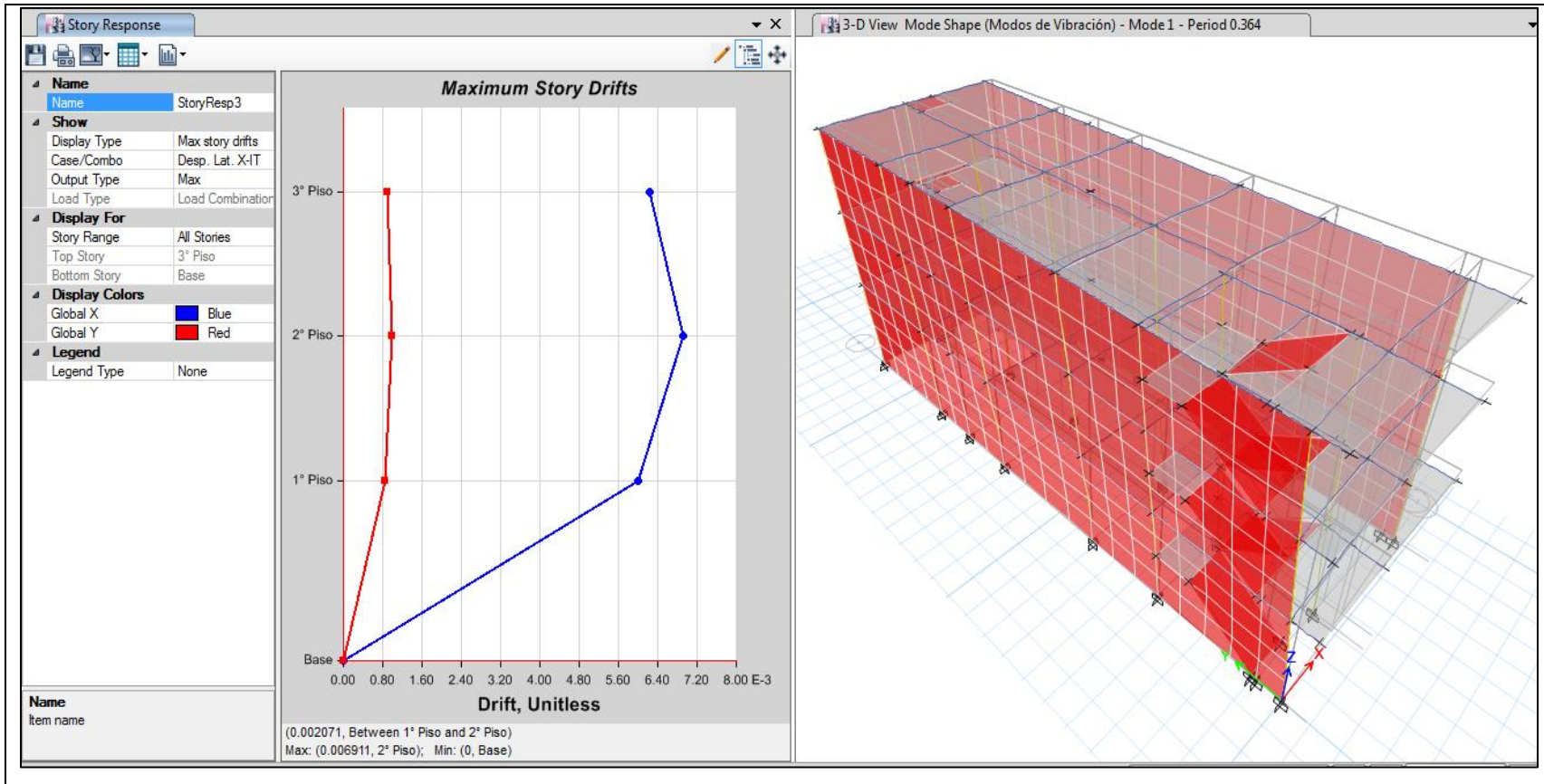
Dirección	Pórtico	Piso	Tramo	Tipo	Momento (tn-m)				Condición	
					Nominal	Resistente	Actuante (+)	Actuante (-)	Cumple (+)	Cumple (-)
X	1	1	B - D	V 101	1.41	1.27	1.64	3.00	No	No
		2	B - D	V 201	1.09	0.98	1.55	3.21	No	No
	2	1	B - D	V 101	1.41	1.27	1.93	3.38	No	No
		2	B - D	V 201	1.09	0.98	1.76	3.35	No	No
	3	1	C - D	V 101	1.41	1.27	1.43	2.41	No	No
		2	C - D	V 201	1.09	0.98	1.28	2.51	No	No
	4	1	C - D	V 101	1.41	1.27	1.80	3.01	No	No
		2	C - D	V 201	1.09	0.98	1.65	3.21	No	No
	5	1	A - C	V 101	1.41	1.27	1.56	2.99	No	No
		2	A - C	V 201	1.09	0.98	1.42	2.74	No	No
	6	1	A - C	V 101	1.41	1.27	0.46	1.01	Si	Si
		2	A - C	V 201	1.09	0.98	0.44	0.98	Si	No
Y	A	1	1 - 2	V 102	1.29	1.16	0.63	0.55	Si	Si
		2	2 - 3	V 101	1.41	1.27	0.45	0.51	Si	Si
	B	1	1 - 2	V 202	0.97	0.87	0.25	0.29	Si	Si
		2	2 - 3	V 201	1.09	0.98	0.30	0.33	Si	Si
	C	1	1' - 2	V 101	1.41	1.27	0.46	1.77	Si	No
		2	1' - 2	V 201	1.09	0.98	1.65	5.15	No	No
D	1	5 - 6	V 101	1.41	1.27	0.74	1.62	Si	No	
	2	5 - 6	V 201	1.09	0.98	0.67	1.71	Si	No	

**Condición:  $M_u \leq \phi M_n$  , donde  $\phi = 0.90$**

Fuente. Elaboración propia.



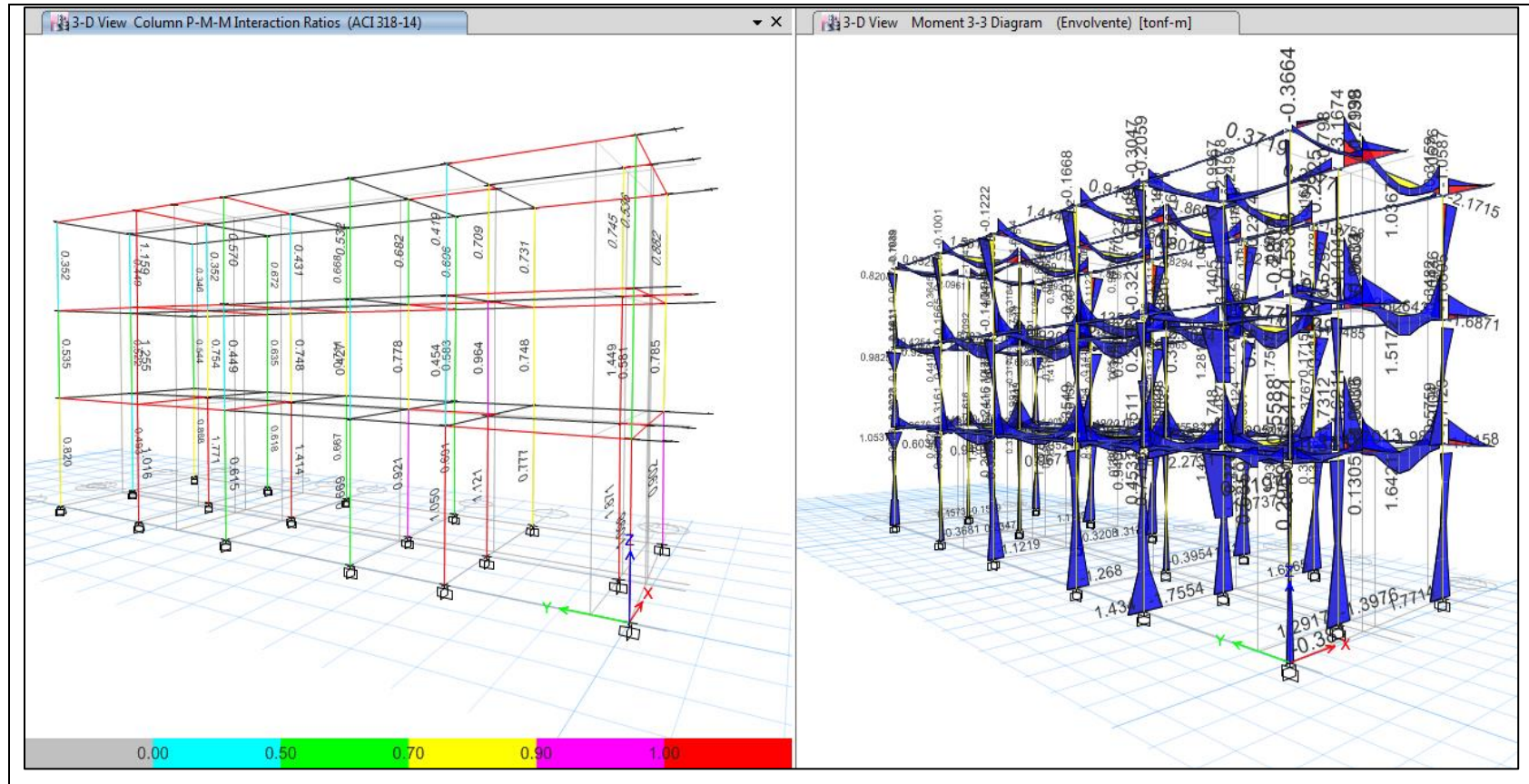
5. Modelos ETABS del análisis vivienda 1 caso de estudio real



Deriva

Periodo de vibración

Figura 82. Modelado ETABS derivas y periodo de vibración caso de estudio real vivienda 1



Ratios P-M-M

Momentos Actuales

Figura 83. Modelado ETABS ratio P-M-M y momentos actuantes caso de estudio real vivienda 1

**ANEXO n° 4. Modelo de Análisis de vivienda 1 caso de estudio de diseño.**
**I. Diseño de columnas**

Tabla 35

*Diseño de columnas vivienda 1 caso de estudio diseño.*
**1. Evaluación cuantía mínima en columnas autoconstruidas**

Tipo	Dimensiones (cm)		Descripción de las barras		b*t (cm <sup>2</sup> )	As (cm <sup>2</sup> )	Condición	
	X	Y	Barras (Cantidad)	Diámetro (pulg)			$\rho_{Min}$	Cumple
C 1	25	30	2	1/2	750	7.74	1.032%	Si
			2	1/2				
			2	1/2				
			2	1/2				
C 2	15	30	2	1/2	450	7.74	1.720%	Si
			2	1/2				
			2	1/2				
			2	1/2				

**Condición:  $1\% \leq \rho_{Min} \leq 6\%$** 
**2. Predimensionamiento de la sección transversal**

Tipo	Dimensiones (cm)	
	X	Y
Cd 1	25.00	30.00
Cd 2	25.00	30.00
Cd 3	30.00	30.00
Cd 4	30.00	30.00

**3. Evaluación de dimensiones**

Tipo	Dimensión (cm)		Condición 1 Cumple	Condición 2	
	Menor (DMen)	Mayor (DMay)		Dmen/Dmay	Cumple
Cd 1	25.00	30.00	Si	0.83	Si
Cd 2	25.00	30.00	Si	0.83	Si
Cd 3	30.00	30.00	Si	1.00	Si
Cd 4	30.00	30.00	Si	1.00	Si

Condiciones: 1. Dmenor &gt; 25 cm , 2. Dmenor &gt; 0.25 Dmayor

**4. Asignación del área de acero longitudinal**

Tipo	Descripción de las barras				Área total (cm <sup>2</sup> )
	Extremos		Centro		
	Barras (Cantidad)	Diámetro (pulg)	Barras (Cantidad)	Diámetro (pulg)	Área (cm <sup>2</sup> )
Cd 1	2	1/2			2.58
	2	1/2			2.58
	2	1/2			2.58
Cd 2	2	1/2			2.58
	2	5/8			3.98

	2	1/2			2.58	
	2	5/8	1	5/8	5.97	
Cd 3	2	5/8			3.98	15.92
	2	5/8	1	5/8	5.97	
	2	5/8	2	5/8	7.96	
Cd 4	2	5/8			3.98	19.90
	2	5/8	2	5/8	7.96	

## 5. Evaluación de cuantía mínima

Tipo	b*t (cm <sup>2</sup> )	As (cm <sup>2</sup> )	ρ <sub>Min</sub>	Condición Cumple
Cd 1	750	7.74	1.032%	Si
Cd 2	750	9.14	1.219%	Si
Cd 3	900	15.92	1.769%	Si
Cd 4	900	19.90	2.211%	Si

**Condición:  $1\% \leq \rho_{Min} \leq 6\%$**

Fuente. Elaboración propia.

## II. Diseño de vigas

Tabla 36

*Diseño de vigas vivienda 1 caso de estudio diseño.*

## 1. Predimensionamiento peralte de vigas

## 1.1. Evaluación 1, peralte en función de la TABLA 9.1 (E060)

Direcc.	Pórtico	Tramo eje - eje	l (m)	Coefficiente	h min (m)	h <sub>Dis Min 1</sub> (m)	Cumple	
		1 - 2	3.75	18.5	0.20		Si	
		2 - 3	2.40	21	0.11		Si	
	A, D	3 - 4	3.90	21	0.19	0.200	Si	
		4 - 5	3.35	21	0.16		Si	
	Y	5 - 6	3.65	18.5	0.20		Si	
	B	1 - 2	3.05	21	0.15	0.200	Si	
		2 - 3	2.40	18.5	0.13		Si	
	C	3 - 4	3.90	21	0.19	0.200	Si	
		4 - 5	3.35	21	0.16		Si	
		5 - 6	3.65	18.5	0.20		Si	
	1	A - B	2.40	18.5	0.13	0.200	Si	
		B - D	3.45	18.5	0.19		Si	
	X	2	A - B	2.40	18.5	0.13	0.200	Si
			B - D	3.45	18.5	0.19	0.200	Si
	3, 4, 5, 6	A - C	2.85	18.5	0.15	0.200	Si	
		C - D	3.00	18.5	0.16		Si	

**Condición:  $h_{Min} \leq h_{Dis.Min.1}$**

## 1.2. Evaluación 2, en función del ítem "a" del Art. 21.5.3.2 - E060

h <sub>Dis</sub> Min 2 (cm)	Recu b. (cm)	Asignación de barras (pulg - mm)		Diámetro barra (cm)		Peralte "d" (cm)	Ítem "a" (cm)	Condi ción Cumple
		Estribo	Longitudinal	Estribo	Longitudinal			
25.5 0	4	3/8	8	0.95	0.80	20.15	5.0 4	Si

**Condición: Ítem "a"  $\geq 5$  cm - E060 (Art. 21.5.3.2)**

1.3. Evaluación 3, peralte en función de la sobrecarga - Morales

$$h = \frac{L_n}{13} \quad \text{Dónde: } L_n = \text{Luz entre columnas.}$$

13

Dirección	Pórticos	Ln máx. (m)	h (m)	
			Calculado	Final
Y	A, D	3.90	0.300	0.300
	B	3.05	0.235	0.250
	C	3.90	0.300	0.300
X	1	3.45	0.265	0.275
	2	3.45	0.265	0.300
	3, 4, 5, 6	3.00	0.231	0.250

1.4. Dimensiones de secciones transversales

Tipo	Dimensiones (cm)	
	b <sub>Dis</sub>	h <sub>Dis</sub>
VD 101	25.00	20.00
VD 102	25.00	25.50
VD 103	25.00	30.00
VD 104	25.00	40.00
VD 105	32.50	65.00
VD 106	40.00	75.00

**Base de viga de diseño mínimo "b<sub>Dis.Min.</sub>" según Art. 21.5.1.3 - E.060**

Fuente. Elaboración propia.

III. Determinación de la regularidad estructural de la edificación

1. Irregularidades en altura (Ia)

Tabla 37

*Irregularidades en altura (Ia) vivienda 1.*

1.1. Irregularidad de Rigidez e Irregularidad de Resistencia

A. Determinación de los desplazamientos relativos parciales en el centro de masa

Piso	Diafragma	Caso de carga	Desplazamiento Centro de Masa (m)	
			Total	Parcial
3° Piso	Piso 3	Desp. Lat. X Max	0.023473	0.006296

---

2° Piso	Piso 2	Desp. Lat. X Max	0.017177	0.007650
1° Piso	Piso 1	Desp. Lat. X Max	0.009527	0.009527
3° Piso	Piso 3	Desp. Lat. Y Max	0.005313	0.001037
2° Piso	Piso 2	Desp. Lat. Y Max	0.004276	0.001702
1° Piso	Piso 1	Desp. Lat. Y Max	0.002574	0.002574

---



B. Determinación de fuerzas cortantes y rigidez de entrepiso:

Dirección	Piso	Desplaz. C.M. (m)	Cortante "V" (tn)	K (tn/m)
X	3° Piso	0.006296	130.13	20669.36
	2° Piso	0.007650	221.03	28893.02
	1° Piso	0.009527	275.07	28872.68
Y	3° Piso	0.001037	132.33	127610.13
	2° Piso	0.001702	234.95	138042.60
	1° Piso	0.002574	299.13	116213.09

C. Irregularidad de Rigidez o Piso Blando (I.P.B.) y Extrema (I.E.P.B.); Irregularidad de Resistencia o Piso Débil (I.P.D.) y Extrema (I.E.P.D.)

Condición 1		Condición 2		Condición 3		Condición 4		
$K_i / K_{i+1}$	Cumple	I.P.B.	$V_i / V_{i+1}$	Cumple	I.P.D.	I.E.P.B.	Cumple	I.E.P.D.
-	-	-	-	-	-	-	-	-
139.79%	No	-	169.85%	No	-	No	-	No
99.93%	No	-	124.45%	No	-	No	-	No
-	-	-	-	-	-	-	-	-
108.18%	No	-	177.55%	No	-	No	-	No
84.19%	No	-	127.32%	No	-	No	-	No

Condiciones: 1.  $K_i < 70\% K_{i+1}$ , 2:  $V_i < 80\% V_{i+1}$ , 3:  $K_i < 60\% K_{i+1}$ , 4:  $V_i < 65\% V_{i+1}$

1.2. Irregularidad de Masa o Peso (I.P.)

Dirección	Piso	Peso (kg)	Condición $P_i / P_{i+1}$	Cumple	I.P.
X - Y	3° Piso	135095.13	Azotea	-	-

2° Piso	139452.66	1.03	No
1° Piso	154740.34	1.11	No

**Condición:  $P_i > 1.5P_{i+1}$**

1.3. Coeficiente "Ia".

Dirección	Irregularidad				Masa ó Peso	Ia	Irregularidad extrema
	Piso Blando Irregularidad	Extrema	Piso Debíl Irregularidad	Extrema			
X	-	-	-	-	-	1.00	No
Y	-	-	-	-	-	1.00	No

Fuente. Elaboración propia.

2. Irregularidades en planta (Ip)

Tabla 38

*Irregularidades en planta (Ip) vivienda 1.*

2.1. Irregularidad Torsional (I.T.) y Extrema (I.T.E.)

A. Desplazamiento relativo en cada extremo del entrepiso (Máximo y Promedio)

Eje	Piso	Label	Unique Name	Caso de carga	Desplazamiento relativo de entrepiso		
					En cada extremo	Máximo (Maxs.)	Promedio (Prom.)
A	3° Piso	1	213	Desp. Lat. X Max	0.001487	0.003446	0.002467
	3° Piso	16	258	Desp. Lat. X Max	0.003446		
	2° Piso	1	127	Desp. Lat. X Max	0.00199	0.004056	0.003023
	2° Piso	16	172	Desp. Lat. X Max	0.004056		
	1° Piso	1	5	Desp. Lat. X Max	0.001999	0.004064	0.003032
	1° Piso	16	80	Desp. Lat. X Max	0.004064		
1	3° Piso	16	258	Desp. Lat. Y Max	0.000438	0.000438	0.000416
	3° Piso	18	261	Desp. Lat. Y Max	0.000394		
	2° Piso	16	172	Desp. Lat. Y Max	0.000691	0.000691	0.000671
	2° Piso	18	175	Desp. Lat. Y Max	0.000650		
	1° Piso	16	80	Desp. Lat. Y Max	0.000833	0.000833	0.000812
	1° Piso	18	90	Desp. Lat. Y Max	0.000791		



B. Máximo Desplazamiento Relativo de entrepiso.

Piso	Caso de carga	Deriva	Label	Máx.
3° Piso	Desp. Lat. X Max	0.003527	20	
2° Piso	Desp. Lat. X Max	0.004146	20	0.004146
1° Piso	Desp. Lat. X Max	0.004064	16	
3° Piso	Desp. Lat. Y Max	0.000438	31	
2° Piso	Desp. Lat. Y Max	0.000691	31	0.000833
1° Piso	Desp. Lat. Y Max	0.000833	31	

C. Irregularidad Torsional I.T. y I.T.E.

Dirección	Piso	Deriva			Perm. (Art. 32- E030)	Condición 1		Condición 2		I.T.	Condición 3 Cumple	I.T.E.
		Máxs.	Prom.	Máx.		$D_{Max} / D_{perm.}$	Cumple	$D_{max} / D_{prom}$	Cumple			
X	3°	0.003446	0.002467					1.40	Si		No	
	2°	0.004056	0.003023	0.004146	0.007	59.23%	Si	1.34	Si	0.75	No	-
	1°	0.004064	0.003032					1.34	Si		No	
Y	3°	0.000438	0.000416					1.05	No		No	
	2°	0.000691	0.000671	0.000833	0.007	11.90%	No	1.03	No	-	No	-
	1°	0.000833	0.000812					1.03	No		No	

Condiciones: 1.  $D_{Max} > 50\%D_{perm.}$ , 2.  $D_{Max} > 1.3D_{prom.}$ , 3.  $D_{Max} > 1.5D_{prom.}$

2.2. Discontinuidad del Diafragma (I.D.D.)

Mismo que el 1° Análisis

2.3. Coeficiente "Ip"

Dirección	Irregularidad Torsional	Esquinas Entrantes	Discontinuidad del Diafragma	Ip	Irregularidad extrema
-----------	-------------------------	--------------------	------------------------------	----	-----------------------

	<b>Torsional</b>	<b>Extrema</b>				
X	0.75	-	-	-	0.75	No
Y	-	-	-	-	1.00	No

IV. Derivas inelásticas y periodo de vibración vivienda 1

1. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes:

1.1. Determinación de los coeficientes "ZUCS/R" y para el cálculo de los desplazamientos laterales (valores para ingresar a ETABS)

Tabla 39

.Coeficiente "ZUCS/R" y para el cálculo de los desplazamientos laterales vivienda 1 (2° análisis).

A. Coeficiente "ZUCS/R" (2° análisis)

A.1. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas "R" vivienda 1 (2° análisis)

Dirección	R <sub>0</sub>	Irregularidad		R
		I <sub>a</sub>	I <sub>p</sub>	
X	8	1.00	0.75	6.00
Y	8	1.00	1.00	8.00

A.2. Determinación coeficiente "C"

a. Evaluación 2° análisis "C<sub>0</sub>/R" (Según ítem 4.5.2. - E030)

Coeficiente "C<sub>0</sub>/R" para la dirección Y, mismo que el del 1° análisis

Dirección	Condición	Verificación	Cumple
X	$\frac{C_0}{R} \geq 0.110$	$\frac{2.50}{6.00} \geq 0.110$	Si
		$0.417 \geq 0.110$	

b. Coeficiente "C"

Dirección	C
X	2.50

A.3. Determinación coeficiente "ZUCS/R" para calcular la Fuerza Cortante en la base "V = (ZUCS / R)\*P"

Dirección	$\frac{ZUCS}{R}$
X	0.175

B. Coeficiente para el cálculo de los desplazamientos laterales (Según Art. 31, ítem 31.1-E030)

Coeficiente para la dirección Y, mismo que el del 1° análisis

Dirección	Estructura	Factor	Coeficiente
X	Irregular	0.85	5.10

2. Análisis dinámico modal espectral

Tabla 40

Análisis de derivas inelásticas y periodos de vibración vivienda 1.

2.1. Evaluación de fuerza cortante mínima (2° análisis)

Direcc. Estructura		Cortante (tn)		$V_{Dím.} / V_{Est.}$	Condición		Factor de Escala
		Estático ( $V_{Est.}$ )	Dinámico ( $V_{Dím.}$ )		Mínimo	Cumple	Valor
X	Irregular	75.125	61.150	81.40%	90%	No	1.1057
Y	Regular	56.237	49.855	88.65%	80%	Si	-

Condiciones: 1.  $V_{Dím.} \geq 80\% V_{Est.}$  (Estructura Regular), 2.  $V_{Dím.} \geq 90\% V_{Est.}$  (Estructura Irregular)

### 2.2. Análisis de derivas inelásticas

Combinación de carga	Estructura	Piso	Deriva inelástica ( $D_i$ )	Deriva Max ( $D_{Máx.}$ )	Condición Cumple
Desp. Lat. X Max	Irregular	3°	0.002998	0.007	Si
		2°	0.003524		Si
		1°	0.003455		Si
Desp. Lat. Y Max	Regular	3°	0.000438	0.007	Si
		2°	0.000691		Si
		1°	0.000833		Si

Condición:  $D_i \leq D_{Máx.}$

### 2.3. Análisis de Periodos de vibración

#### A. Periodos de vibración

Caso	Modo	Período (seg.)	Ux	Uy	Rz	Sun Ux	Sun Uy	Sun Rz
Modos de Vibración	1	0.311	0.8026	0.0007	0.0549	80.26%	0.07%	5.49%
Modos de Vibración	2	0.176	0.0557	0.0093	0.8237	85.83%	1.00%	87.86%
Modos de Vibración	3	0.148	0.0000	0.8794	0.0092	85.83%	88.94%	88.78%
Modos de Vibración	4	0.108	0.1023	0.0002	0.0072	96.06%	88.96%	89.50%
Modos de Vibración	5	0.097	0.0000	0.0000	0.0000	96.06%	88.96%	89.50%
Modos de Vibración	6	0.097	0.0002	0.0000	0.0003	96.08%	88.96%	89.53%
Modos de Vibración	7	0.091	0.0024	0.0000	0.0108	96.32%	88.96%	90.61%
Modos de Vibración	8	0.091	0.0004	0.0000	0.0014	96.36%	88.96%	90.75%
Modos de Vibración	9	0.085	0.0032	0.0000	0.0013	96.68%	88.96%	90.88%

#### B. Porcentaje de masa participativa

<b>Case</b>	<b>Item</b>	<b>Estático (%)</b>	<b>Dinámico (%)</b>
Modos de Vibración	UX	99.91	96.68
Modos de Vibración	UY	98.96	88.95

3. Análisis de columnas y vigas diseñadas según normas E.020, E.030 y E.060 vivienda 1 Tabla 41.

*Análisis columnas y vigas diseñadas según normas E.020, E.030 y E.060 vivienda 1.*

3.1. Evaluación de la fuerza cortante mínima vivienda 1 (cortante estático escalado)

Dirección Estructura		Cortante (tn)		$V_{Dím.} / V_{Est.}$	Condición	
		Estático ( $VE_{Esc.}$ )	Dinámico ( $V_{Dím.}$ )		Mínimo	Cumple
X	Irregular	75.125	73.380	97.68%	90%	Si
Y	Regular	56.237	49.855	88.65%	80%	Si

Condiciones: 1.  $V_{Dím.} \geq 80\% V_{Est.}$  (Estructura Regular), 2.  $V_{Dím.} \geq 90\% V_{Est.}$  (Estructura Irregular)

3.2. Análisis de columnas

A. Análisis de Ratios de Iteracción P - M - M

PISO			1	2	3	4	5	6
	PÓRTICO	PÓRTICO						
<b>Azotea</b>			0.304	0.383	0.506	0.554	0.501	0.325
2°	A		0.529	0.641	0.419	0.374	0.421	0.514
1°			0.818	0.928	0.457	0.401	0.380	0.792
<b>Azotea</b>			0.353	0.290				
2°	B		0.579	0.543				
1°			0.832	0.811				
<b>Azotea</b>					0.356	0.273	0.192	0.310
2°	C				0.380	0.447	0.362	0.380
1°					0.515	0.594	0.579	0.318
<b>Azotea</b>			0.815	0.818	0.652	0.639	0.575	0.341
2°	D		0.864	0.921	0.450	0.568	0.515	0.502
1°			0.711	0.675	0.488	0.471	0.413	0.793

Condición:  $Ratio \leq 1$

3.3. Análisis de vigas

A. Evaluación del Área asignado

Pórtico / Piso	Acero	ETABS		Descripción de las barras			Área (cm <sup>2</sup> )	Condición 1 Cumple
		Área (cm <sup>2</sup> )	Extremos	Centro	Área (cm <sup>2</sup> )	Extremos		
			Barras (Cantidad)	Diámetro (pulg/mm)	Barras (Cantidad)	Diámetro (pulg/mm)		
<b>1 (1°,2° Piso)</b>	(-)	4.32	2	1/2	2	12	4.84	Si
	(+)	2.96	2	12	1	3/8	2.97	Si
	(-)	3.34	2	1/2	1	1/2	3.87	Si
<b>1 (3° Piso)</b>	(+)	2.14	2	3/8	1	12	2.55	Si
	(-)	5.93	2	5/8	2	1/2	6.56	Si
<b>2 (1°,2° Piso)</b>	(+)	2.96	2	12	1	12	3.39	Si
	(-)	3.96	2	1/2	1	5/8	4.57	Si
<b>2 (3° Piso)</b>	(+)	2.14	2	3/8	1	12	2.55	Si
	(-)	3.73	2	1/2	1	5/8	4.57	Si
<b>3</b>	(+)	1.81	2	3/8	1	3/8	2.13	Si
	(-)	3.64	2	1/2	1	5/8	4.57	Si
<b>4</b>	(+)	2.14	2	3/8	1	12	2.55	Si
	(-)	3.77	2	1/2	1	5/8	4.57	Si
<b>5</b>	(+)	2.01	2	3/8	1	12	2.55	Si
	(-)	1.71	2	3/8	1	3/8	2.13	Si
<b>6</b>	(+)	1.11	2	8	1	8	1.50	Si

<b>A</b>	(-)	1.80	2	3/8	1	3/8	2.13	Si
	(+)	1.80	2	3/8	1	3/8	2.13	Si
<b>B (1°,2° Piso)</b>	(-)	4.91	2	5/8	3	5/8	9.95	Si
	(+)	4.79	2	5/8	3	5/8	9.95	Si
<b>B (3° Piso)</b>	(-)	2.47	2	5/8	2	1/2	6.56	Si
	(+)	2.25	2	5/8	2	1/2	6.56	Si
<b>C</b>	(-)	2.25	2	3/8	1	12	2.55	Si
	(+)	1.46	2	3/8	1	8	1.92	Si
<b>D</b>	(-)	0.75	2	8	1	8	1.50	Si
	(+)	0.58	2	8	1	8	1.50	Si

**Condición 1: AsETABS < AsDiseñado**

B. Evaluación del área de acero mínimo

Tipo	Dimensión (cm)		Recub. (cm)	Diámetro barra (cm)				Peralte "d" (cm)		ρMin.	As Mín. (cm <sup>2</sup> )	Condición 2 Cumple	
				Diámetro Estribo	Estribo	Longitudinal		(+)	(-)				
	b	h				(+)	(-)						
VD 104	25.00	40.00	4	3/8	"	0.95	1.20	1.27	34.45	34.41	0.0033	2.82	Si
												2.81	Si
												2.01	Si
VD 103	25.00	30.00	4	3/8	"	0.95	0.95	1.27	24.57	24.41	0.0033	2.00	Si
VD 104	25.00	40.00	4	3/8	"	0.95	1.20	1.59	34.45	34.25	0.0033	2.82	Si



													2.80	Si
													2.01	Si
VD 103	25.00	30.00	4	3/8	"	0.95	0.95	1.27	24.57	24.41	0.0033		2.00	Si
													1.64	Si
VD 102	25.00	25.50	4	3/8	"	0.95	0.95	1.27	20.07	19.91	0.0033		1.63	Si
													2.01	Si
VD 103	25.00	30.00	4	3/8	"	0.95	0.95	1.27	24.57	24.41	0.0033		2.00	Si
													1.64	Si
VD 102	25.00	25.50	4	3/8	"	0.95	0.95	1.27	20.07	19.91	0.0033		1.63	Si
													1.20	Si
VD 101	25.00	20.00	4	3/8	"	0.95	0.80	0.95	14.65	14.57	0.0033		1.19	Si
													1.19	Si
VD 101	25.00	20.00	4	3/8	"	0.95	0.95	0.95	14.57	14.57	0.0033		1.19	Si
													9.06	Si
VD 106	40.00	75.00	4	3/8	"	0.95	1.59	1.59	69.25	69.25	0.0033		9.06	Si
													6.30	Si
VD 105	32.50	65.00	4	3/8	"	0.95	1.59	1.59	59.25	59.25	0.0033		6.30	Si
													1.64	Si
VD 102	25.00	25.50	4	3/8	"	0.95	0.95	0.95	20.07	20.07	0.0033		1.64	Si
													1.20	Si
VD 101	25.00	20.00	4	3/8	"	0.95	0.80	0.80	14.65	14.65	0.0033		1.20	Si

**Condición 2:  $A_{Smin} \leq A_{SDis}$**

C. Evaluación de cuantía de acero asignado

$\rho$	$\beta_1$	$\rho_b$	Zona sísmica		Condición 3 Cumple
			$\rho_{M\acute{a}x.}$	si	
0.005625863					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.003448726					Si
0.006341014					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.004151193					Si
0.007660475					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.003936425					Si
0.007487967					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.004151193					Si
0.009180163					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.004244878					Si
0.007487967					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.004151193					Si
0.009180163					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.005081896					Si
0.00584713					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.004096262					Si
0.00584713					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.00584713					Si
0.005746981					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.005746981					Si
0.004428412					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.004428412					Si
0.005081896					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		
0.003826369					Si
0.004096262					Si
	0.85	0.0207	0.010345263		

0.004096262

Si

**Condición 3:  $\rho_{Max} \geq \rho_a$**

3.4. Determinación del momento nominal

Pórtico	Tipo	a (cm)		Fuerza de Tensión (tn)		Brazo (m)		Momento Nominal (tn-m)	
		(-)	(+)	T' (-)	T (+)	(-)	(+)	(-)	(+)
1 (1°,2° Piso)	Vd 101	4.56	2.80	20.33	12.47	0.32	0.33	6.53	4.12
1 (3° Piso)	Vd 102	3.64	2.40	16.25	10.71	0.23	0.23	3.67	2.50
2 (1°,2° Piso)	Vd 103	6.17	3.19	27.55	14.24	0.31	0.33	8.59	4.68
2 (3° Piso)	Vd 104	4.30	2.40	19.19	10.71	0.22	0.23	4.27	2.50
3	Vd 105	4.30	2.00	19.19	8.95	0.18	0.19	3.41	1.71
4	Vd 106	4.30	2.40	19.19	10.71	0.22	0.23	4.27	2.50
5	Vd 107	4.30	2.40	19.19	10.71	0.18	0.19	3.41	2.02
6	Vd 108	2.00	1.41	8.95	6.30	0.14	0.14	1.21	0.88
A	Vd 109	2.00	2.00	8.95	8.95	0.14	0.14	1.21	1.21
B (1°,2° Piso)	Vd 110	5.85	5.85	41.79	41.79	0.66	0.66	27.72	27.72
B (3° Piso)	Vd 111	4.75	4.75	27.55	27.55	0.57	0.57	15.67	15.67
C	Vd 112	2.40	1.81	10.71	8.06	0.19	0.19	2.02	1.55
D	Vd 113	1.41	1.41	6.30	6.30	0.14	0.14	0.88	0.88

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \rightarrow Mn = As * fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

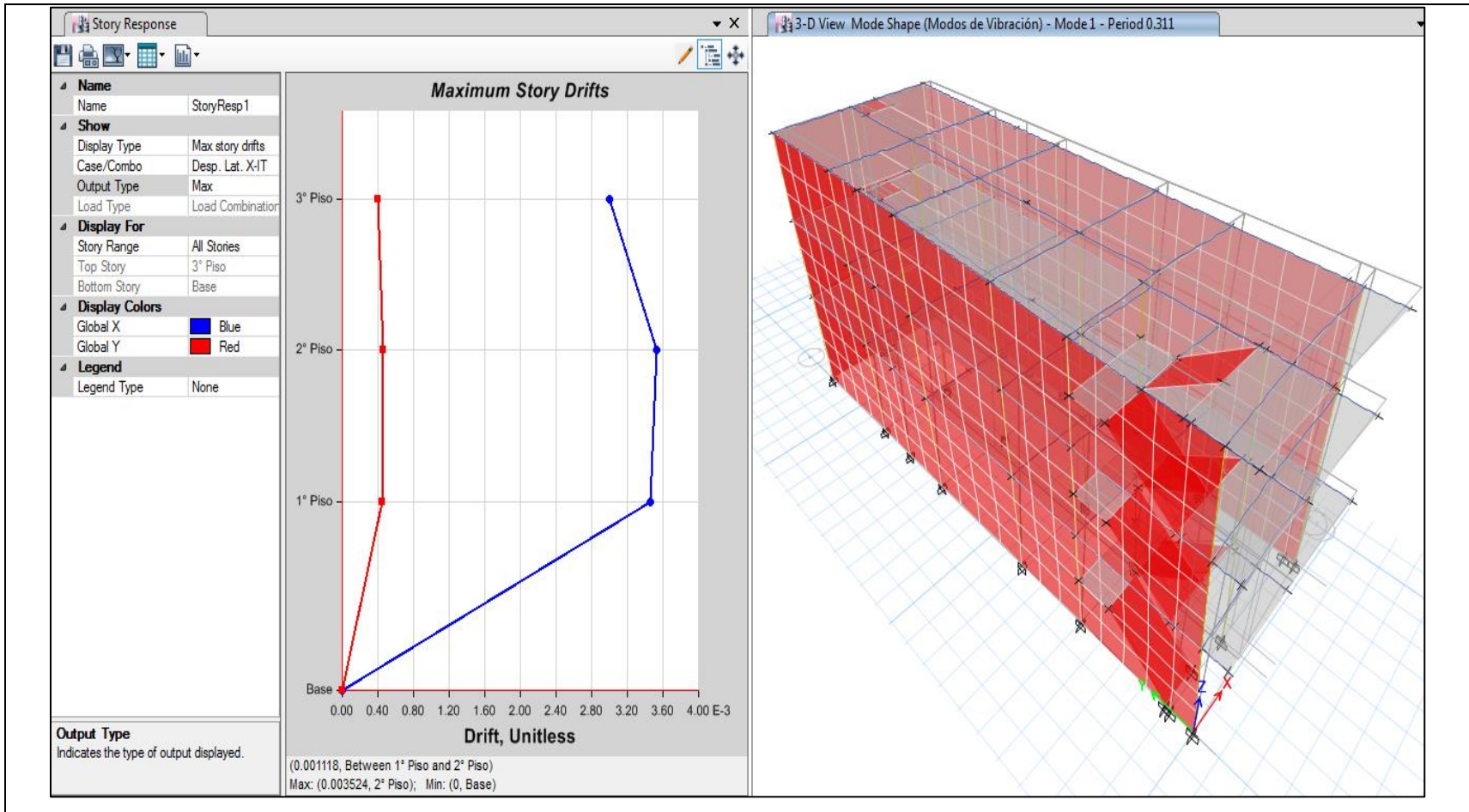
3.5. Evaluación del momento resistente

Dirección	Pórtico	Piso	Tramo	Tipo	Momento (tn-m)		Momento (tn-m)		Condición	
					Resistente	Actuante	Resistente	Actuante	Cumple	Cumple
					(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)
X	1 (1°,2° Piso)	2	B - D	Vd 101	5.88	3.71	5.65	3.37	Si	Si
	1 (3° Piso)	3	B - D	Vd 102	3.30	2.25	3.14	1.57	Si	Si
	2 (1°,2° Piso)	1	B - C	Vd 103	7.73	4.21	7.57	3.79	Si	Si
	2 (3° Piso)	3	B - C	Vd 104	3.85	2.25	3.68	1.84	Si	Si
	3	1	C - D	Vd 105	3.07	1.54	2.83	1.44	Si	Si
	4	2	C - D	Vd 106	3.85	2.25	3.40	1.85	Si	Si
	5	1	C - D	Vd 107	3.07	1.82	2.86	1.59	Si	Si
	6	1	A - B	Vd 108	1.09	0.79	1.00	0.50	Si	Si

	A	1	1 - 2	Vd 109	1.09	1.09	1.0 5	1.0 5	<b>Si</b>	<b>Si</b>
	B (1°,2° Piso)	1	1 - 2	Vd 110	24.9 5	24.9 5	9.9 1	9.6 8	<b>Si</b>	<b>Si</b>
Y	B (3° Piso)	3	1 - 2	Vd 111	14.1 0	14.1 0	4.3 3	3.9 3	<b>Si</b>	<b>Si</b>
	C	2	5 - 6	Vd 112	1.82	1.39	1.7 7	0.8 9	<b>Si</b>	<b>Si</b>
	D	3(-), 1(+)	3 - 4(-), 2 - 3(+)	Vd 113	0.79	0.79	0.1 8	0.2 5	<b>Si</b>	<b>Si</b>

**Condición:  $M_u \leq \phi M_n$  , donde  $\phi = 0.90$**

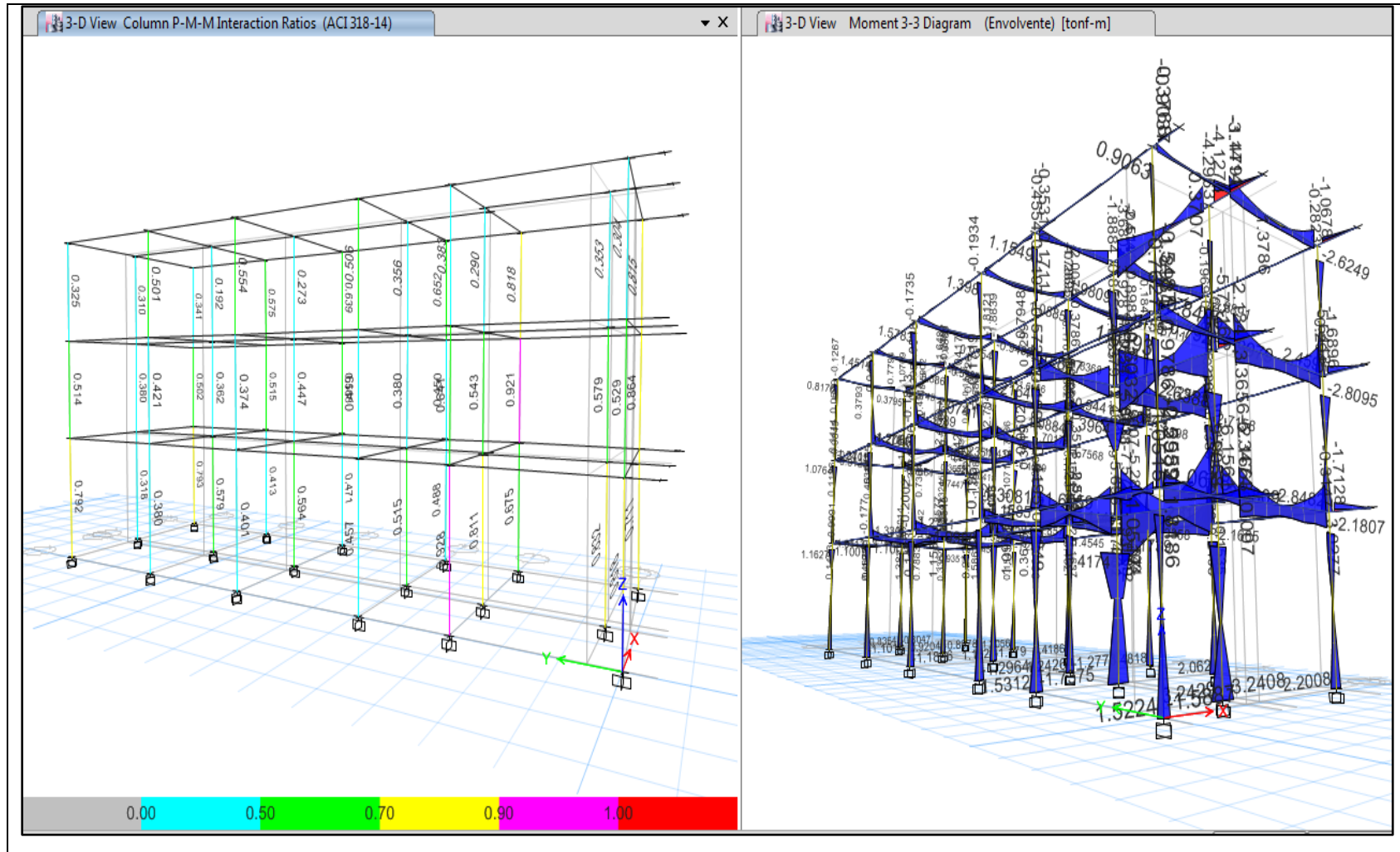
4. Modelos ETABS del análisis vivienda 1 caso de estudio real



Deriva

Periodo de vibración

Figura 84. Modelado ETABS derivas y periodo de vibración caso de estudio real vivienda 1



Ratios P-M-M

Momentos Actuantes

Figura 85. Modelado ETABS ratio P-M-M y momentos actuantes caso de estudio real vivienda 1



V. Planos de losa aligerada con columnas y vigas diseñadas de la vivienda 1.

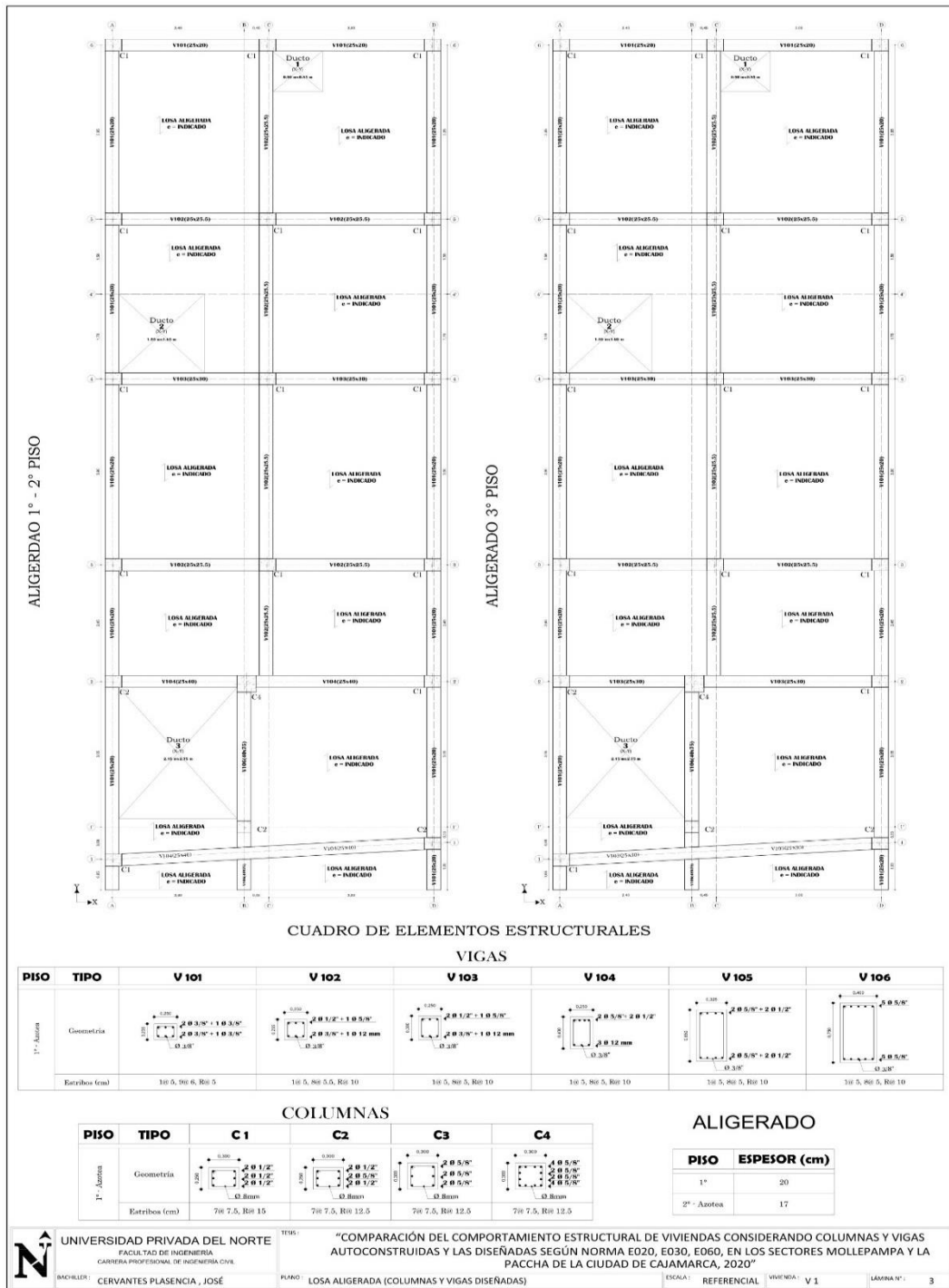
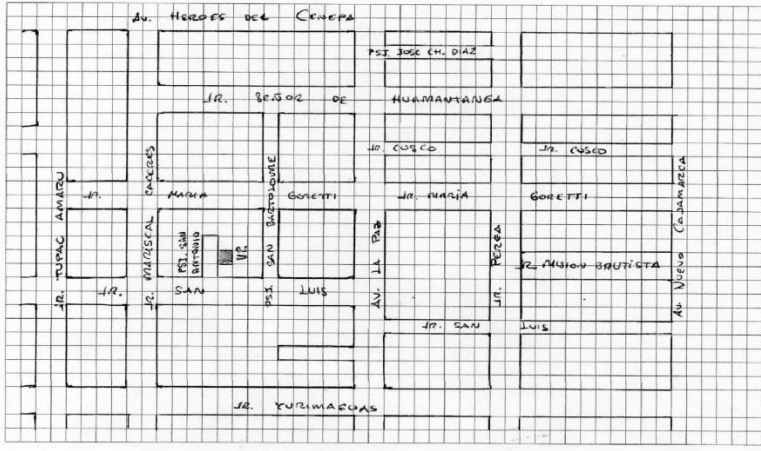


Figura 86. Plano de aligerado con columnas y vigas diseñados vivienda 1.

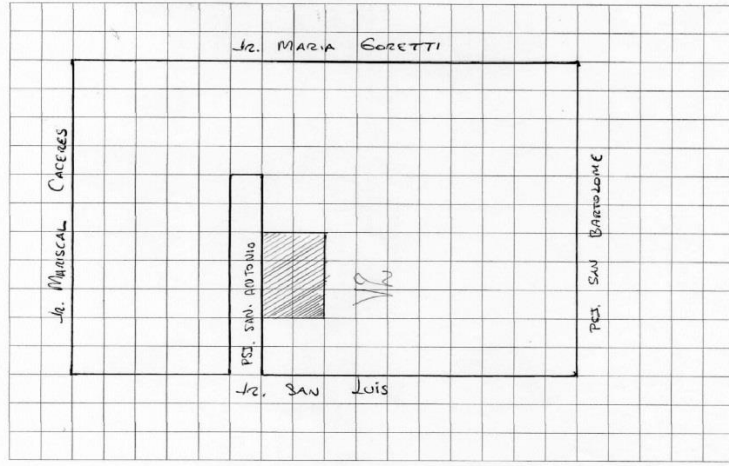


### ANEXO n° 5. Fichas de observación de campo de las viviendas.

LOCALIZACIÓN

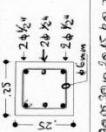
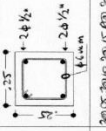


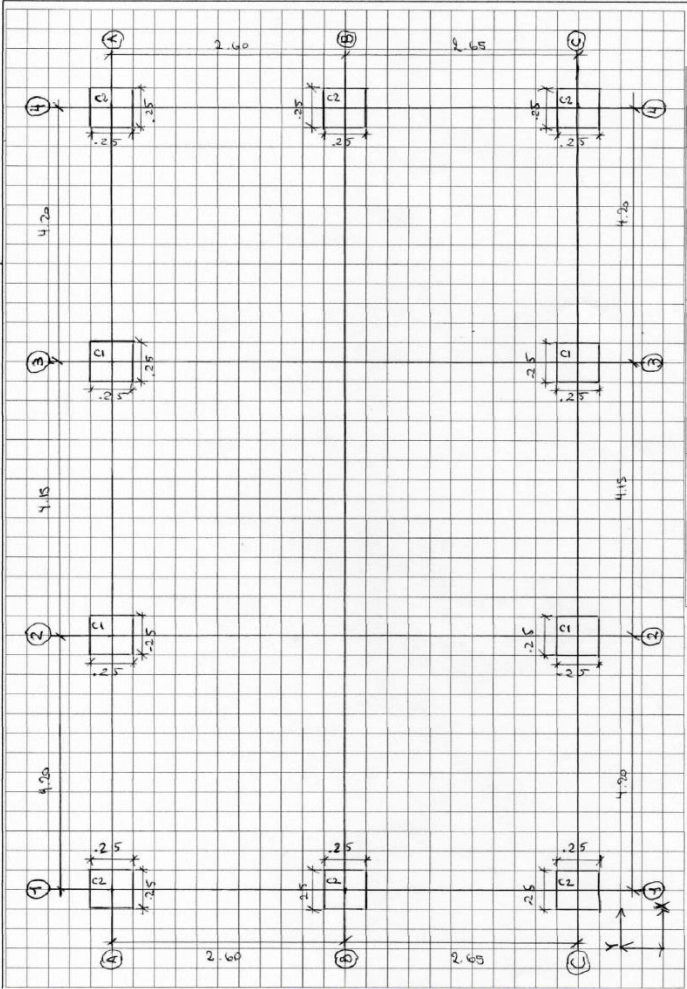
UBICACIÓN



DATOS GENERALES

1.- CUADRO DE COLUMNAS:

TIPO	SECCIÓN TRANSVERSAL	SEPARACIÓN ESTRIBOS (m)
C1		30.05, 30.10, 20.07, 40.1, 20
C2		30.05, 30.10, 20.07, 40.1, 20

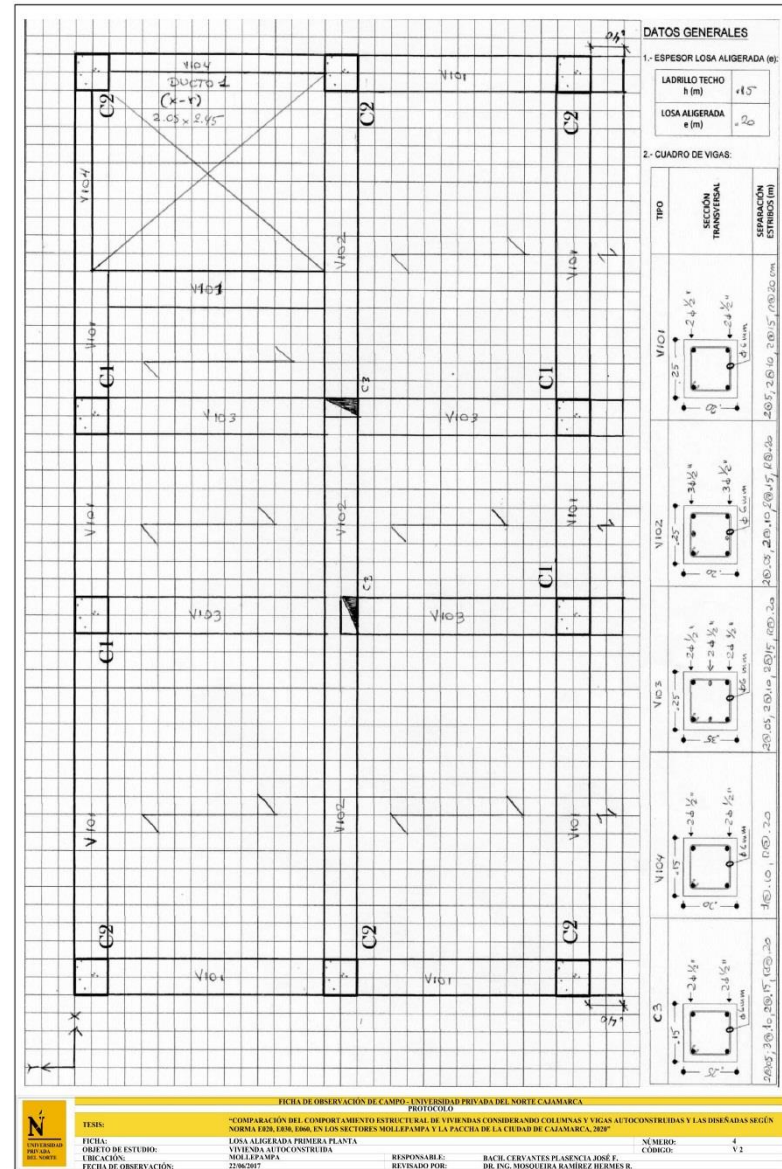
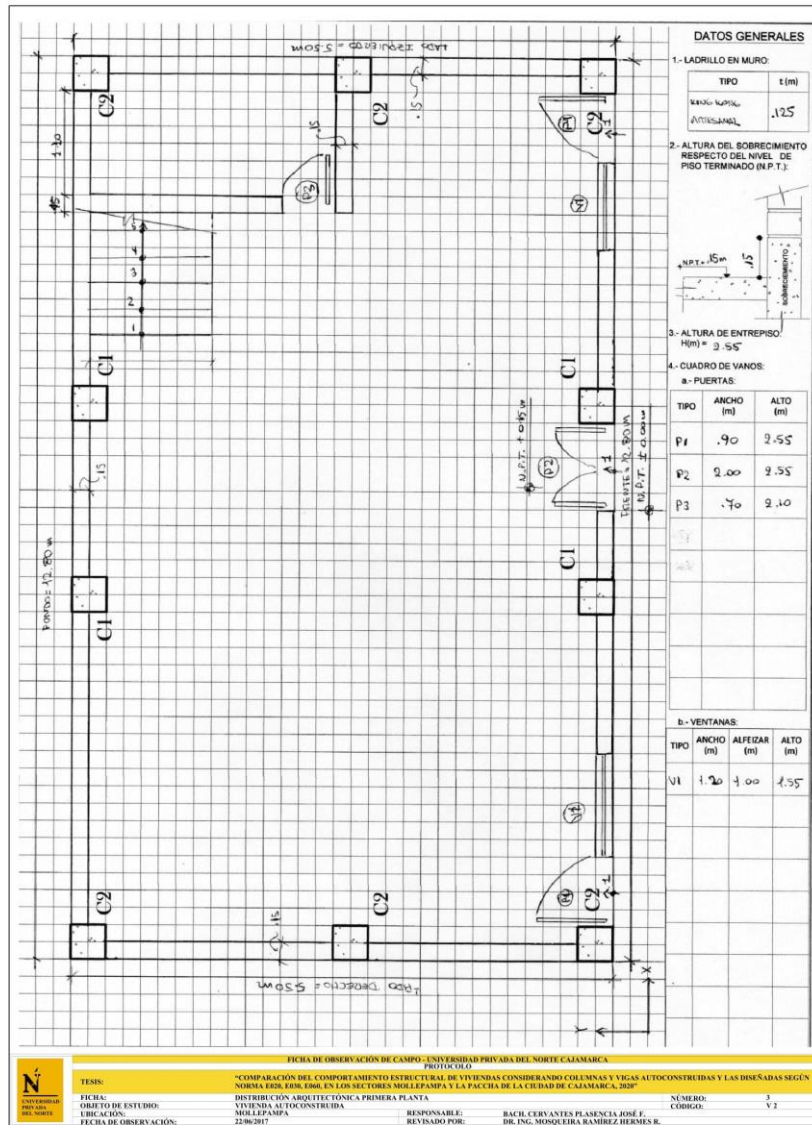


FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA  
PROYECTO 014

TÍTULO:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"	NÚMERO:	01
FECHA:	UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	SÍMBOLO:	01
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CÓDIGO:	V2
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE:	BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	22/06/2017	REVISADO POR:	DR. ING. MOSQUERA RAMÍREZ HERMES R.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA  
PROYECTO 014

TÍTULO:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"	NÚMERO:	02
FECHA:	DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS	SÍMBOLO:	02
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CÓDIGO:	V2
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE:	BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	22/06/2017	REVISADO POR:	DR. ING. MOSQUERA RAMÍREZ HERMES R.





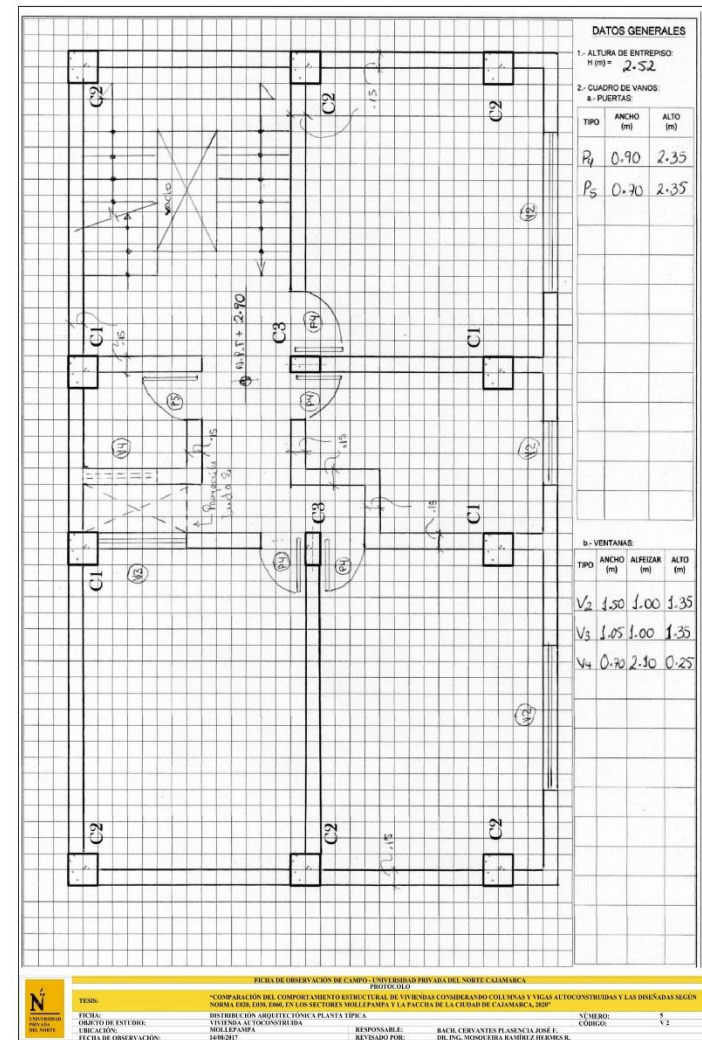
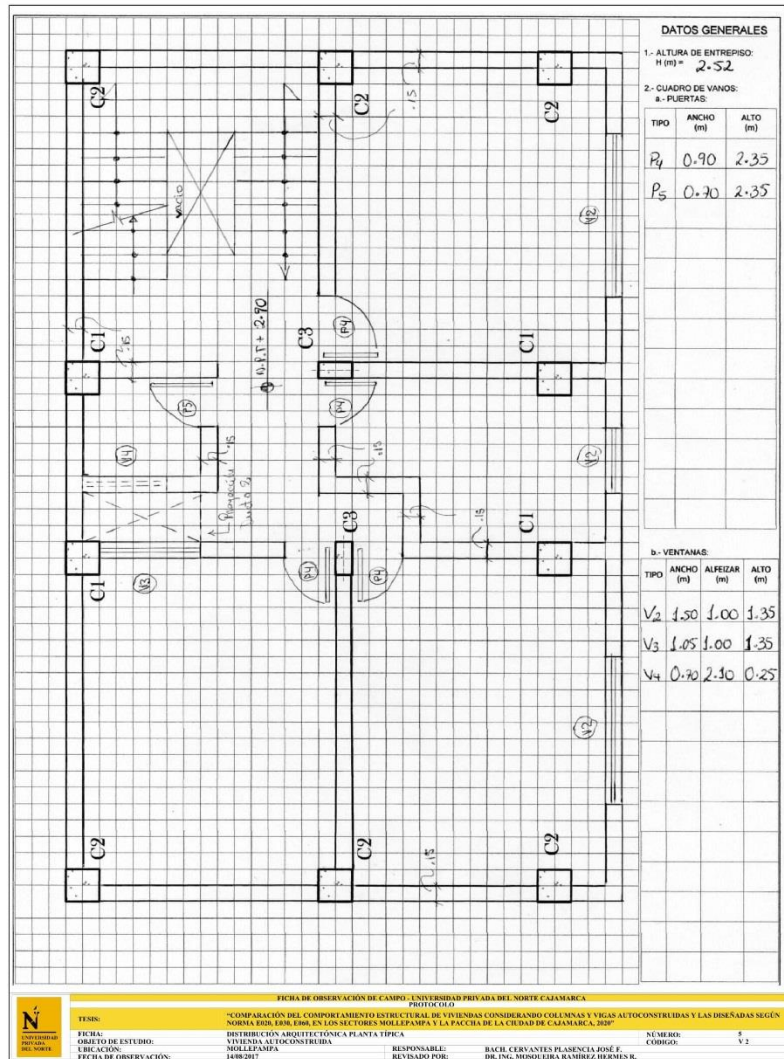
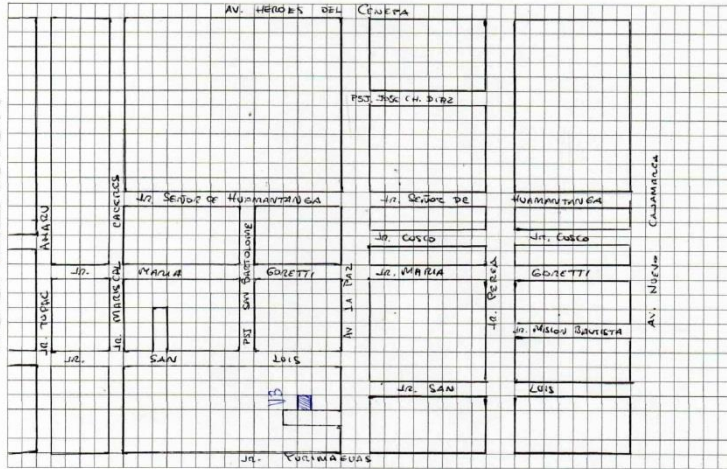
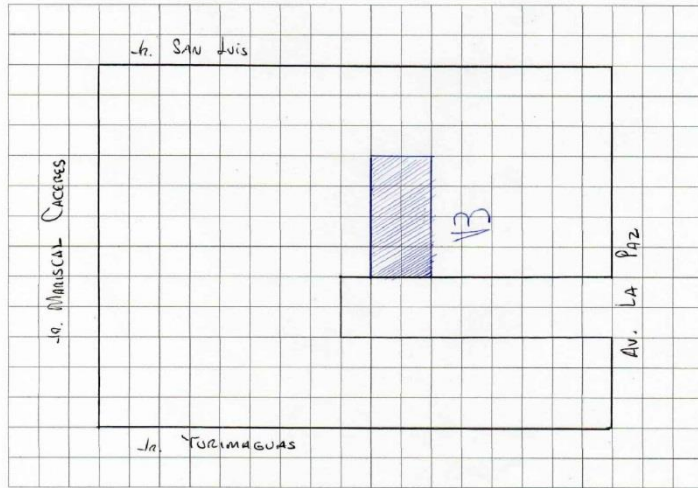


Figura 87. Fichas de campo vivienda 2

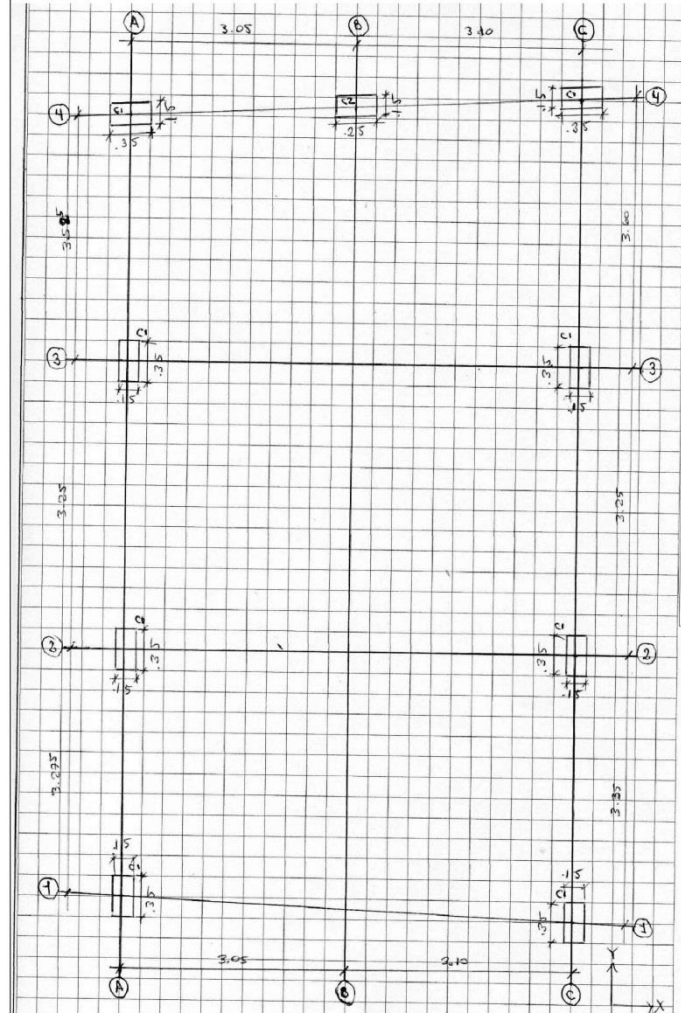
**LOCALIZACIÓN**



**UBICACIÓN**



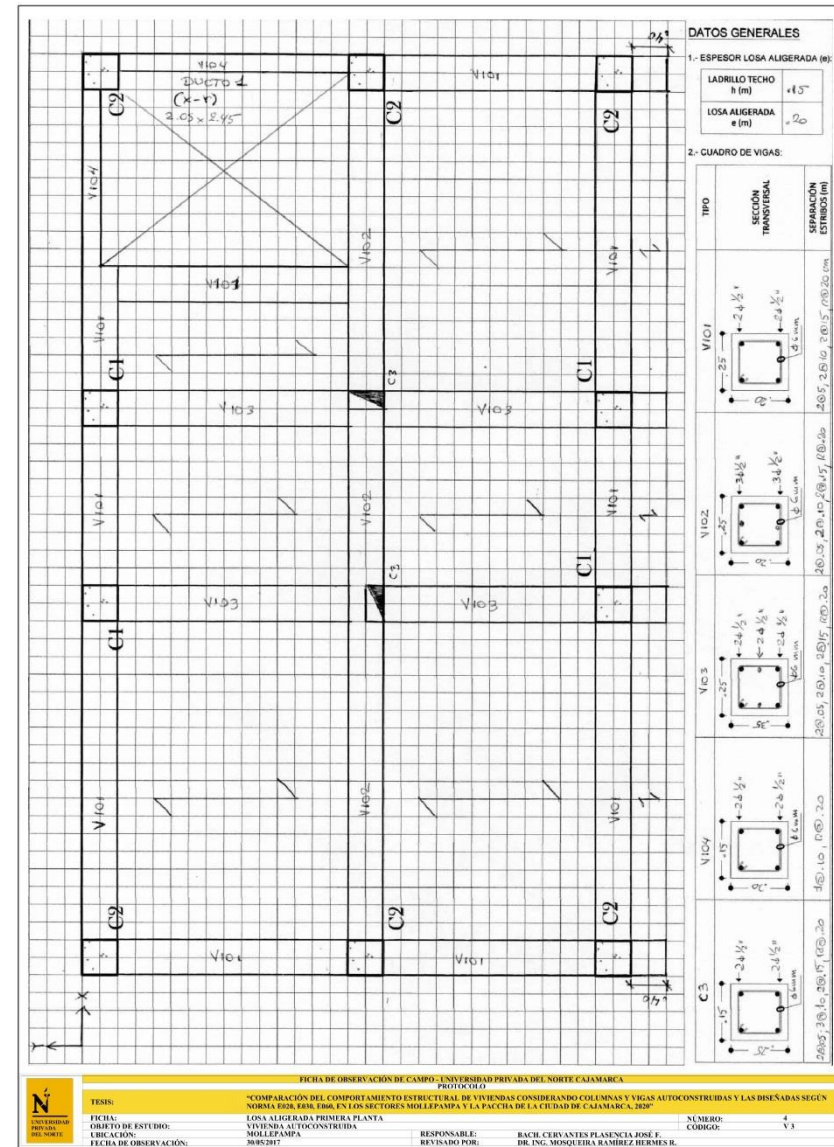
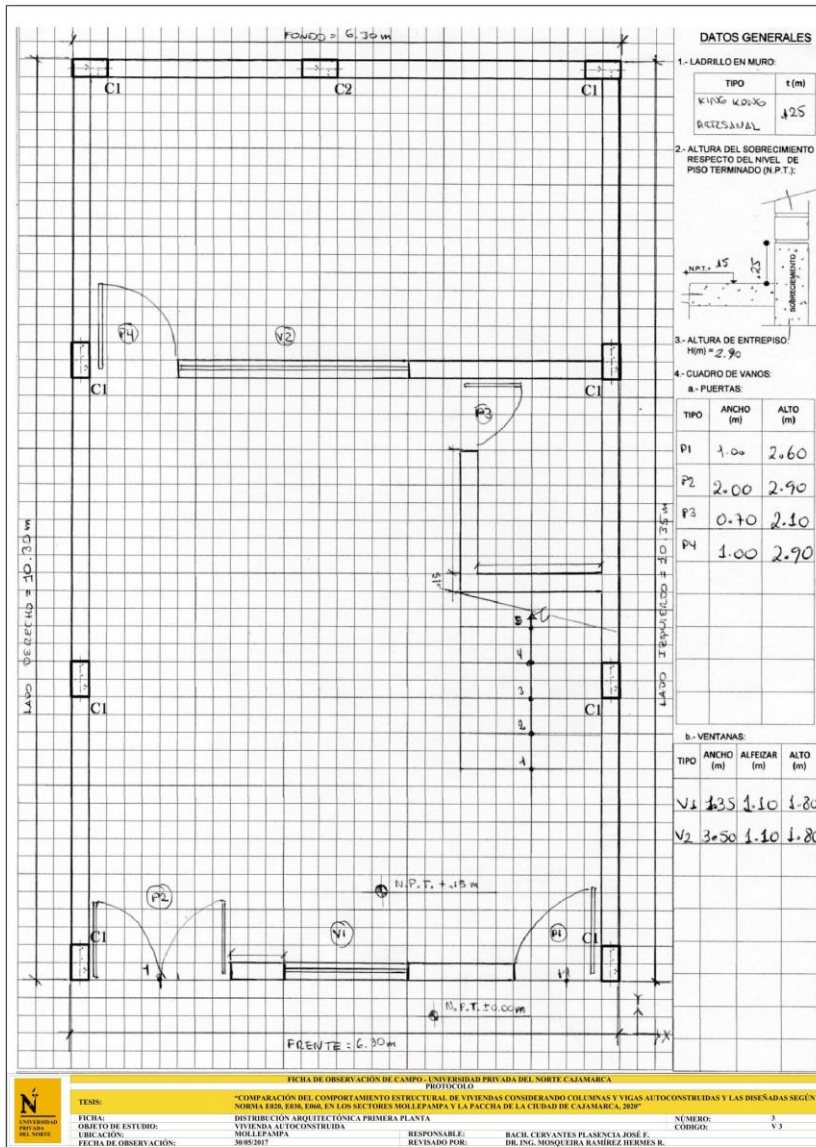
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROYECTO			
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"		
FICHA:	UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	NUMERO:	01
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CODIGO:	V-3
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE:	BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	30/08/2017	REVISADO POR:	DR. ING. MONSIEIRA RAMIREZ HERMES R.



DATOS GENERALES			
1.- CUADRO DE COLUMNAS			
TIPO	SECCION TRANSVERSAL	SEPARACION ESTRIBOS (cm)	
CL		360	360
C2		360	360

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROYECTO			
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"		
FICHA:	UBICACIÓN DE COLUMNAS	NUMERO:	1
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CODIGO:	V-3
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE:	BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	30/08/2017	REVISADO POR:	DR. ING. MONSIEIRA RAMIREZ HERMES R.





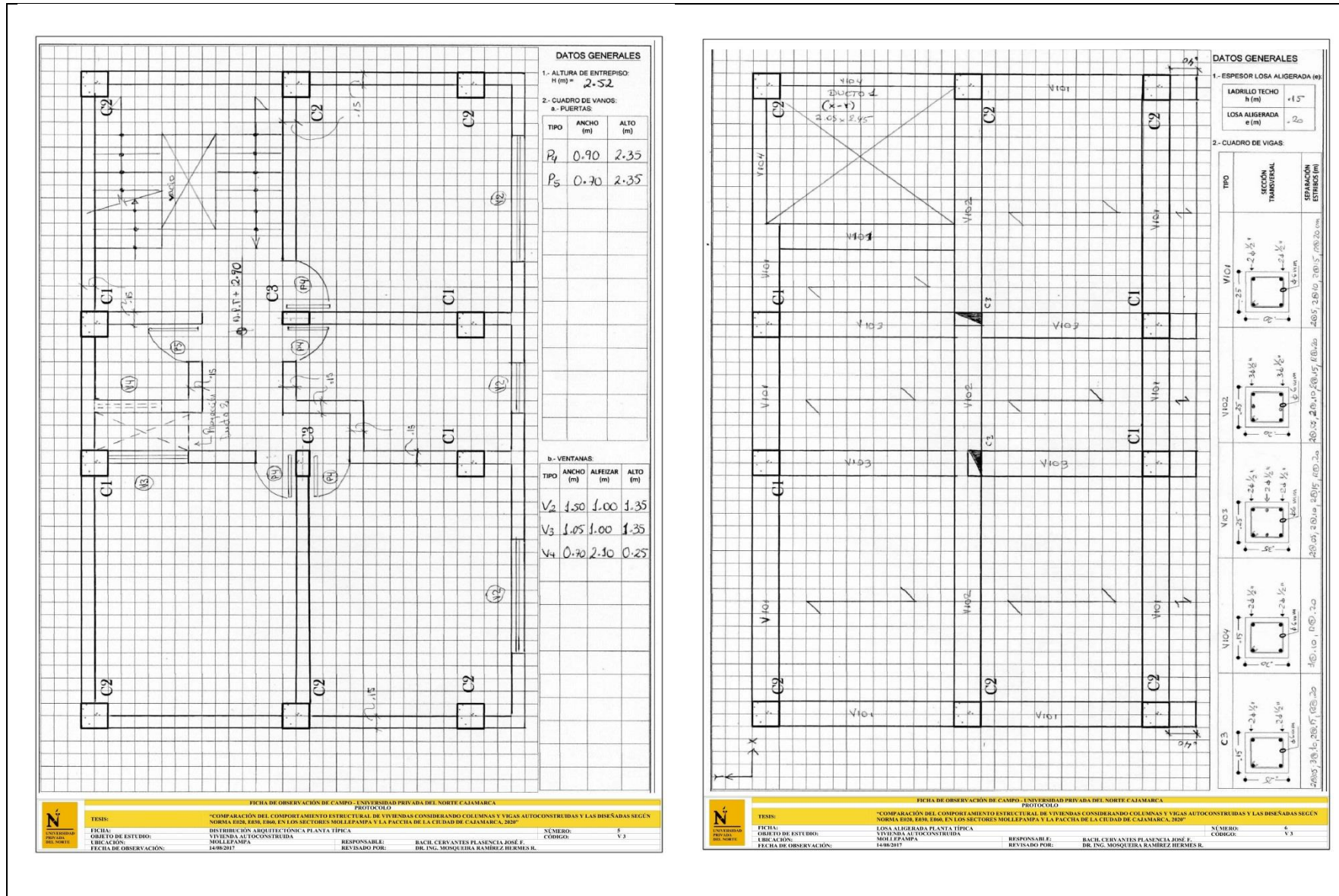
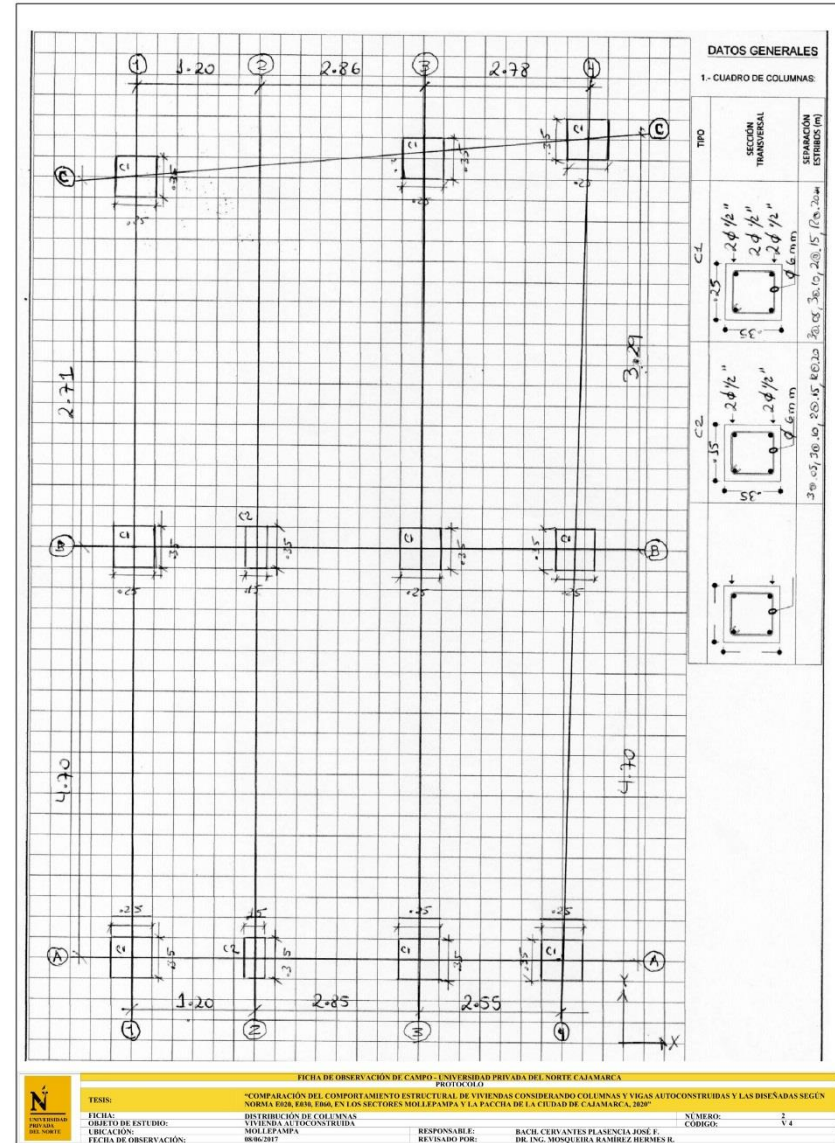
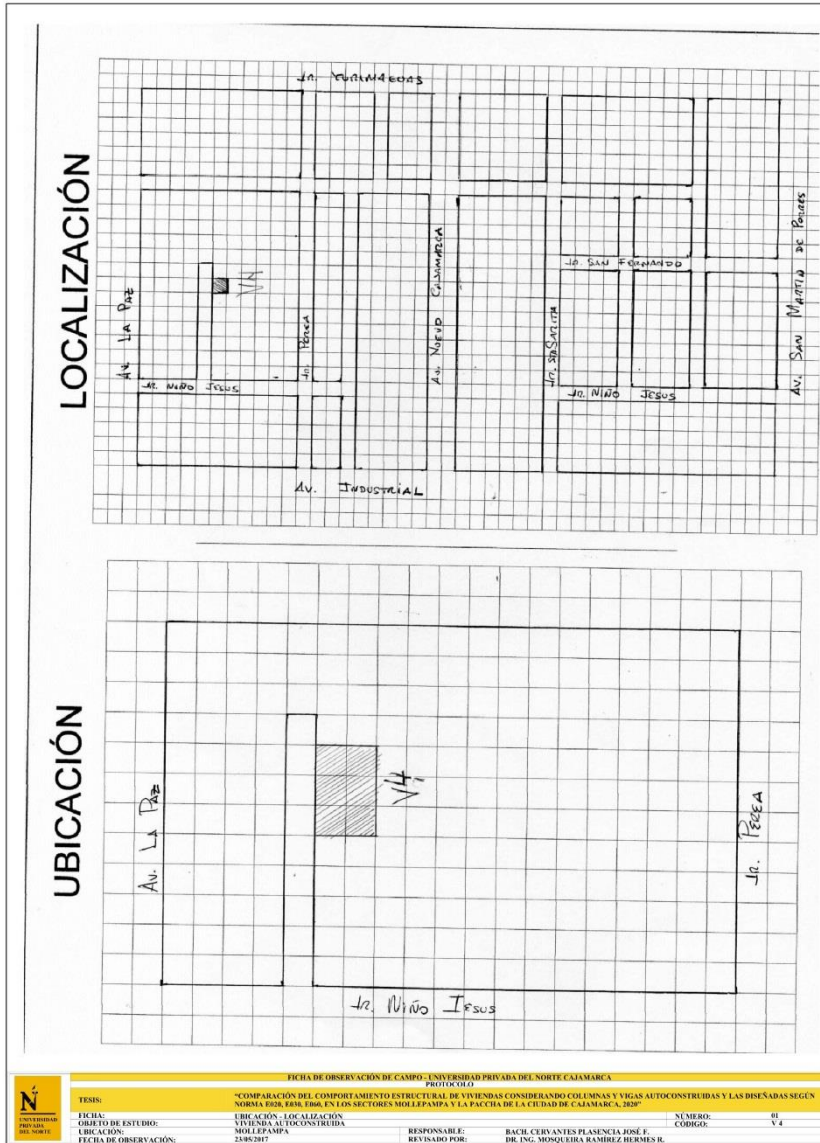
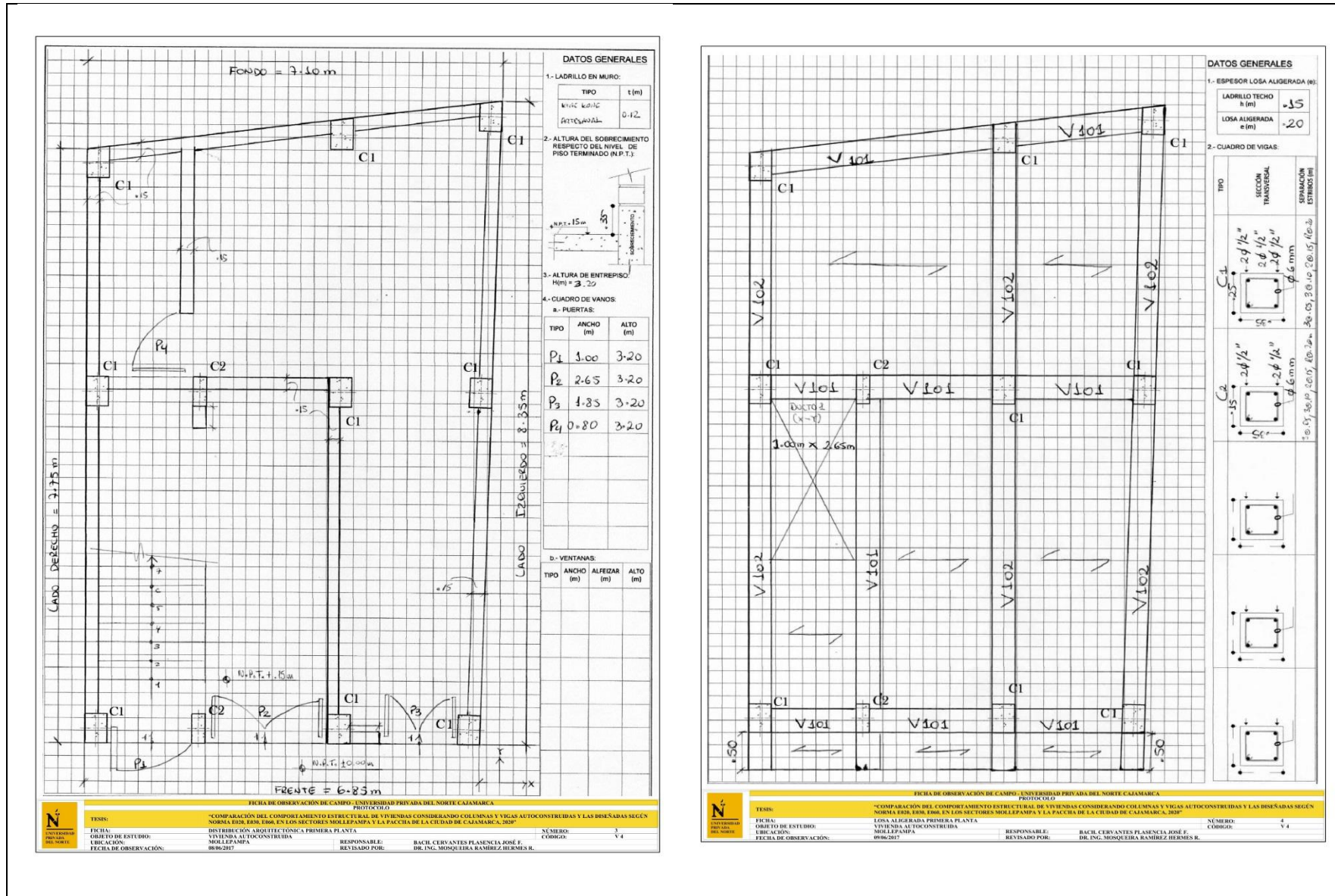


Figura 88. Fichas de campo vivienda 3









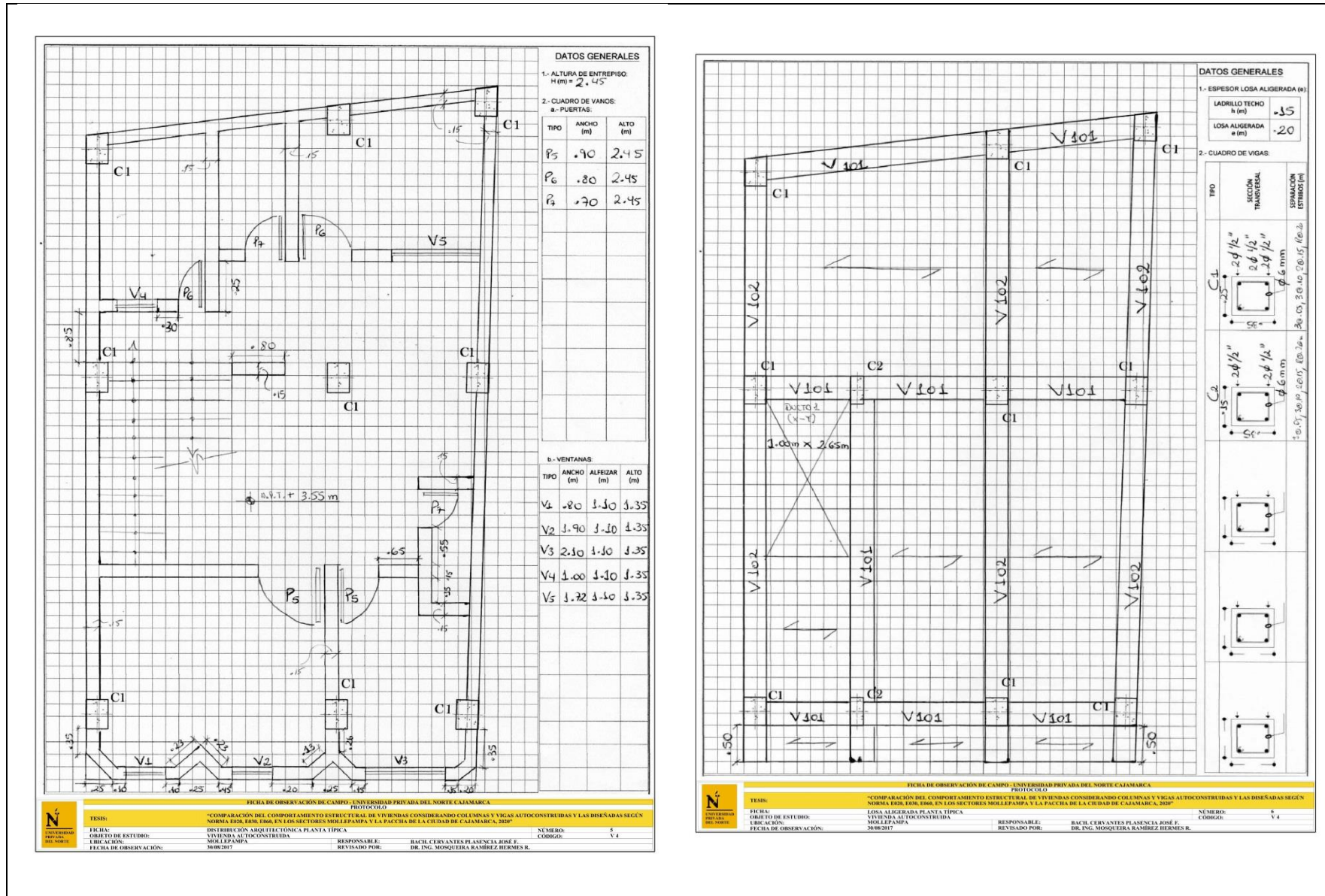
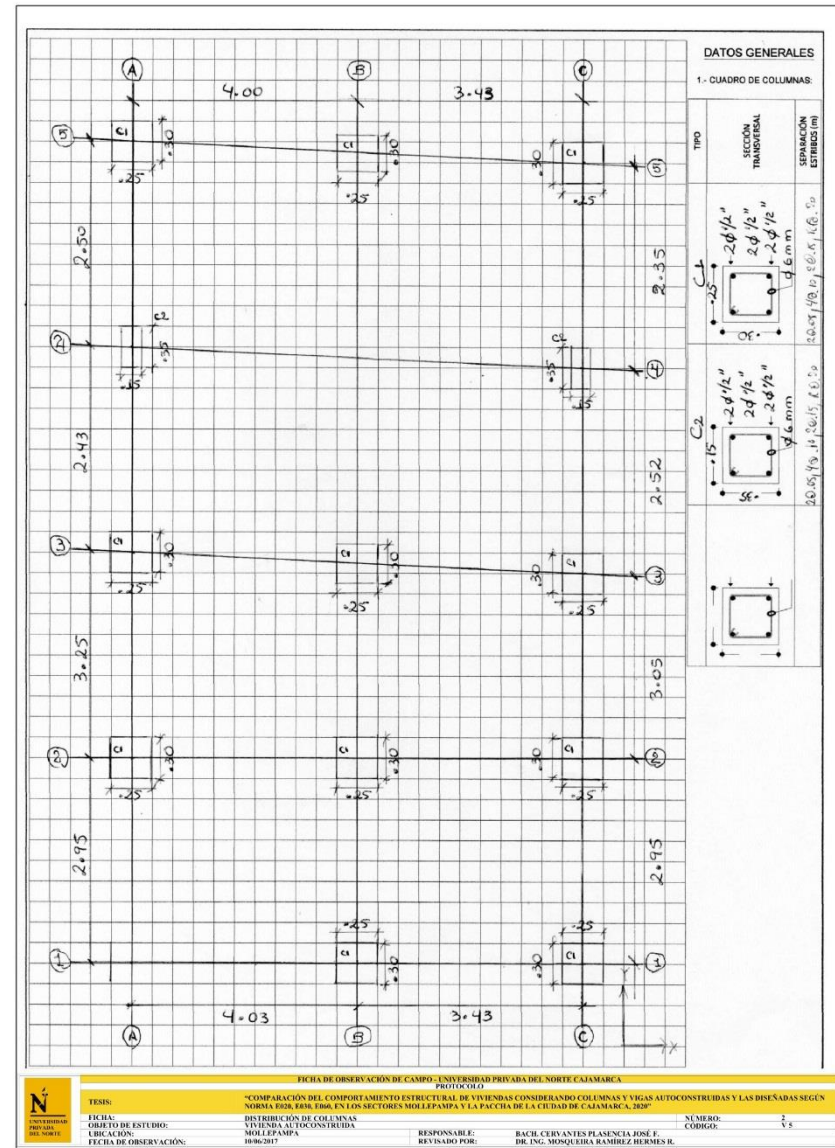
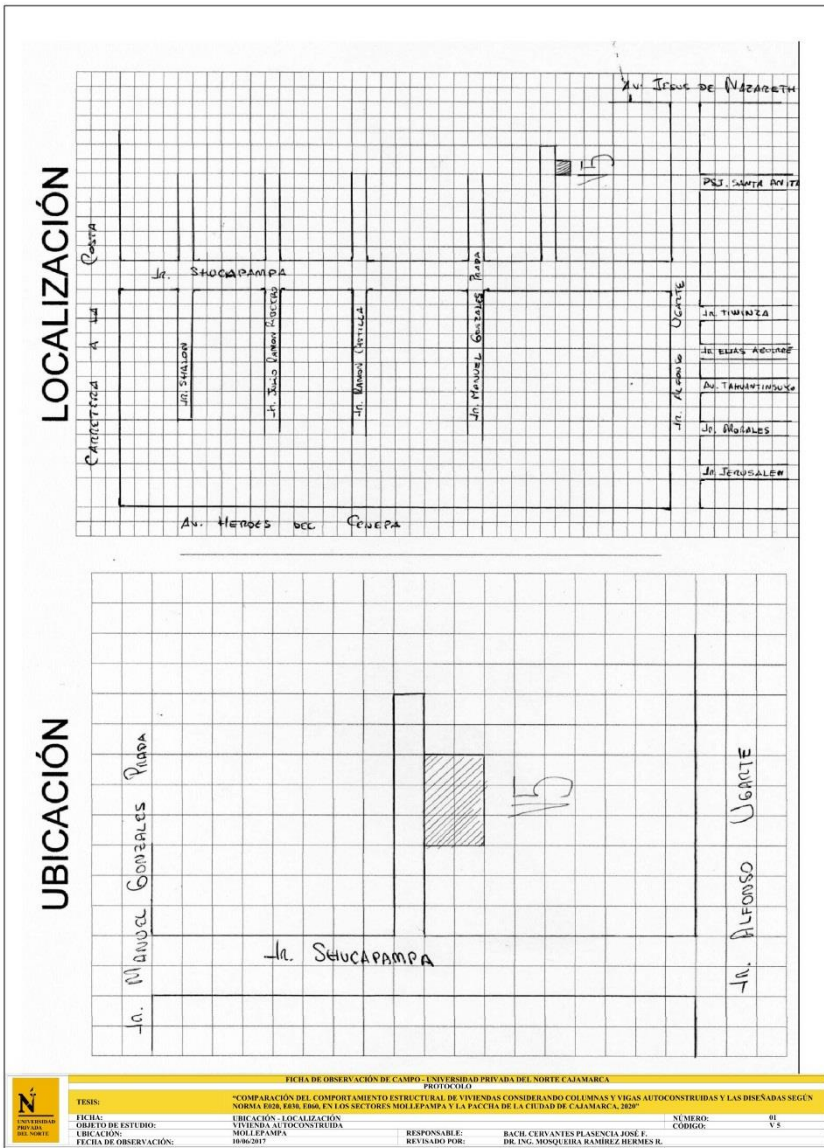
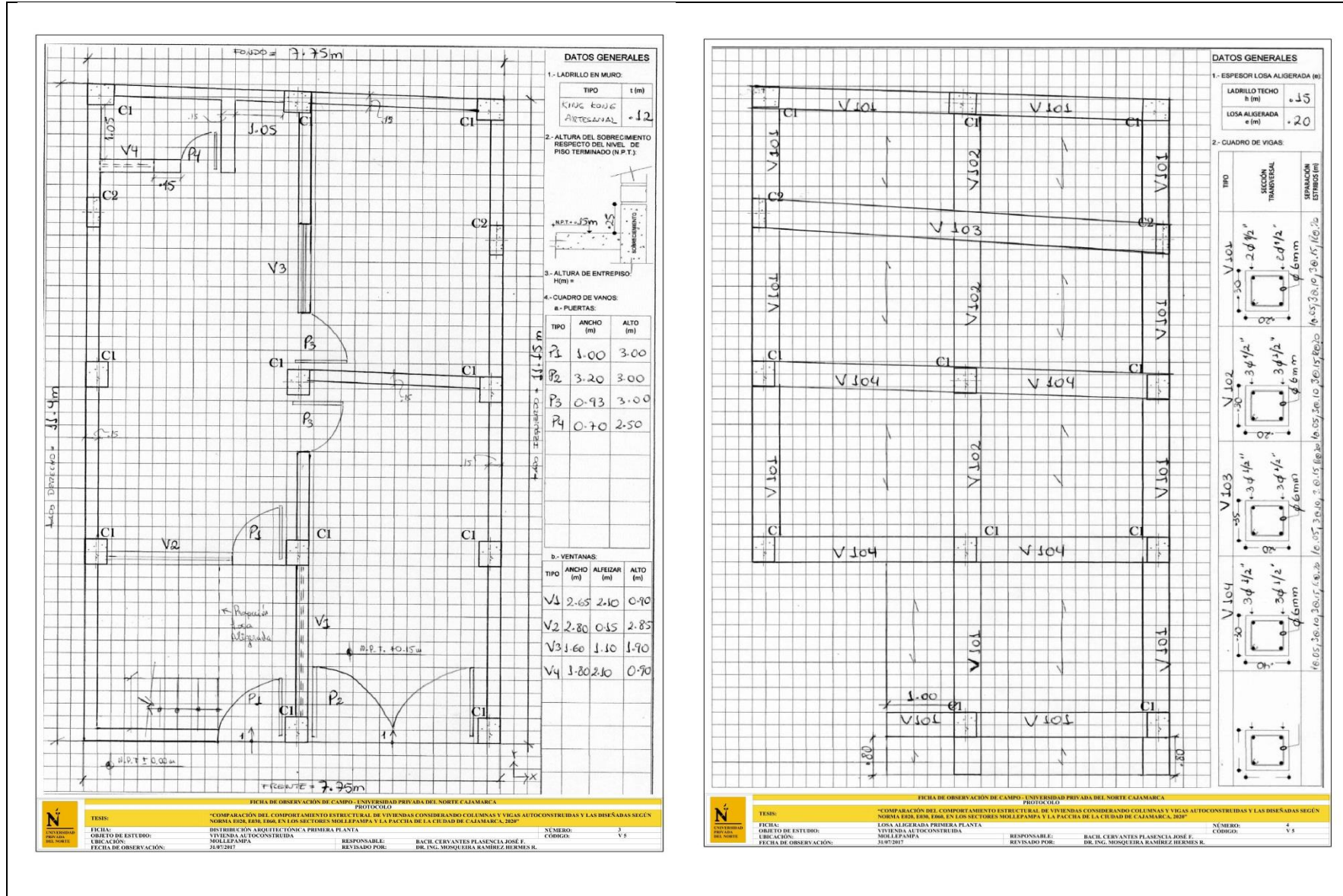


Figura 89. Fichas de campo vivienda 4







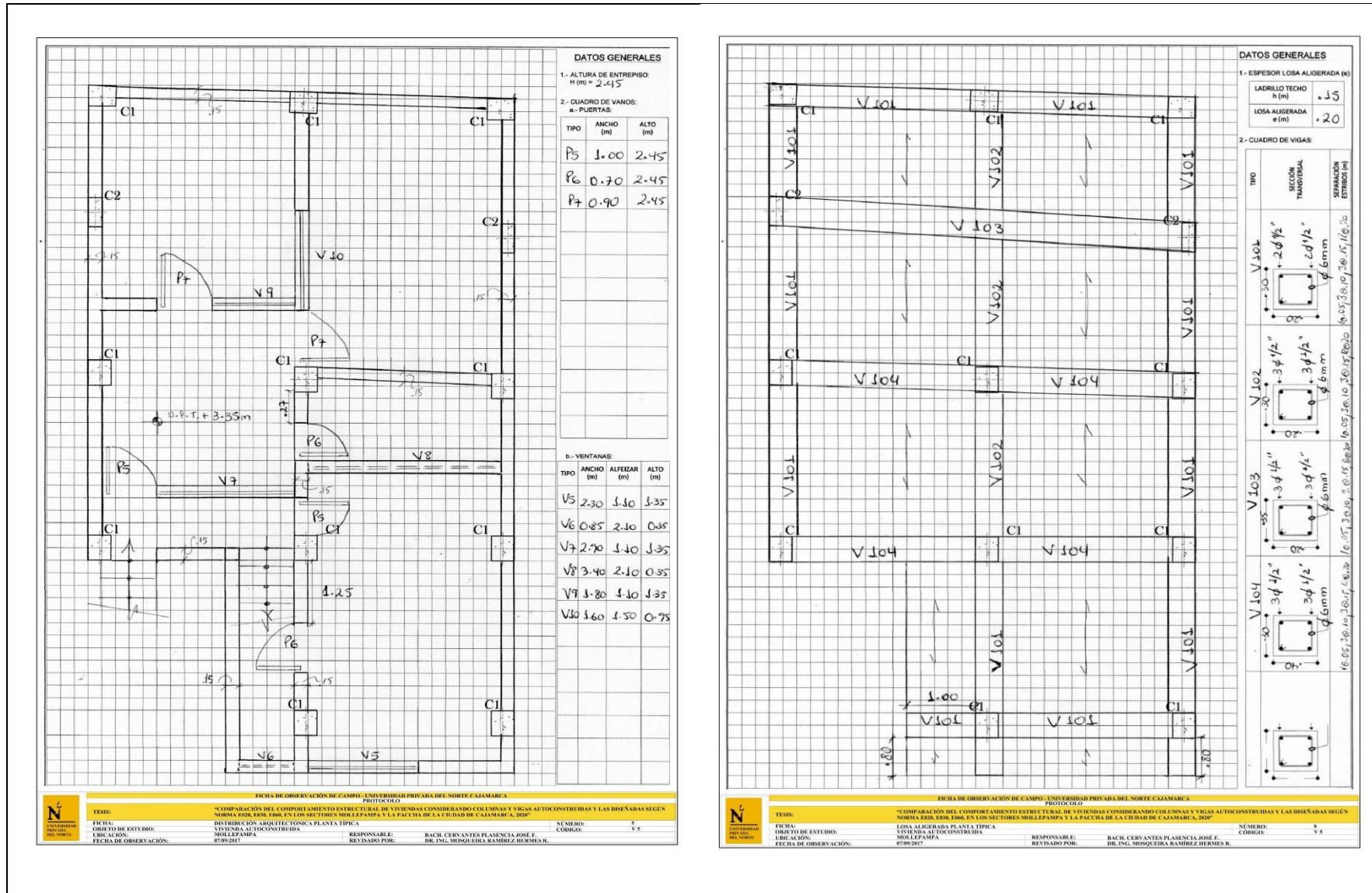
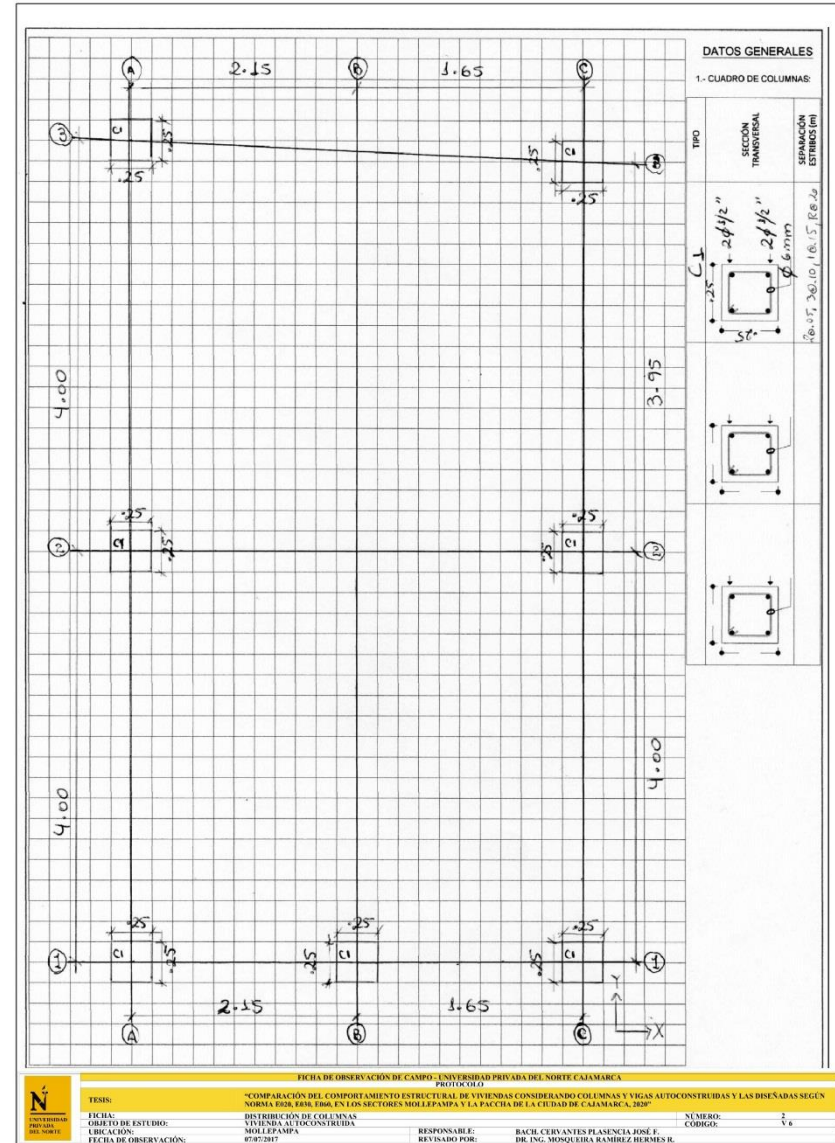
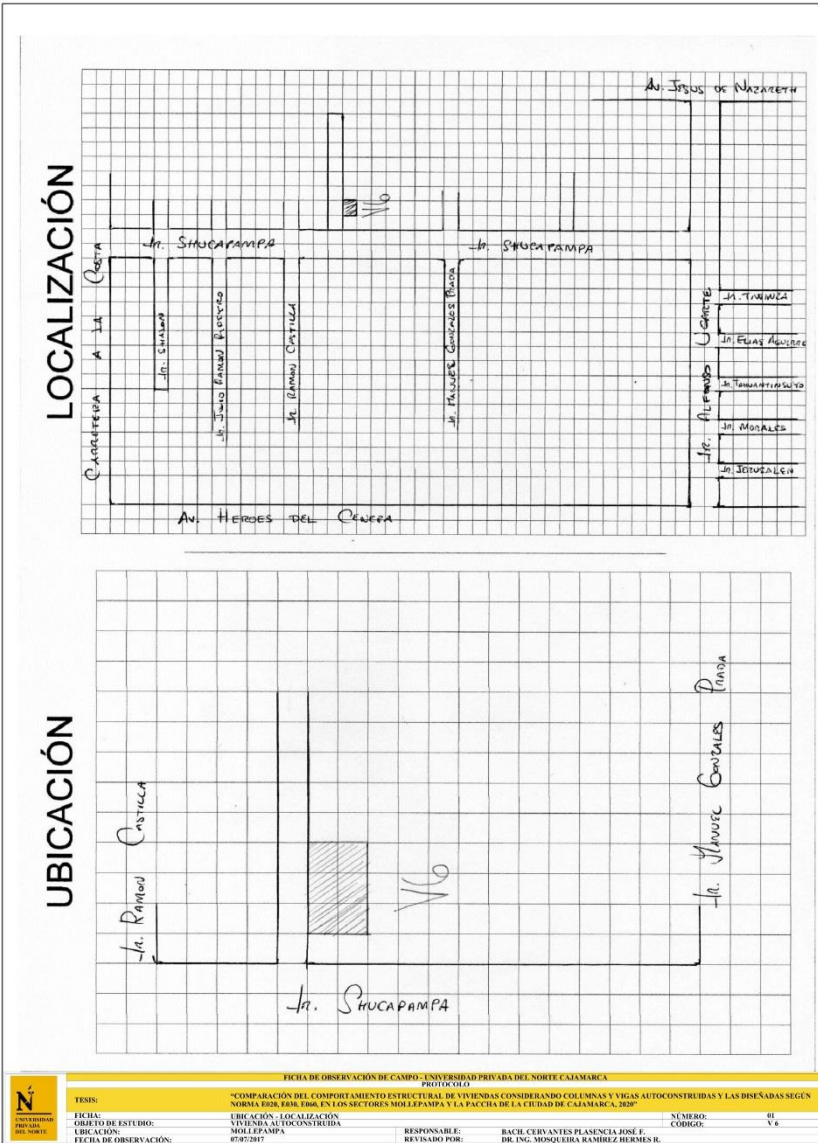
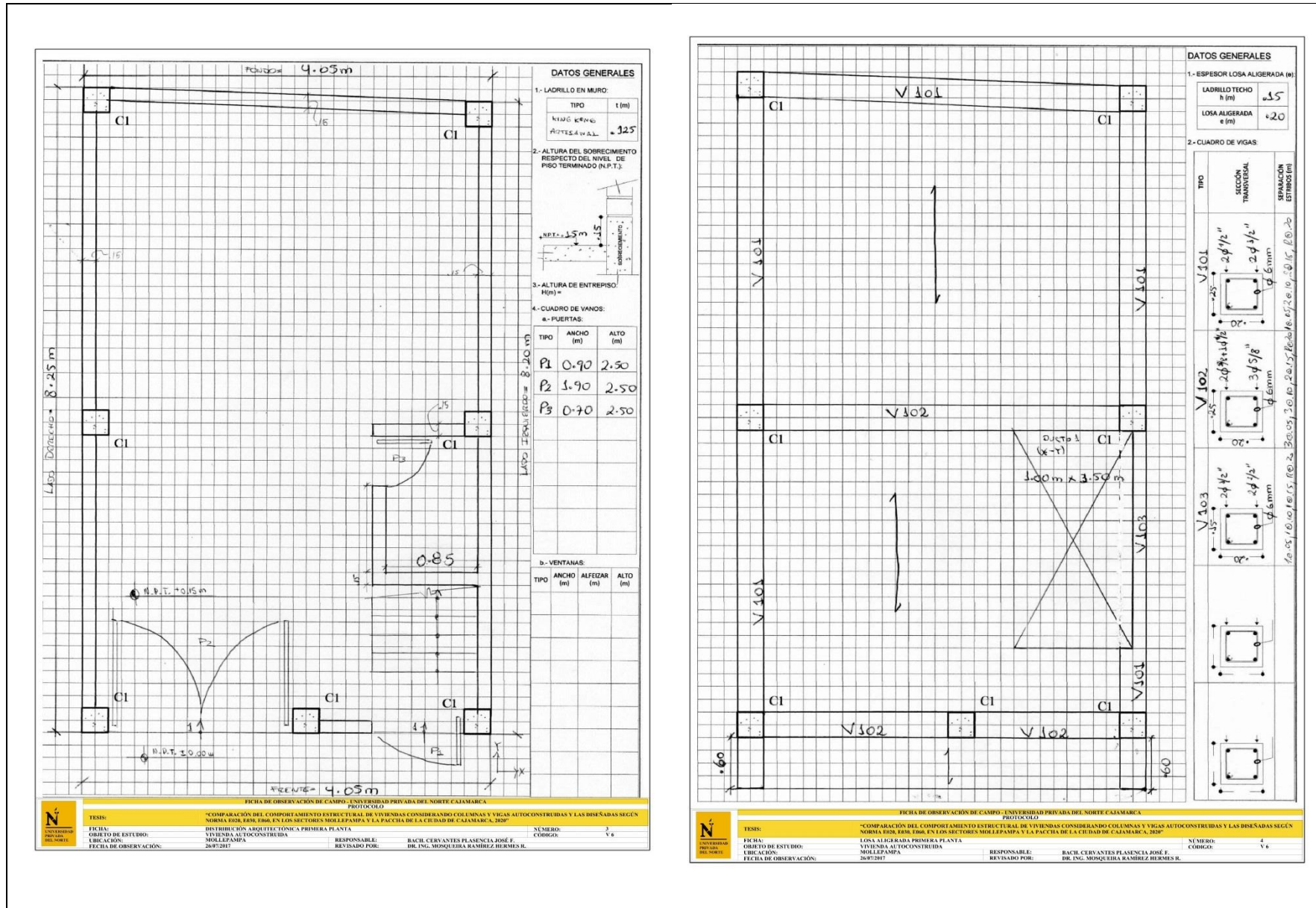


Figura 90. Fichas de campo vivienda 4









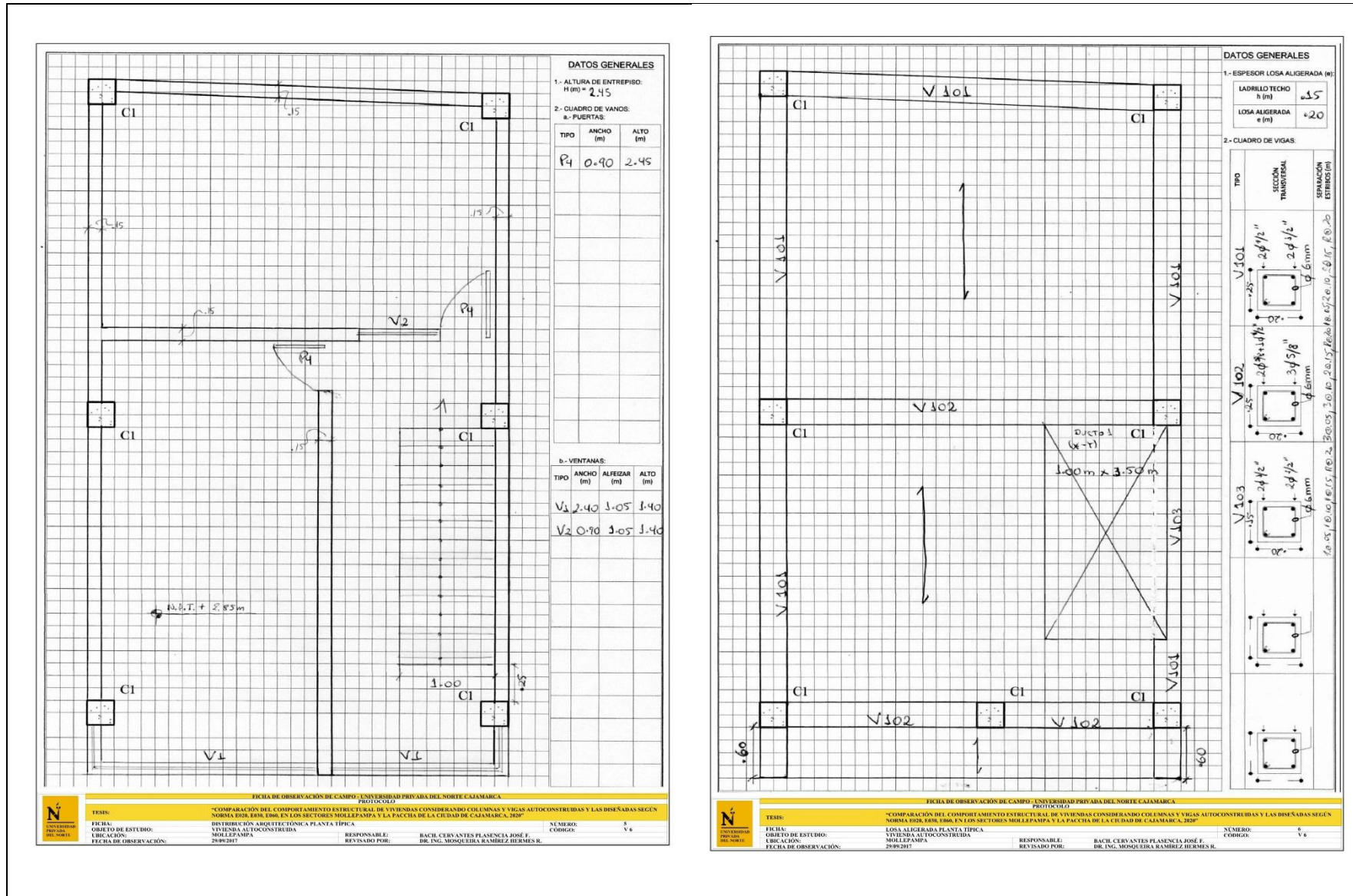
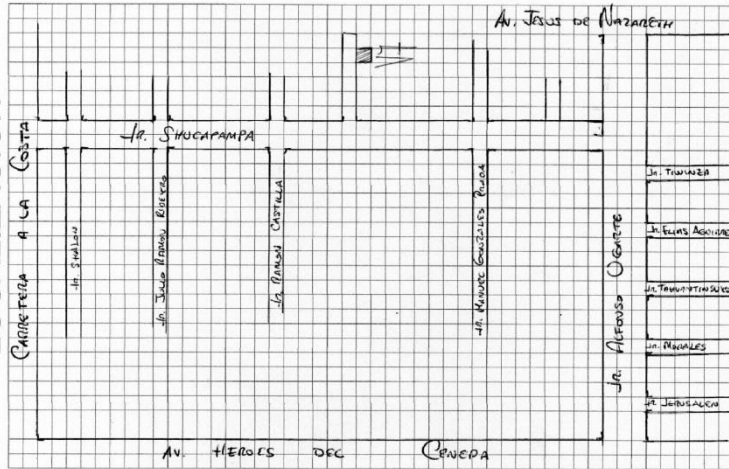


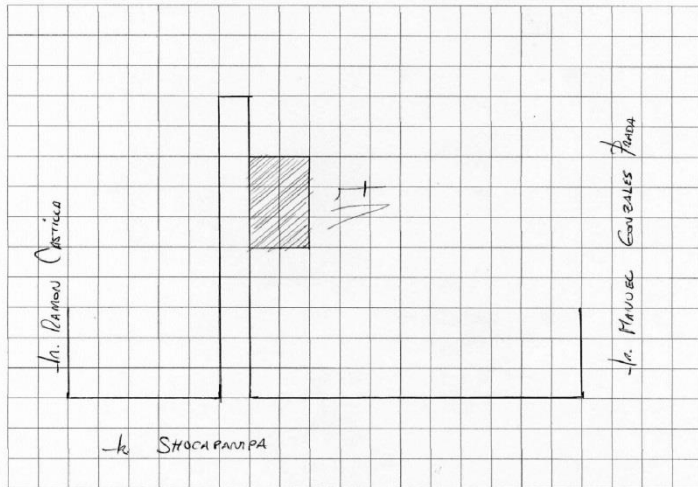
Figura 91. Fichas de campo vivienda 6



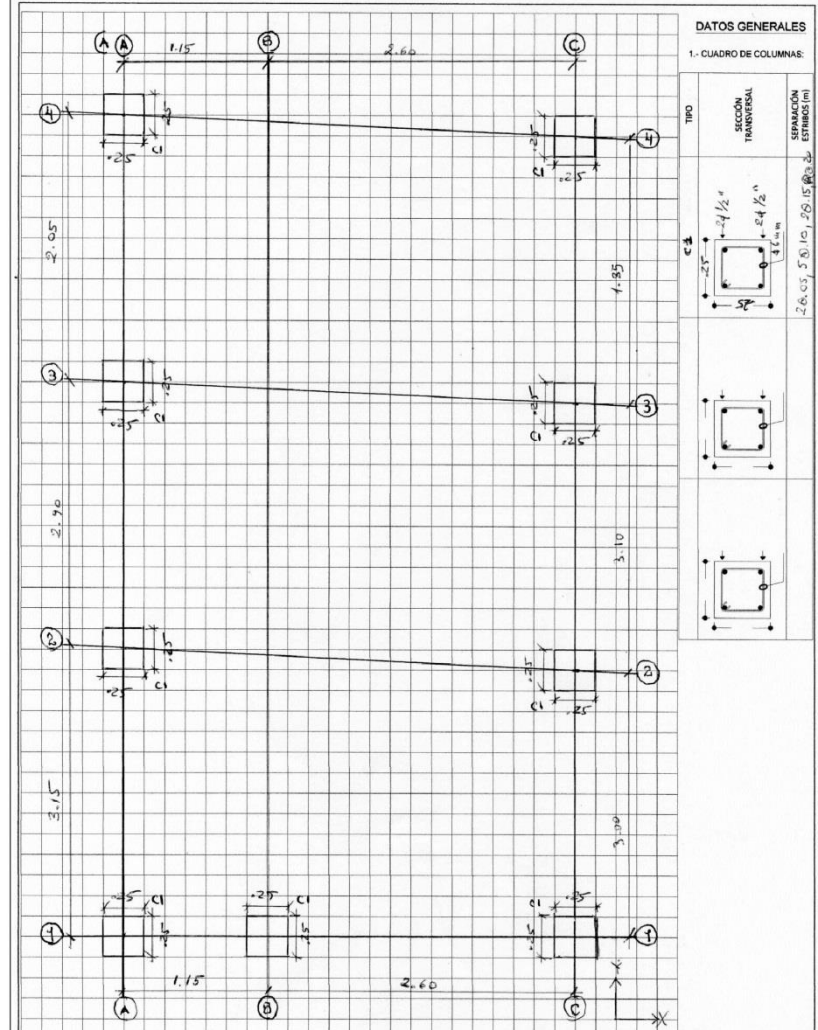
### LOCALIZACIÓN



### UBICACIÓN



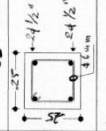
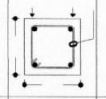
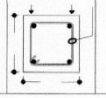
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROYECTO			
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"		
FECHA:	UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	NÚMERO:	01
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CODIGO:	V-7
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE:	BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	20/06/2017	REVISADO POR:	DR. ING. MONSIEIRA RAMÍREZ BERMES R.

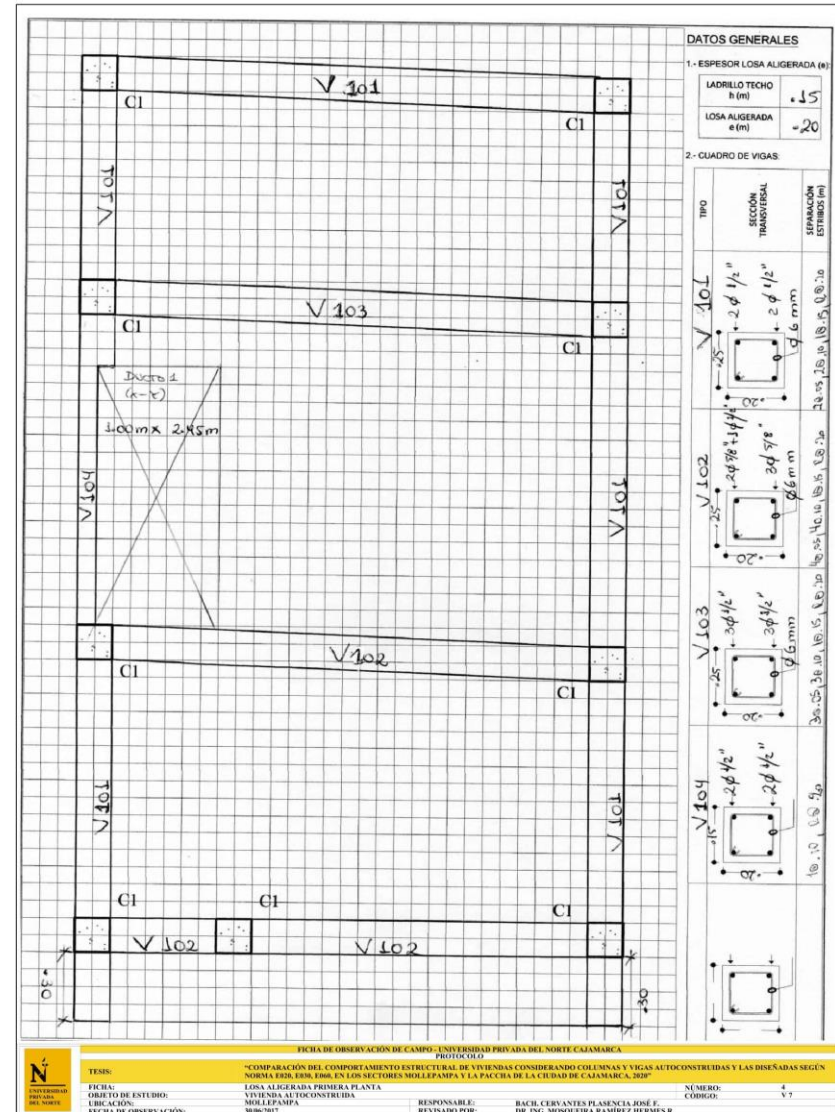
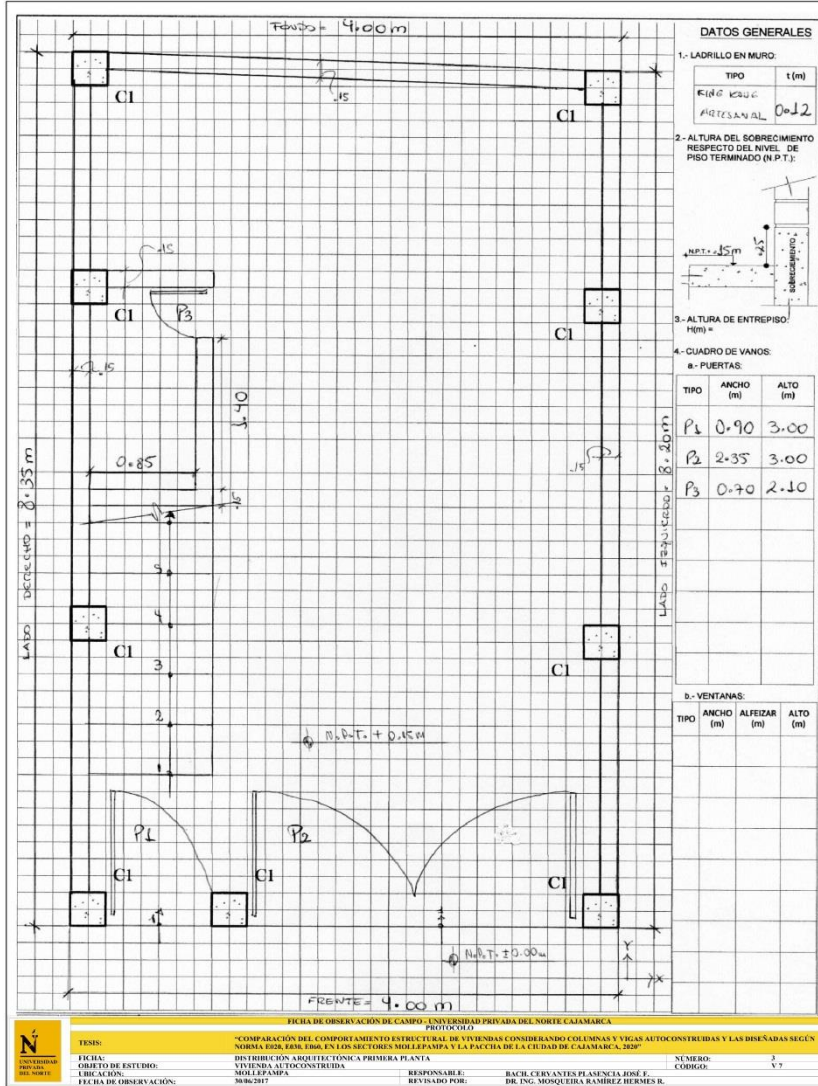


FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROYECTO			
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"		
FECHA:	DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS	NÚMERO:	2
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CODIGO:	V-7
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE:	BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	20/06/2017	REVISADO POR:	DR. ING. MONSIEIRA RAMÍREZ BERMES R.

#### DATOS GENERALES

##### 1.- CUADRO DE COLUMNAS:

TIPO	SECCIÓN TRANSVERSAL	SEPARACIÓN ESTIMADA (m)
C-4		2.60, 2.60, 2.60, 2.60, 2.60, 2.60
		
		





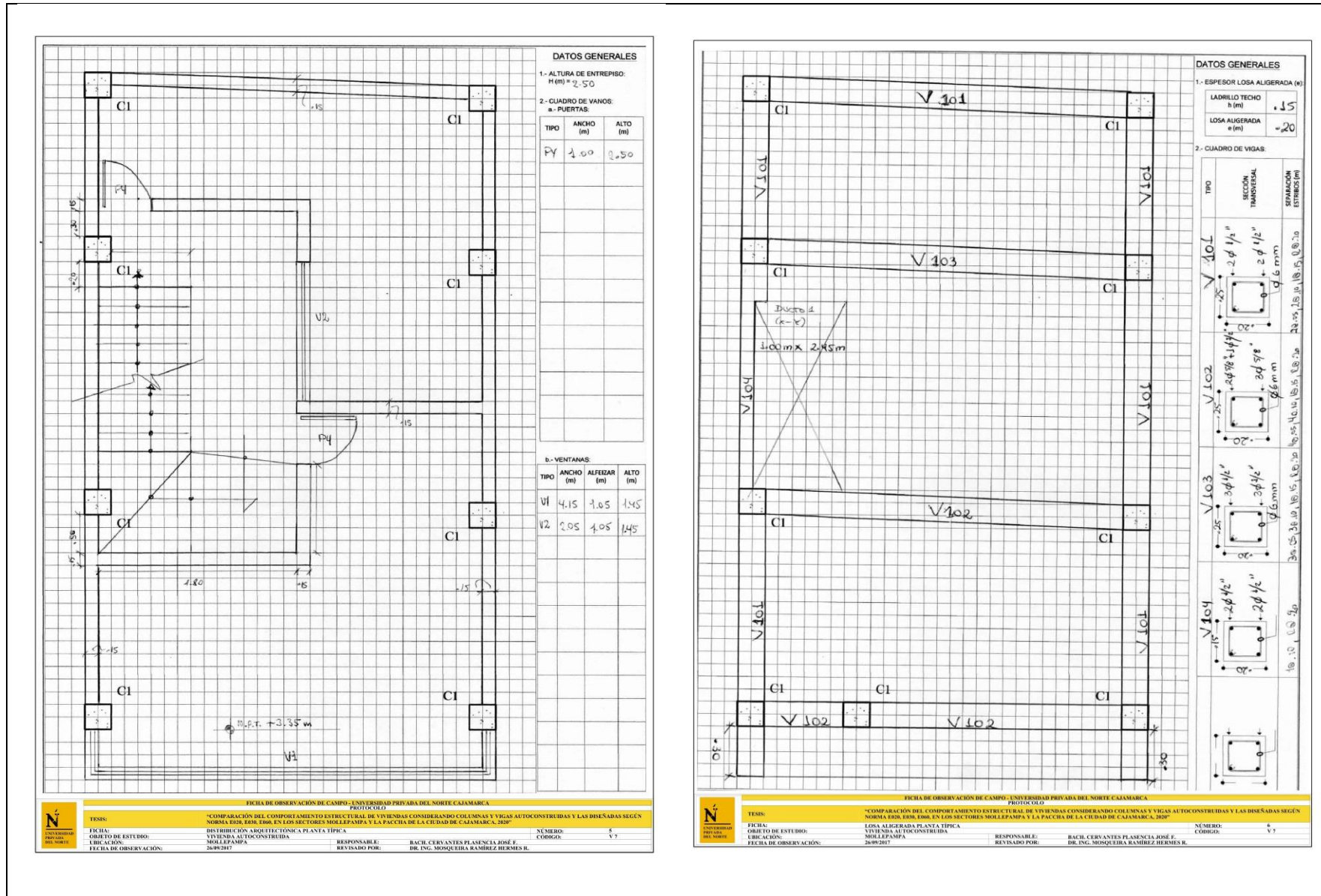
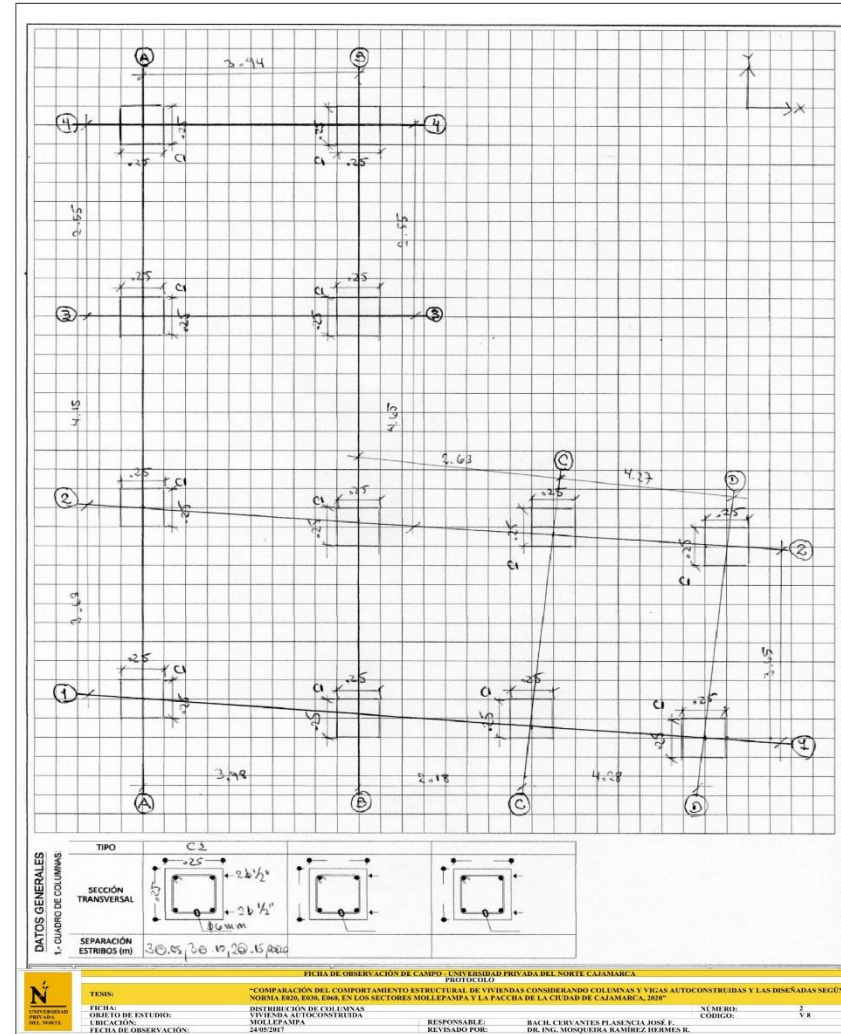
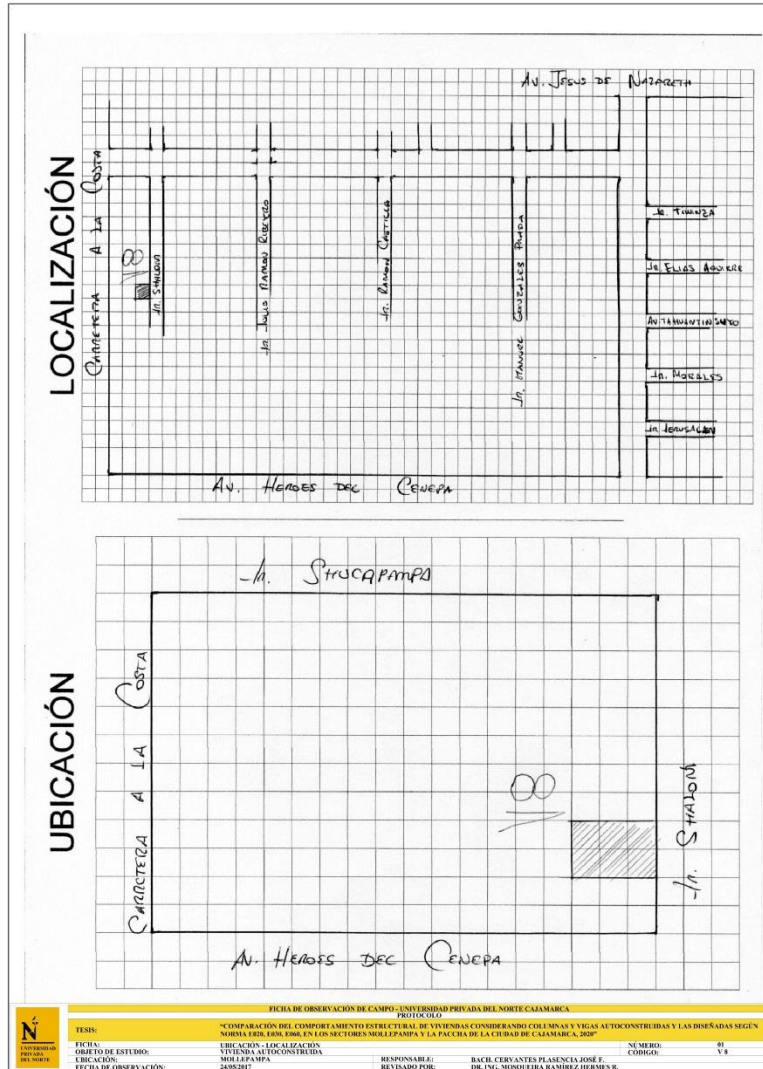
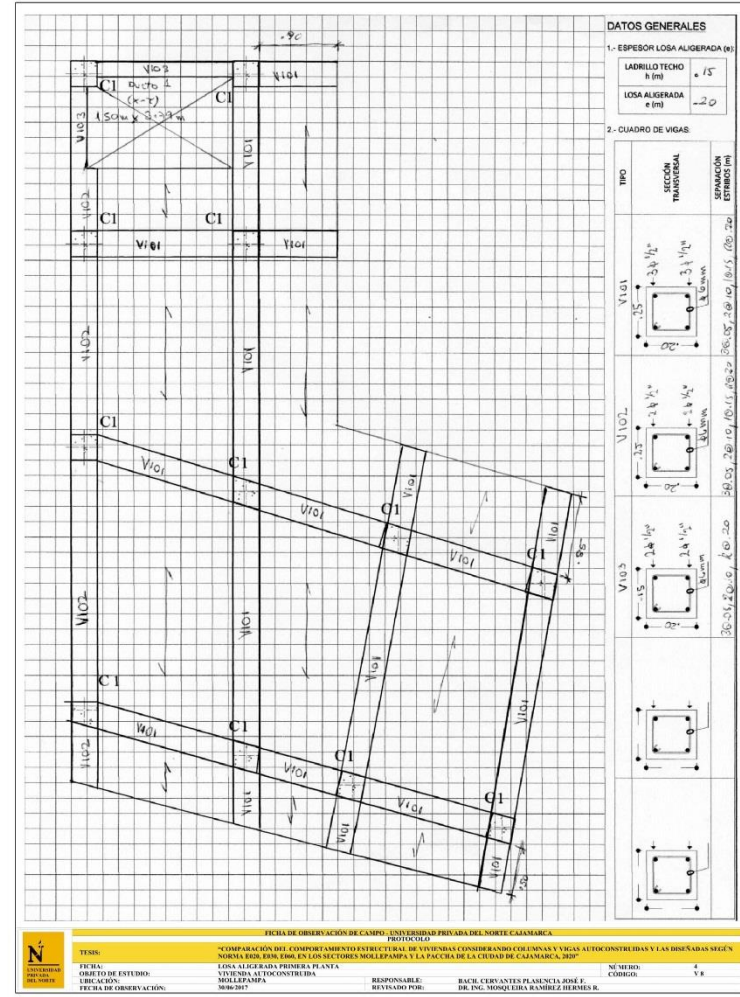
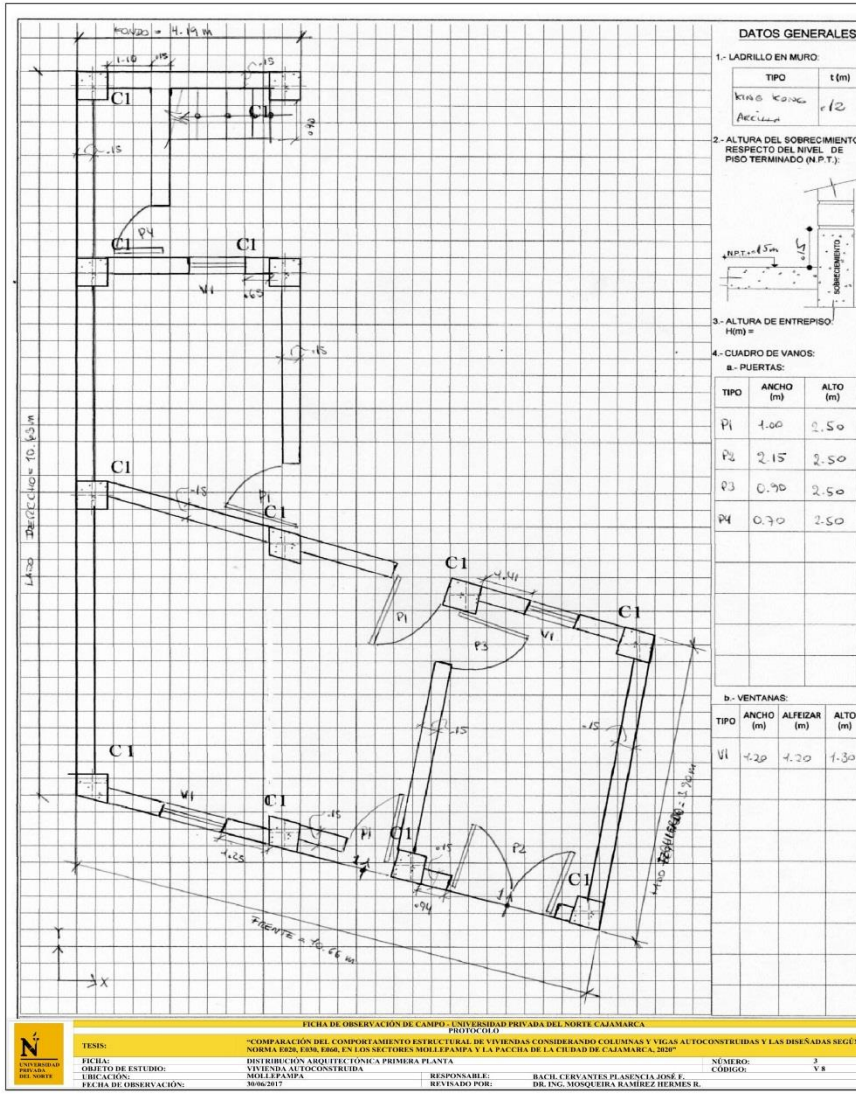


Figura 92. Fichas de campo vivienda 7







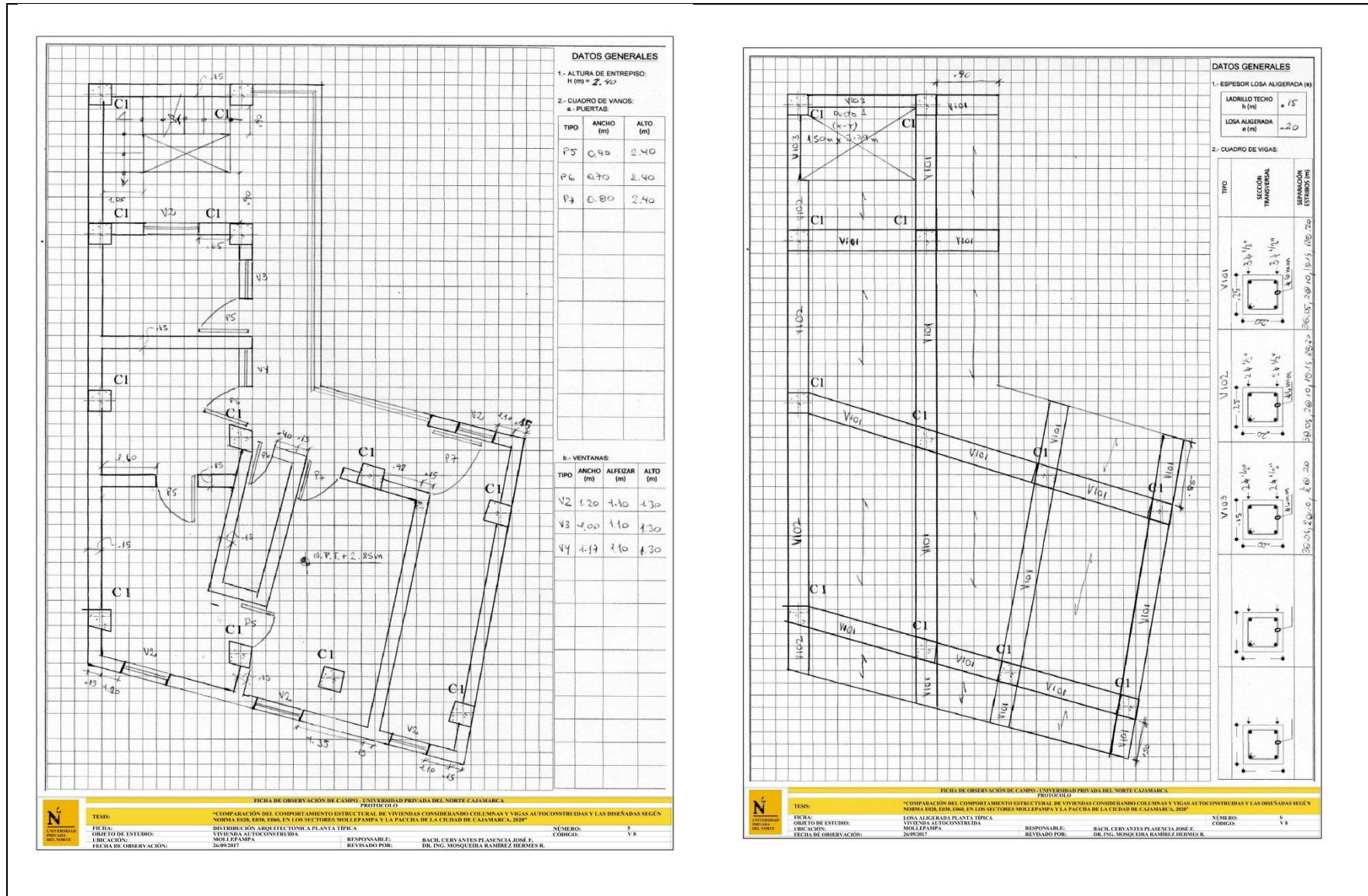
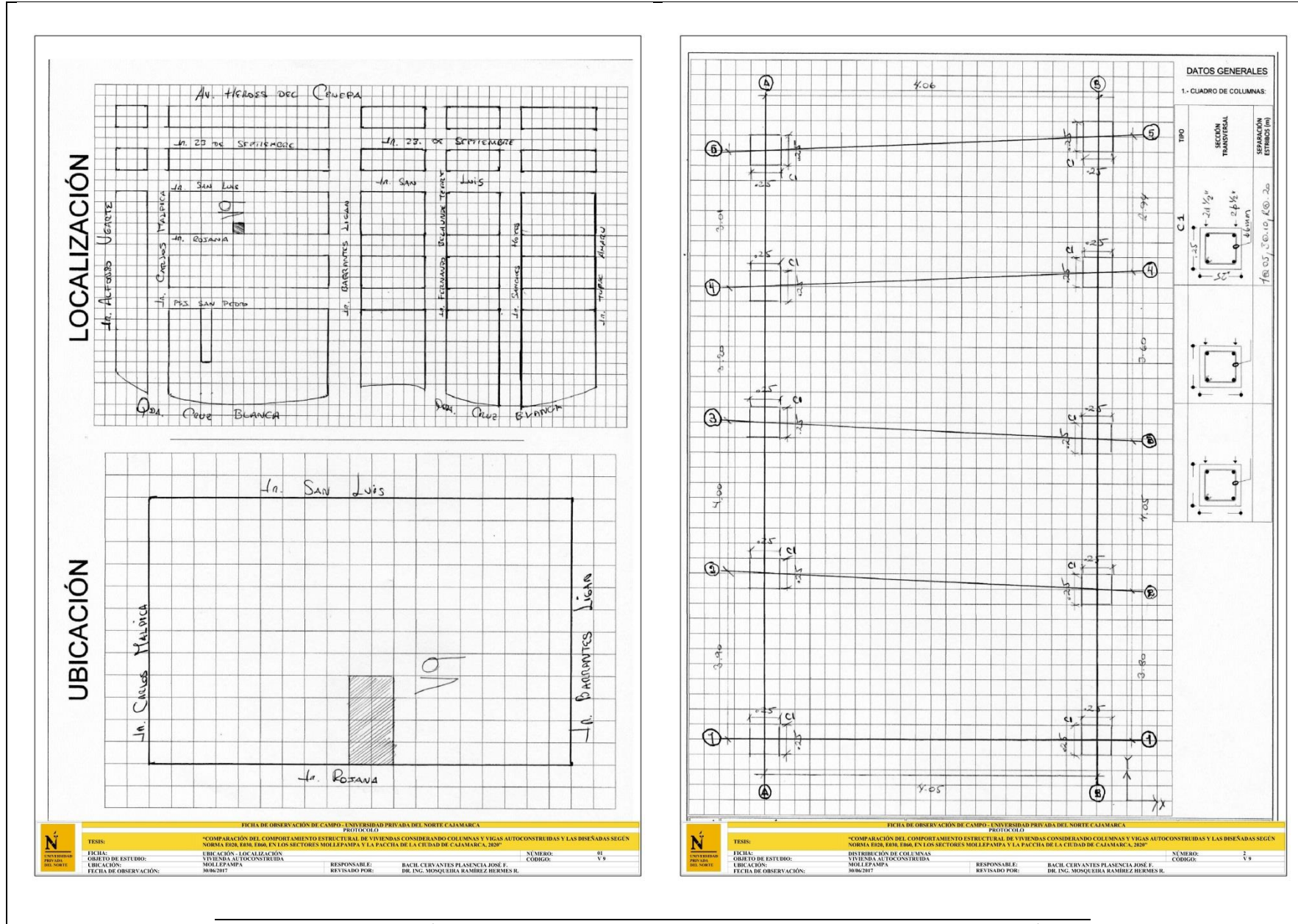
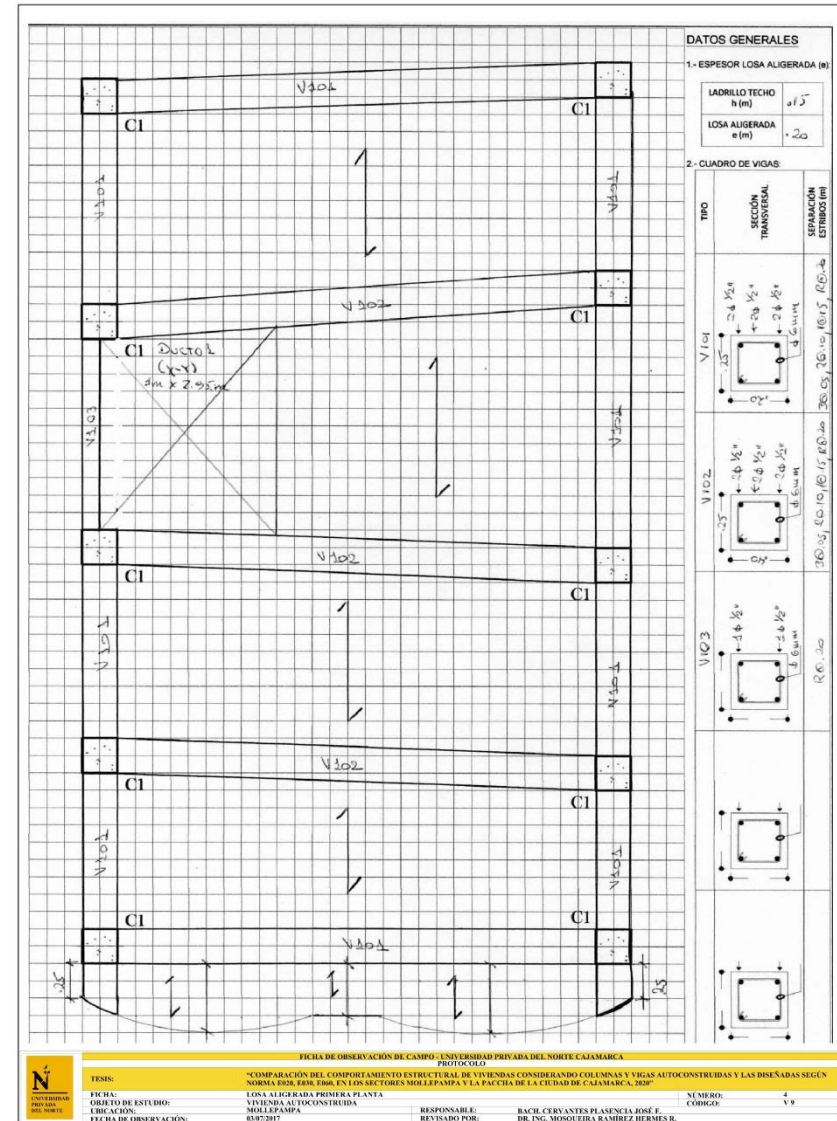
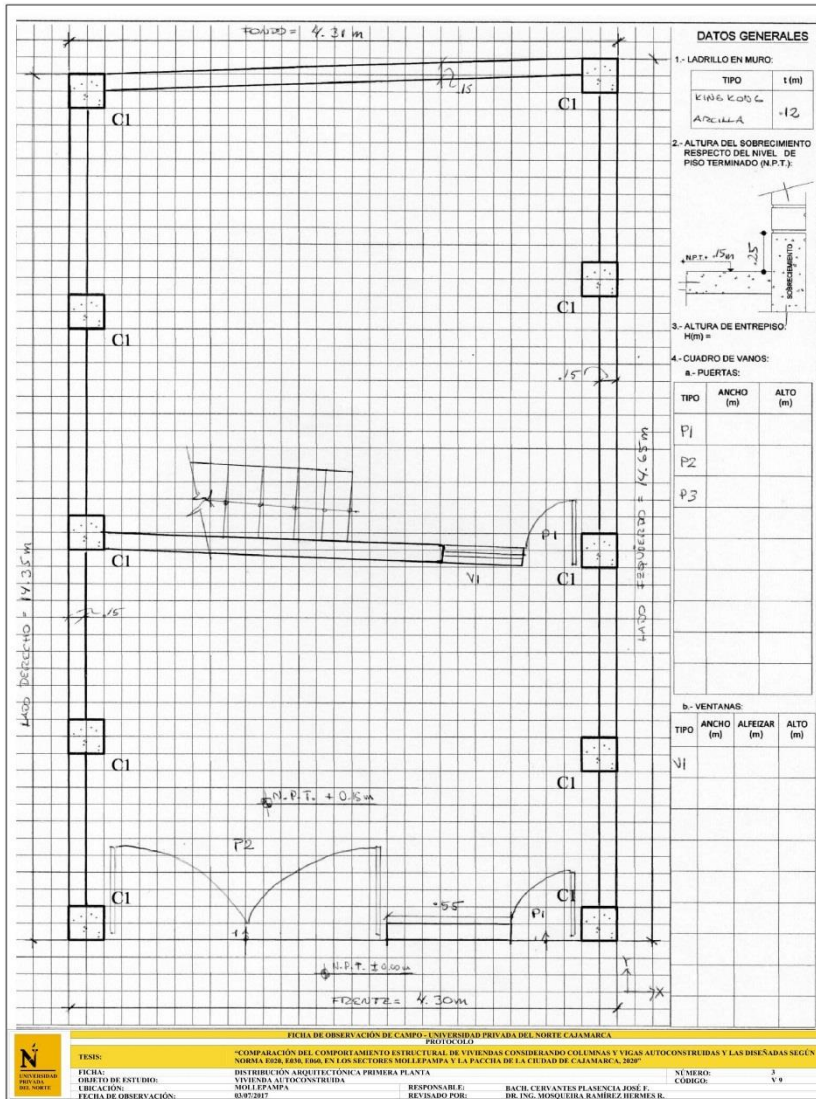


Figura 93. Fichas de campo vivienda 8









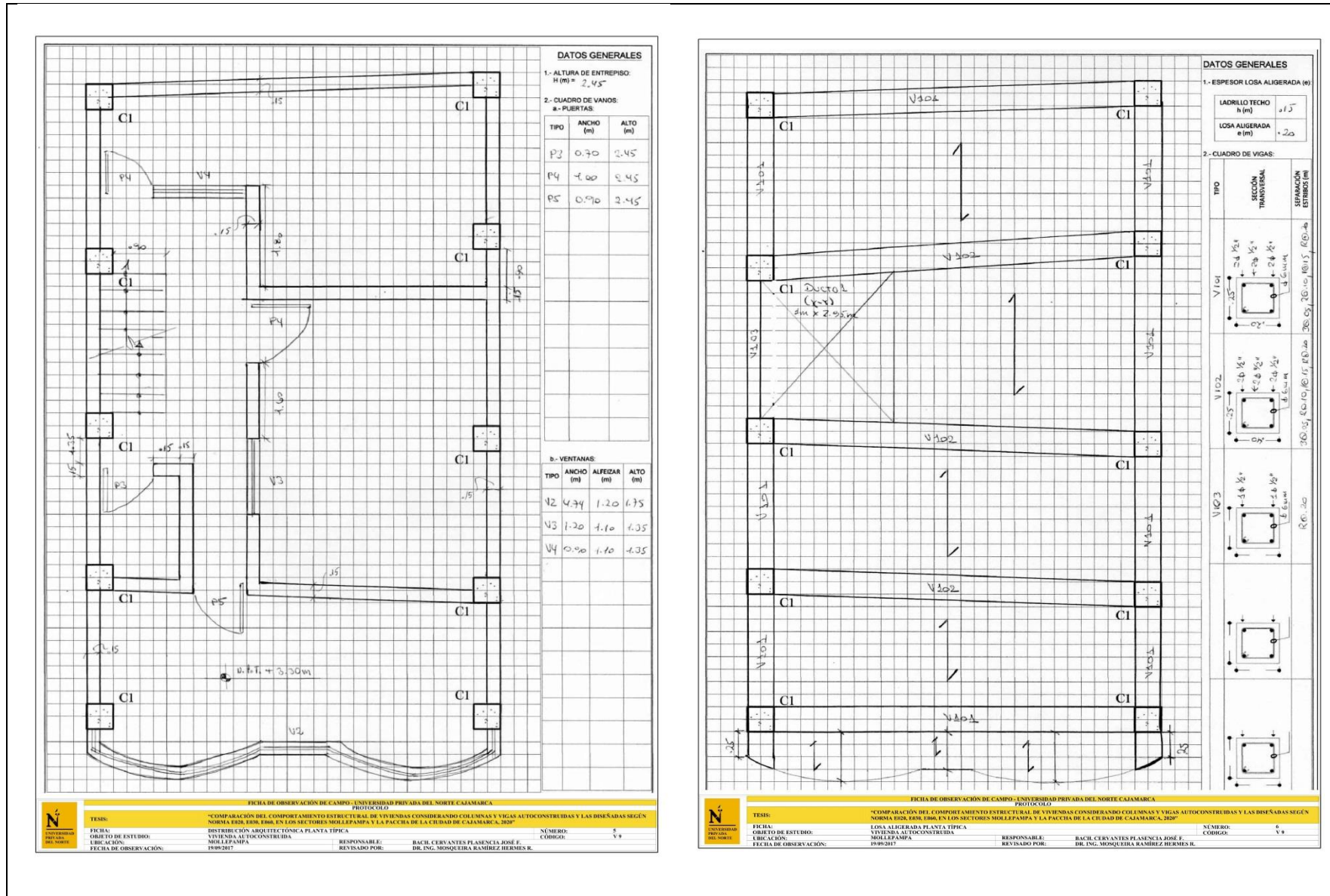
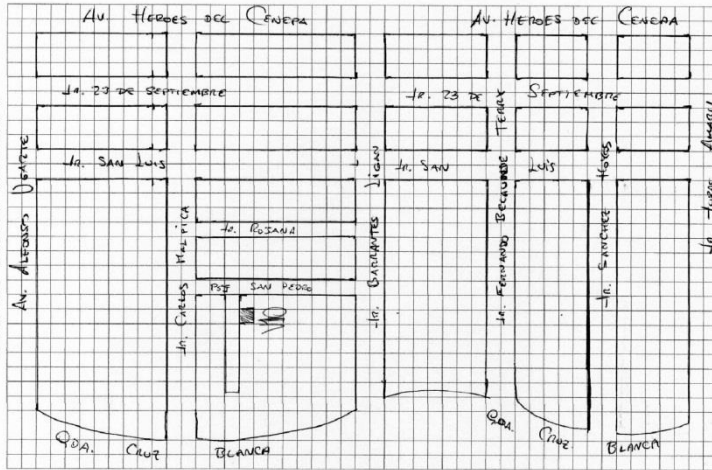
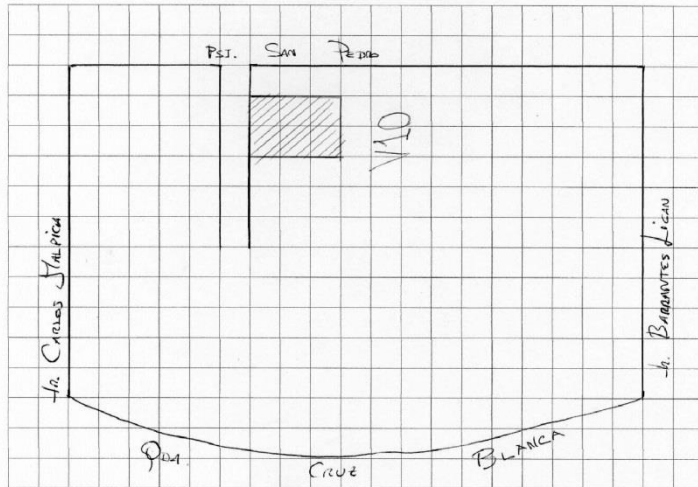


Figura 94. Fichas de campo vivienda 9

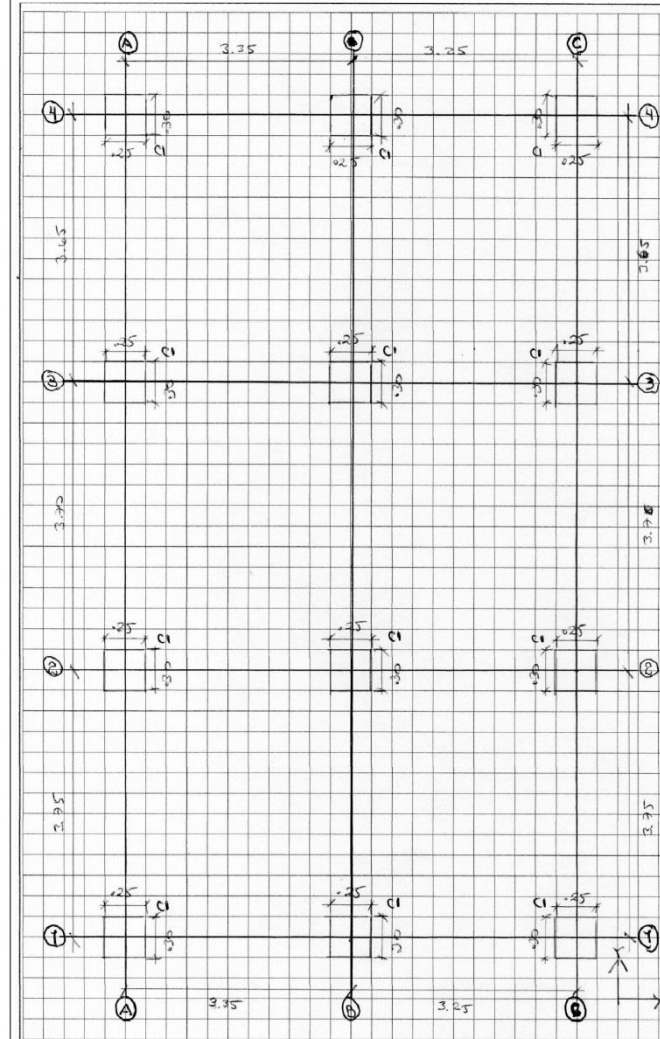
LOCALIZACIÓN



UBICACIÓN

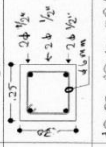
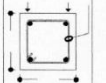
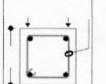


FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROYECTO			
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"		
FICHA:	UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	NÚMERO:	01
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CODIGO:	V-3
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE:	BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	10/05/2017	REVISADO POR:	DR. ING. MONSIEIRA RAMÍREZ BERMES R.



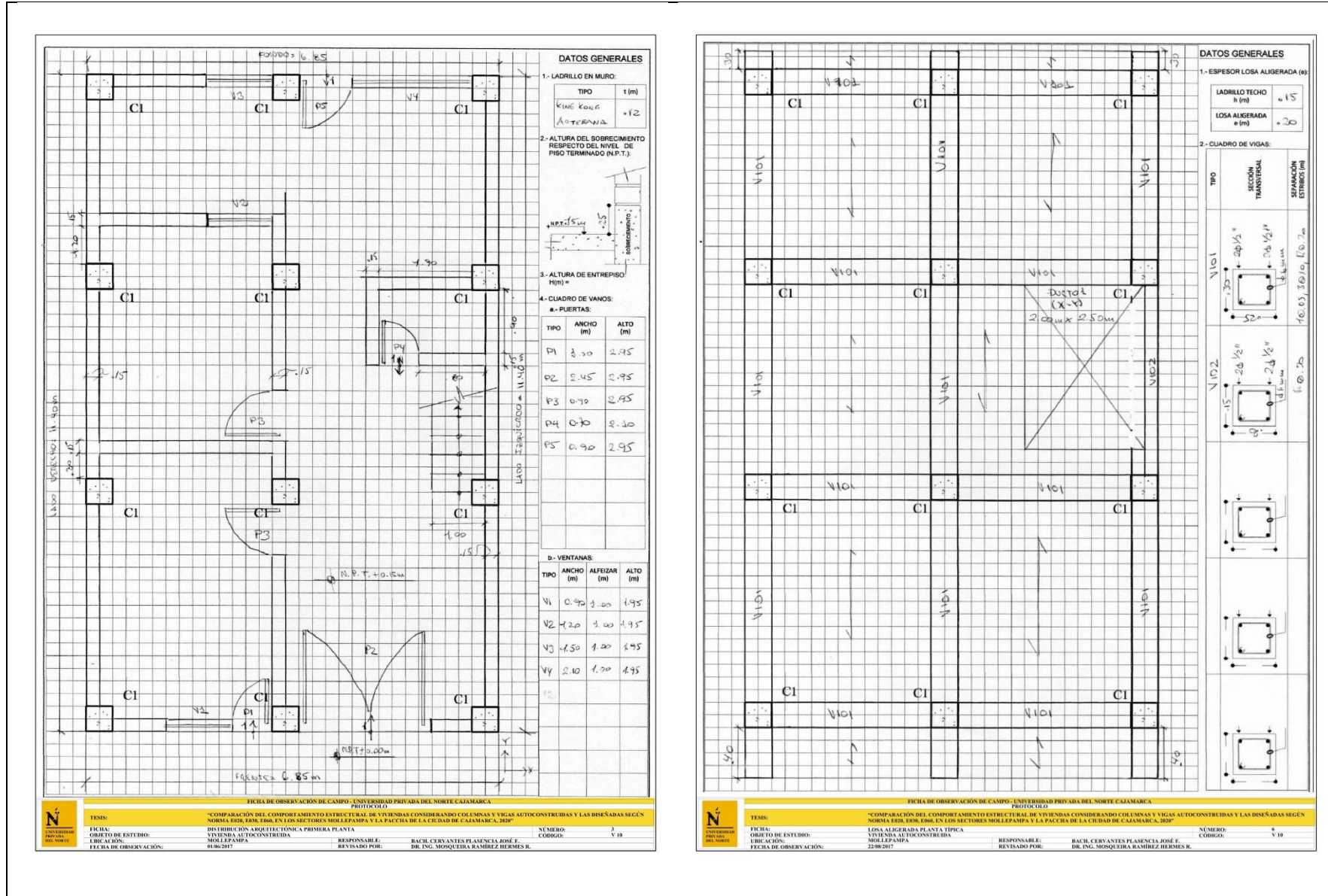
DATOS GENERALES

1.- CUADRO DE COLUMNAS:

TIPO	SECCIÓN TRANSVERSAL	SEPARACIÓN ESTIMADA (m)
CA		3.00, 3.05, 3.10, 3.15, 3.20
		
		

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROYECTO			
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"		
FICHA:	UBICACIÓN DE COLUMNAS	NÚMERO:	2
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CODIGO:	V-10
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE:	BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	10/05/2017	REVISADO POR:	DR. ING. MONSIEIRA RAMÍREZ BERMES R.





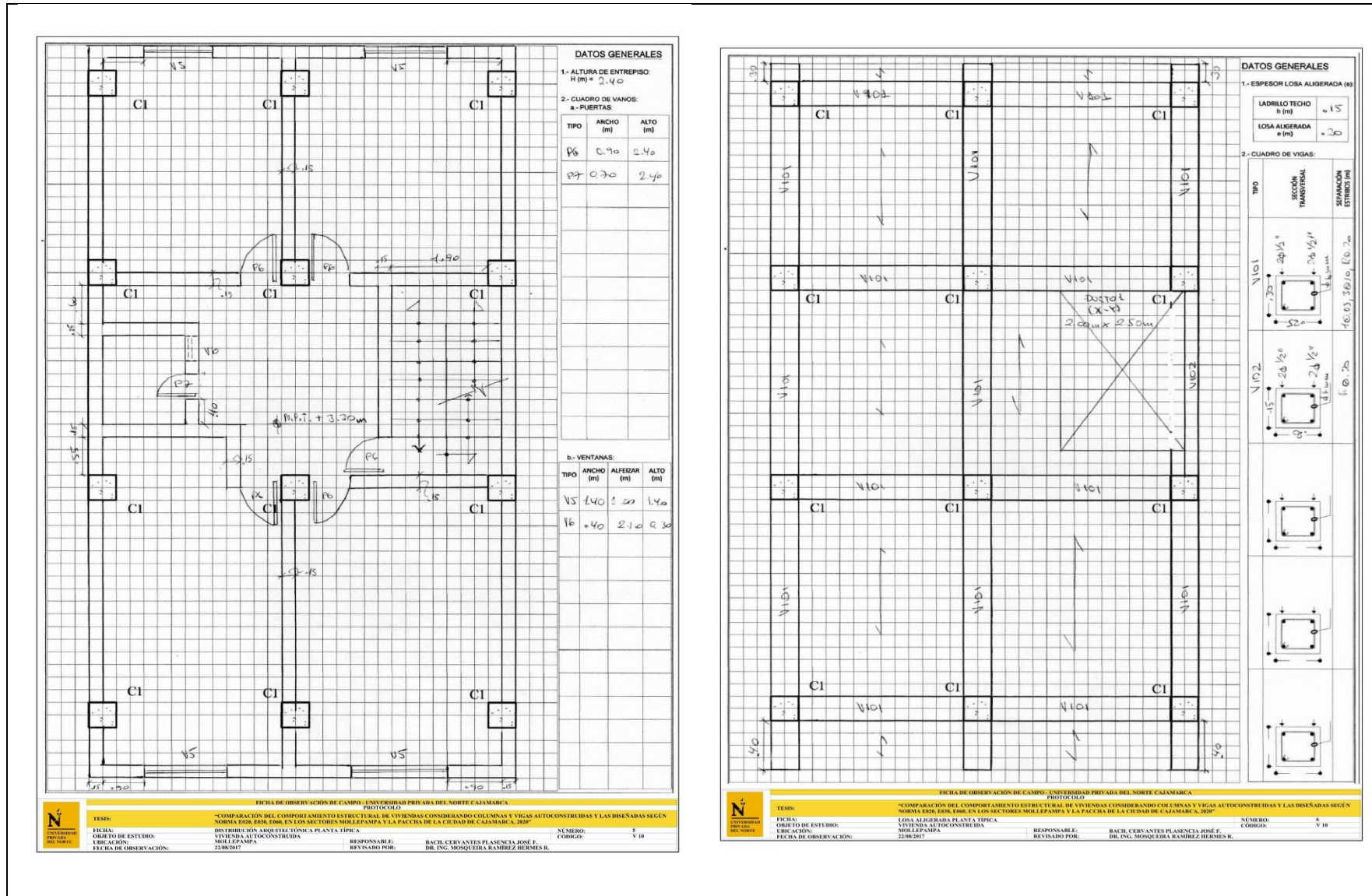
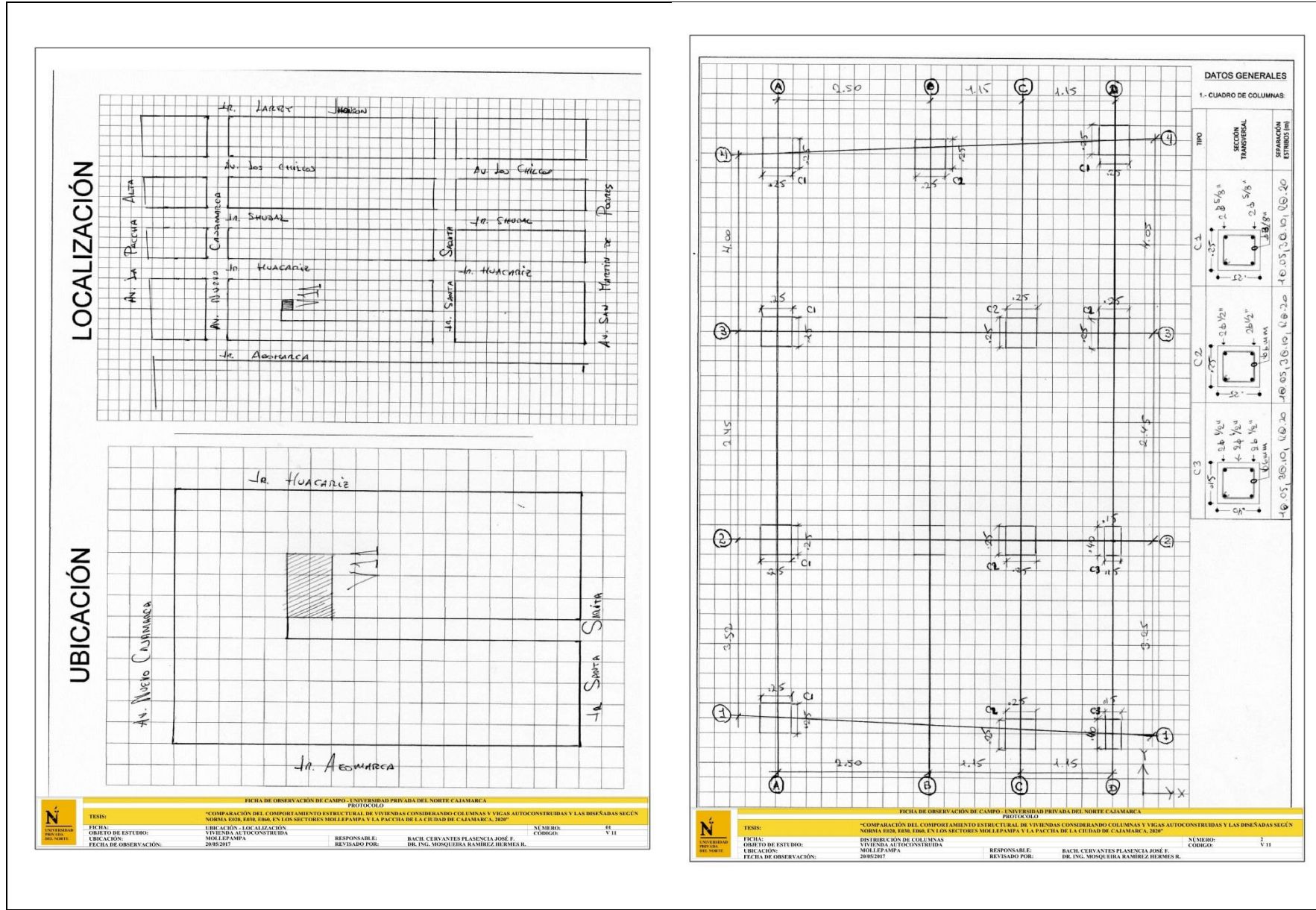
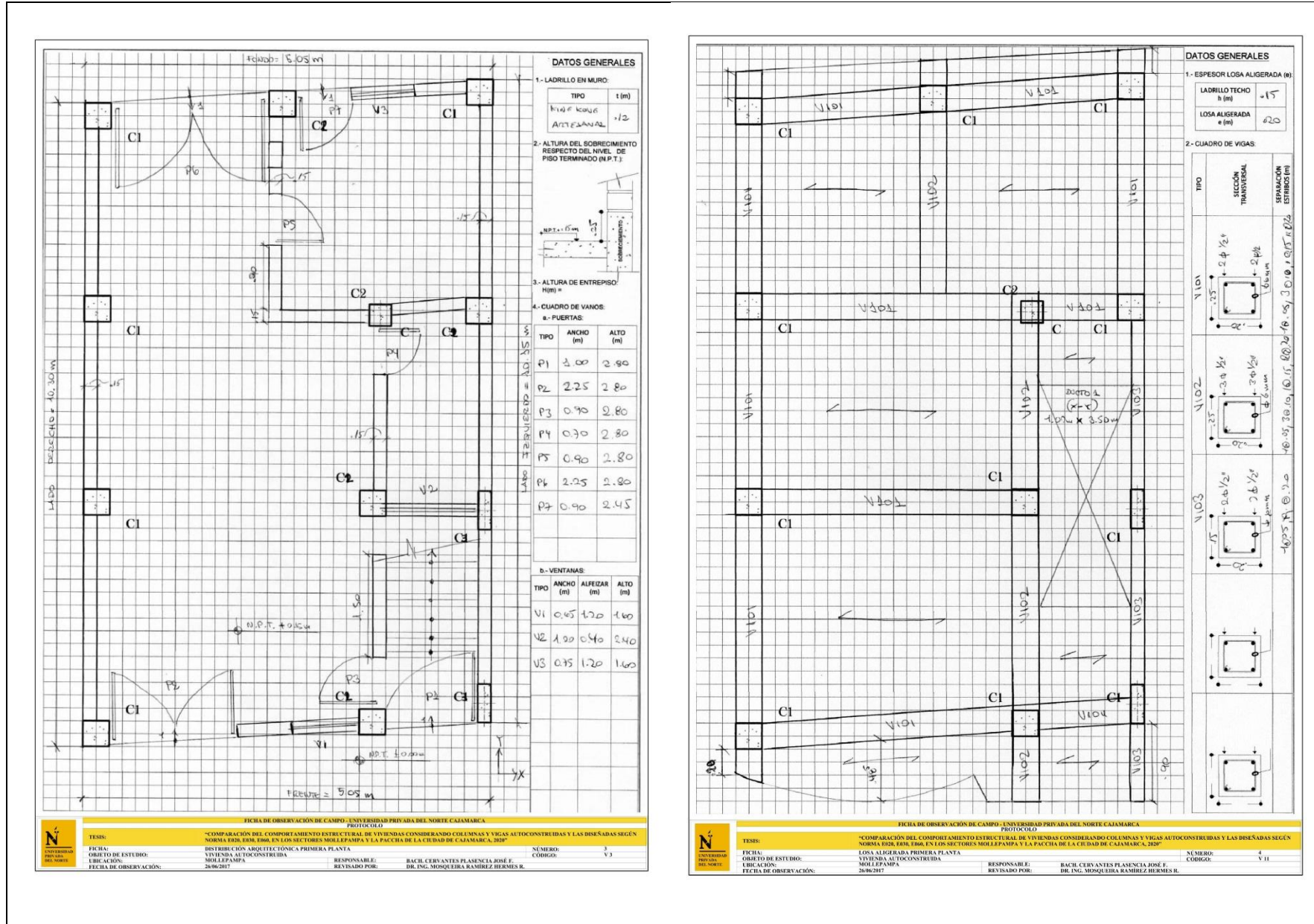


Figura 95. Fichas de campo vivienda 10









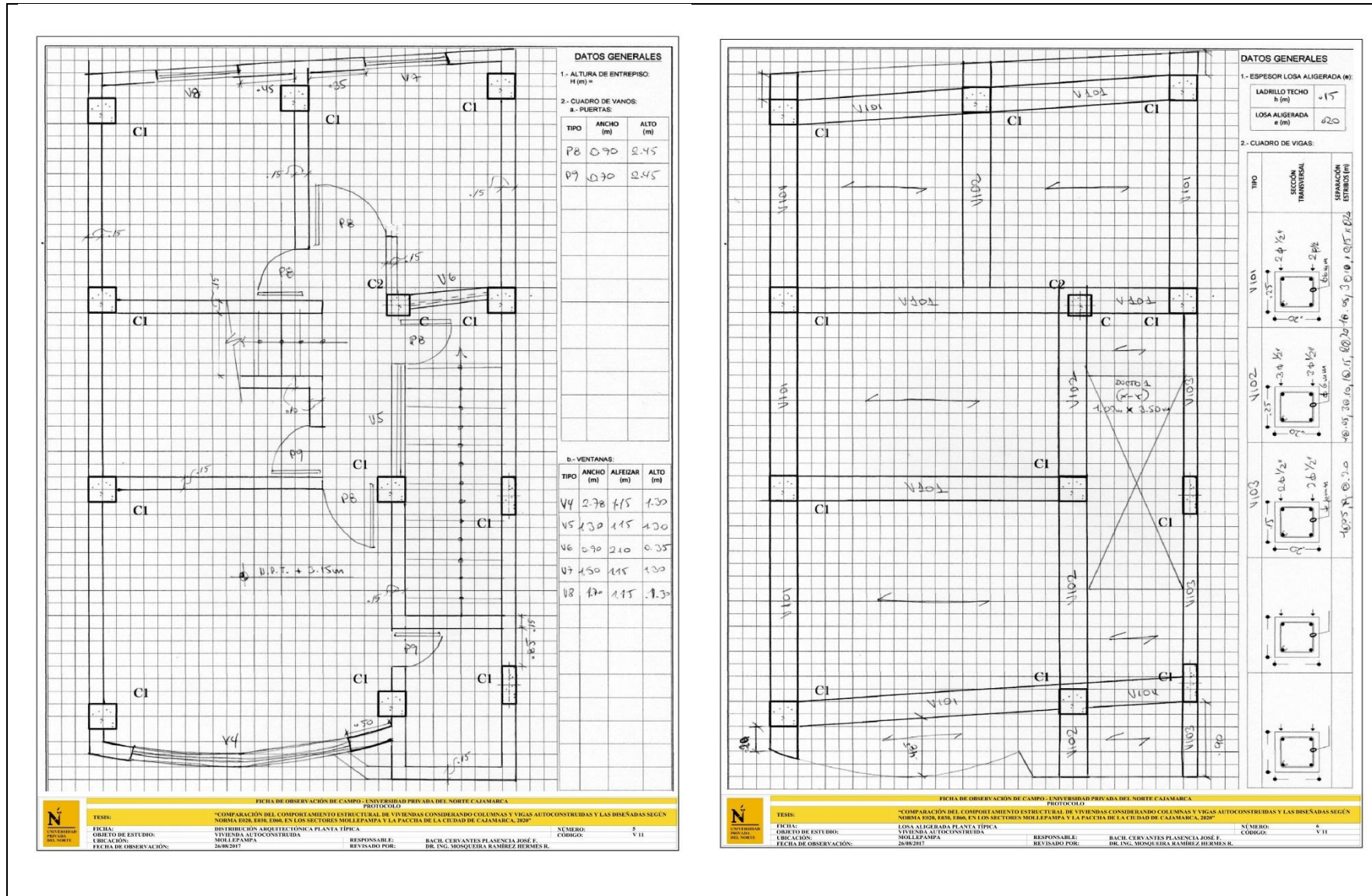
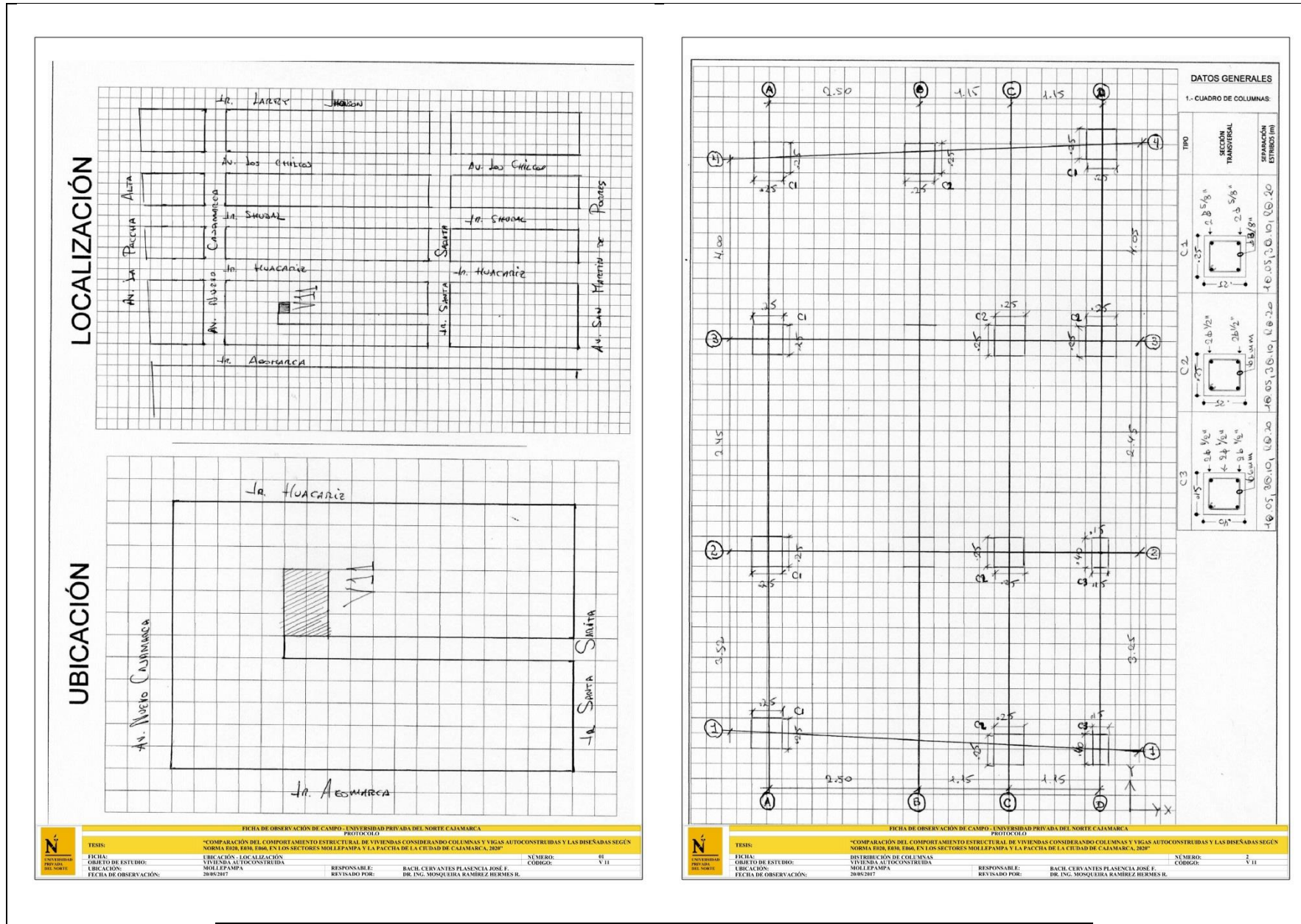
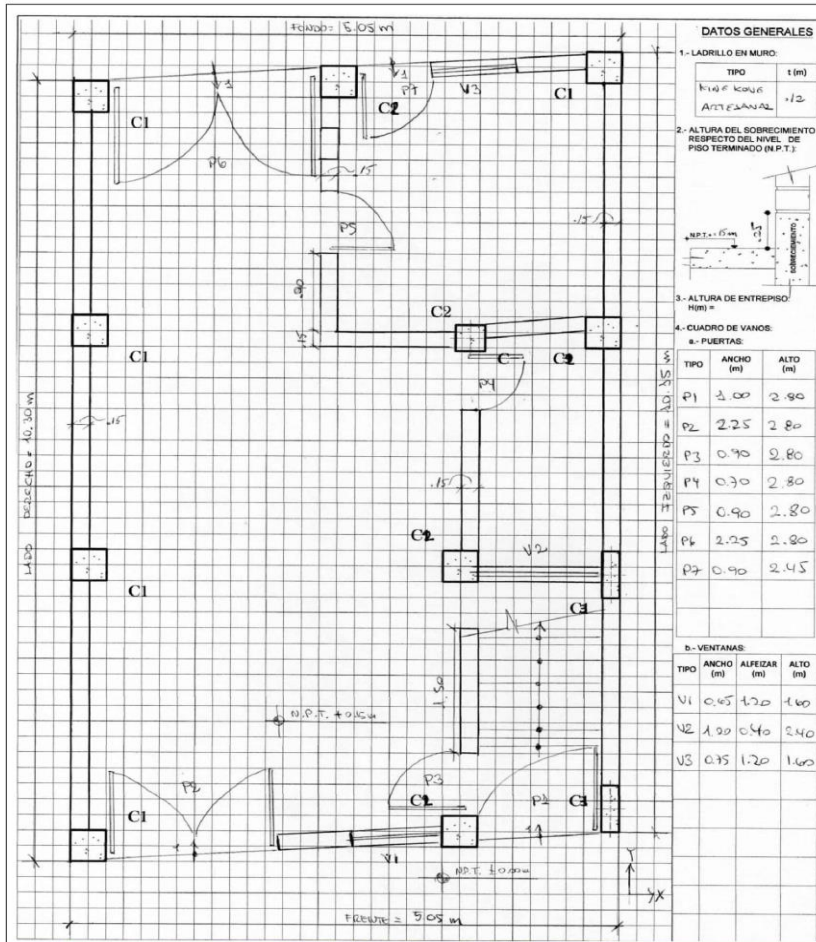


Figura 96. Fichas de campo vivienda 11



FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
PROYECTO		
TEMA:	"COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA FOR, FOR TBO, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"	
FECHA:	DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS	NÚMERO: 2
OBJETO DE ESTUDIO:	VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	CÓDIGO: V II
UBICACIÓN:	MOLLEPAMPA	RESPONSABLE: BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F.
FECHA DE OBSERVACIÓN:	20/08/2017	REVISADO POR: DR. ING. MOSQUERA RAMÍREZ HERMES R.





FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA  
PROTOCOLO

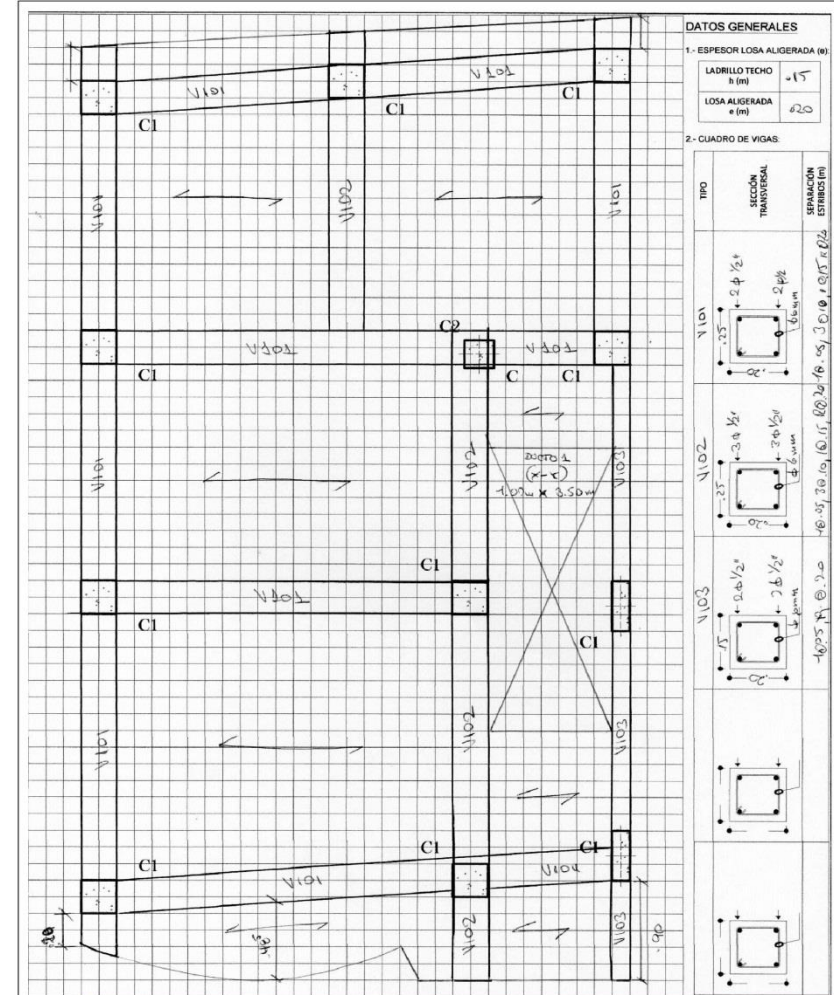
TEMA: "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"

FECHA: DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA PRIMERA PLANTA NÚMERO: 3

OBJETO DE ESTUDIO: VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA RESPONSABLE: BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F. CÓDIGO: 111

UBICACIÓN: MOLLEPAMPA RESPONSABLE: DR. ING. MONOLIBERA RAMÍREZ HERNÁNDEZ R.

FECHA DE OBSERVACIÓN: 26/06/2021



FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA  
PROTOCOLO

TEMA: "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGUN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"

FECHA: LOSA ALGERADA PRIMERA PLANTA NÚMERO: 4

OBJETO DE ESTUDIO: VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA RESPONSABLE: BACH. CERVANTES PLASENCIA JOSÉ F. CÓDIGO: 111

UBICACIÓN: MOLLEPAMPA RESPONSABLE: DR. ING. MONOLIBERA RAMÍREZ HERNÁNDEZ R.

FECHA DE OBSERVACIÓN: 26/06/2021

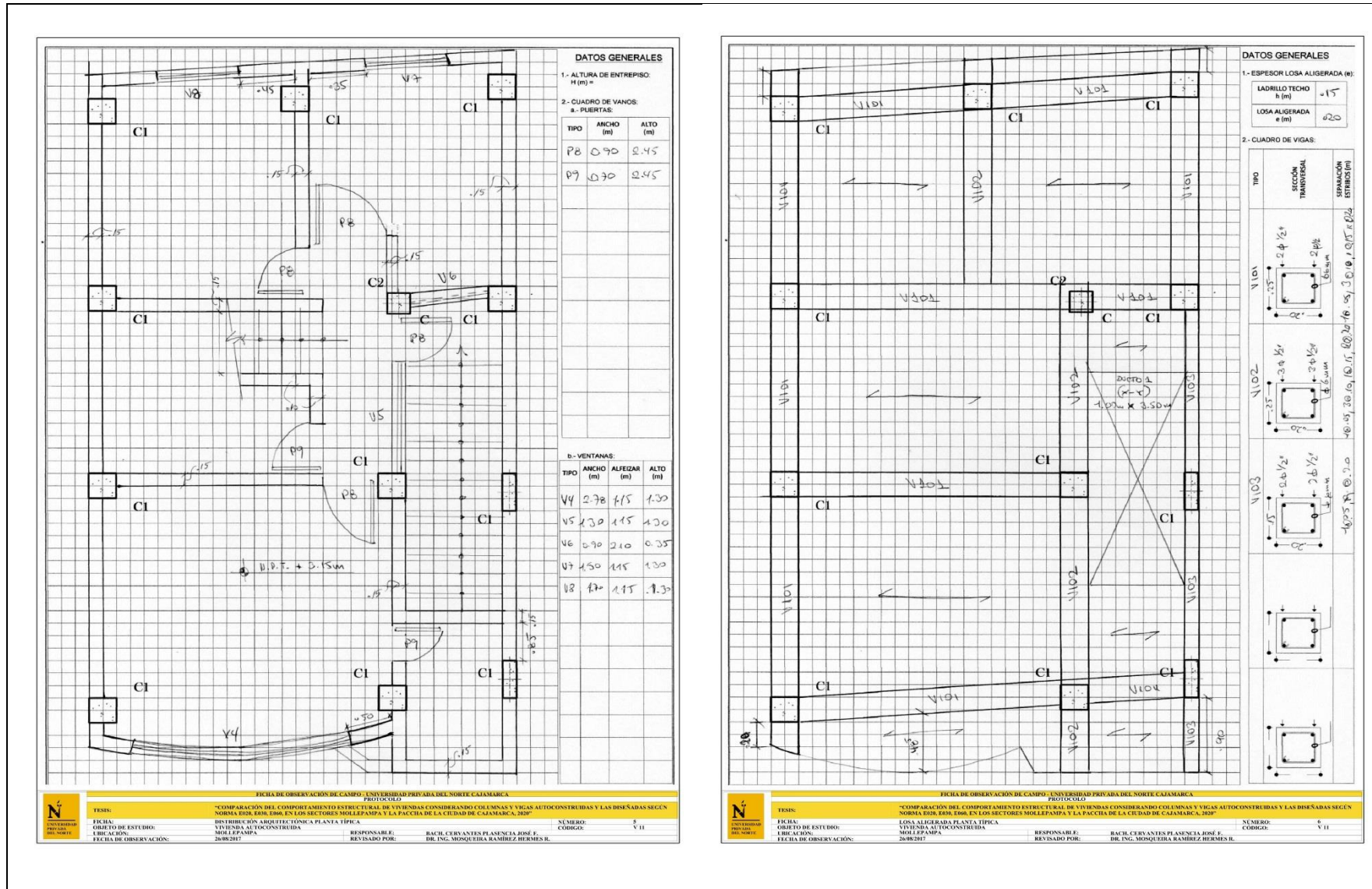
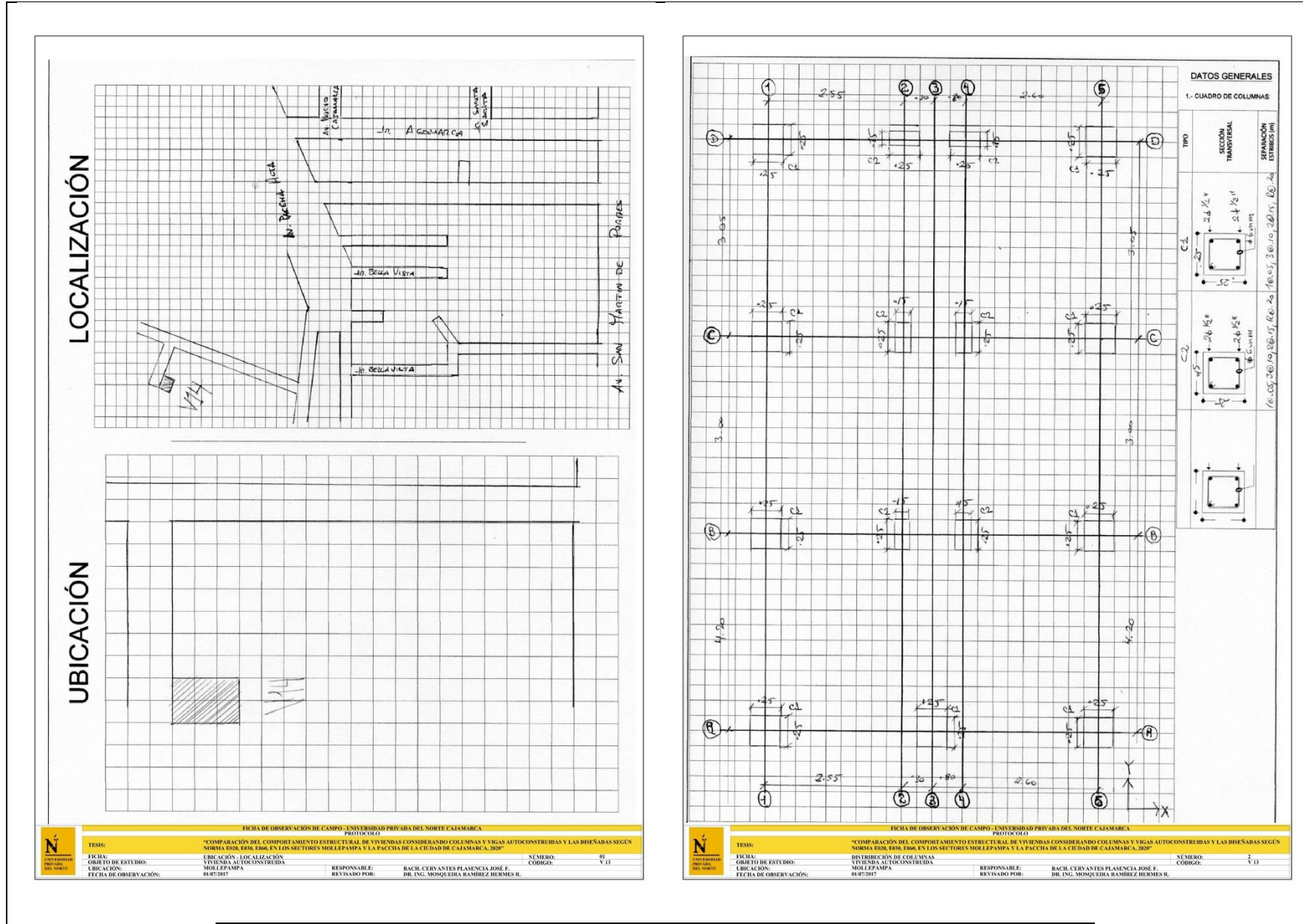
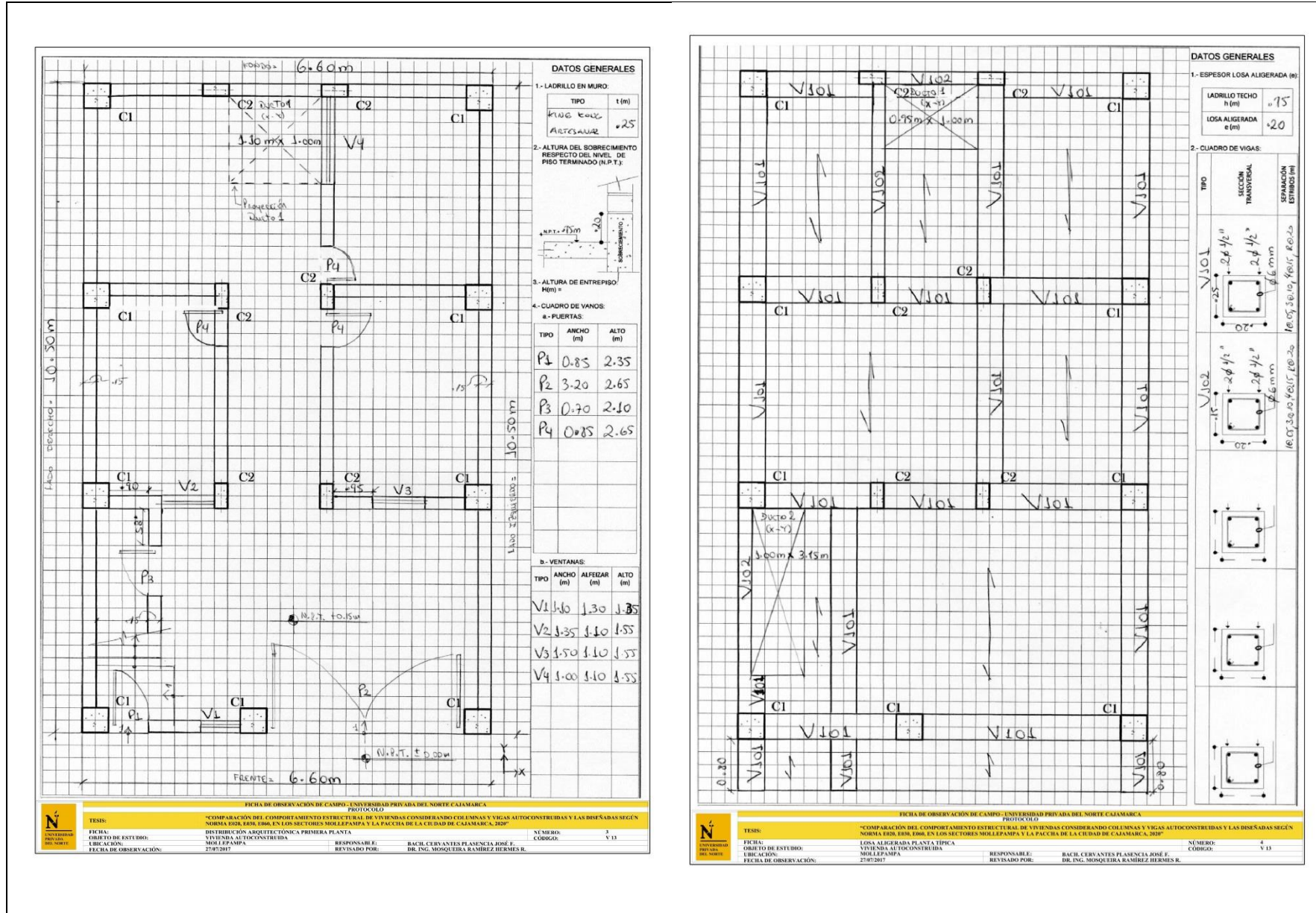


Figura 97. Fichas de campo vivienda 12









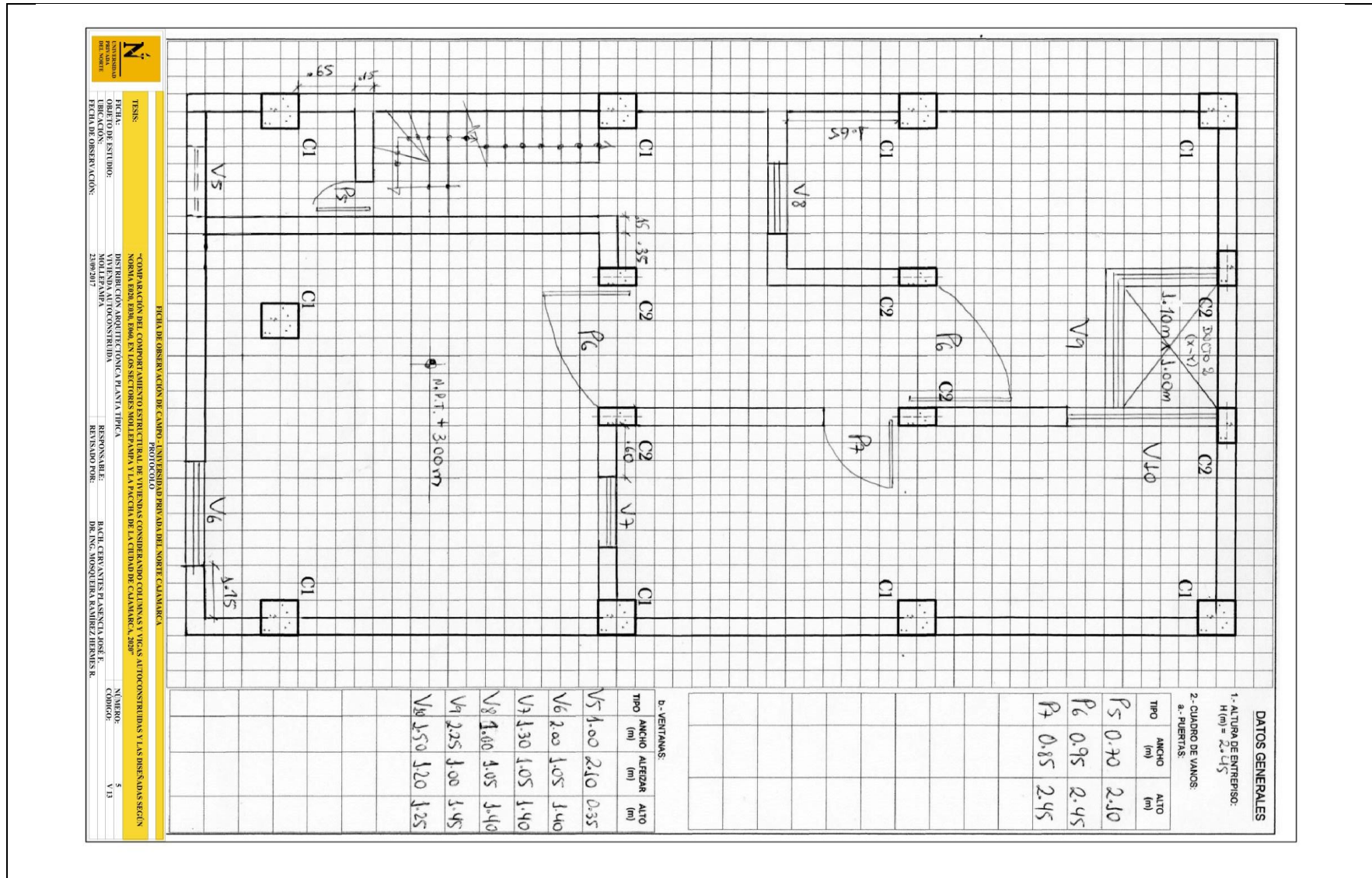
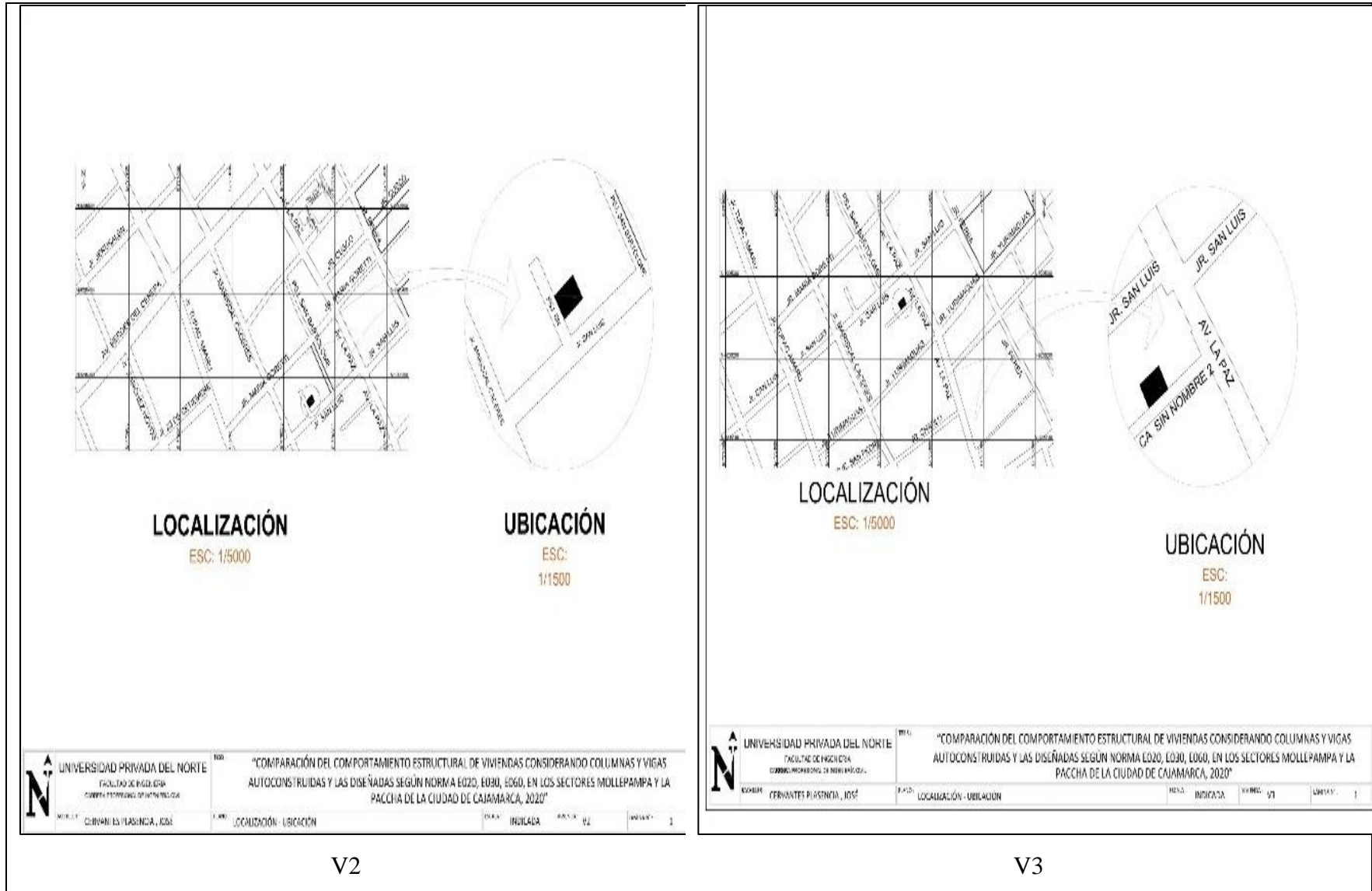
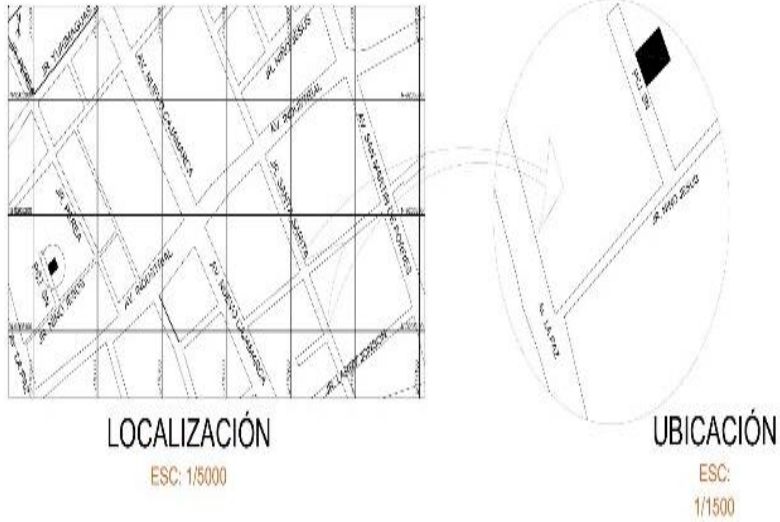


Figura 98. Fichas de campo vivienda 13

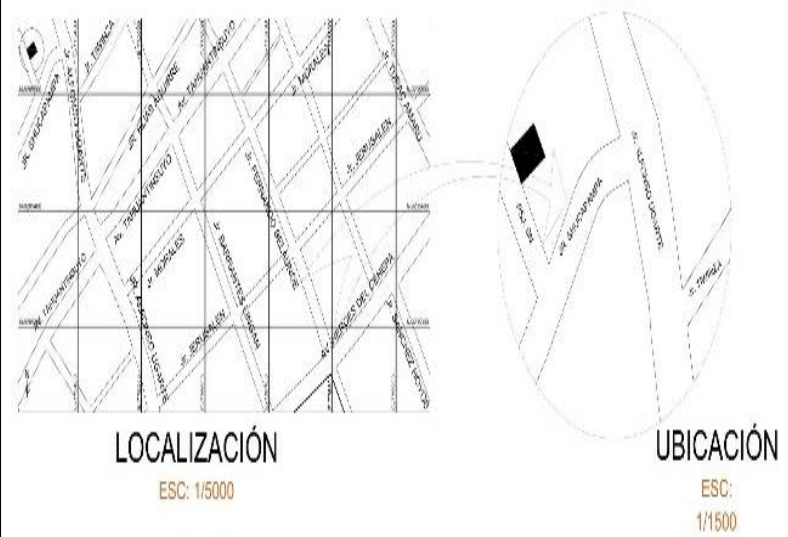
**ANEXO n° 6. Planos de las viviendas.**





<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA 17400000-000000 0-10010-01000</p>	<p>TÍTULO: "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"</p>	
	<p>ELABORADO: CERVANTES PLASENCIA, JOSÉ</p>	<p>FECHA: LOCALIZACIÓN - UBICACIÓN</p>
<p>INDICADA</p>		<p>UNIDAD: V4</p>
<p>LIBRO: 1</p>		<p>HOJA: 1</p>

V4



<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL</p>	<p>TÍTULO: "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN NORMA E020, E030, E060, EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020"</p>	
	<p>ELABORADO: CERVANTES PLASENCIA, JOSÉ</p>	<p>FECHA: LOCALIZACIÓN - UBICACIÓN</p>
<p>INDICADA</p>		<p>UNIDAD: V5</p>
<p>LIBRO: 1</p>		<p>HOJA: 1</p>

V5



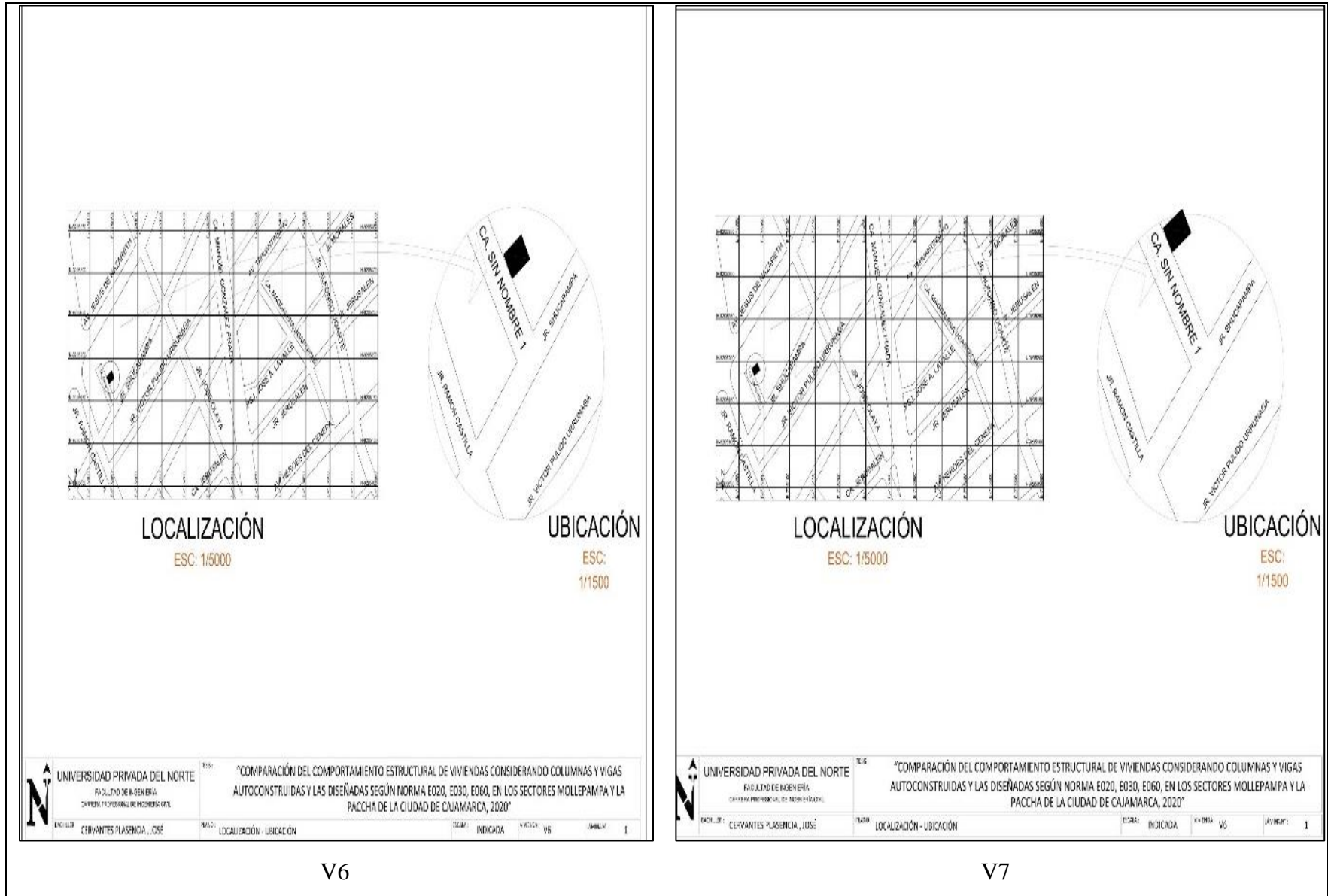
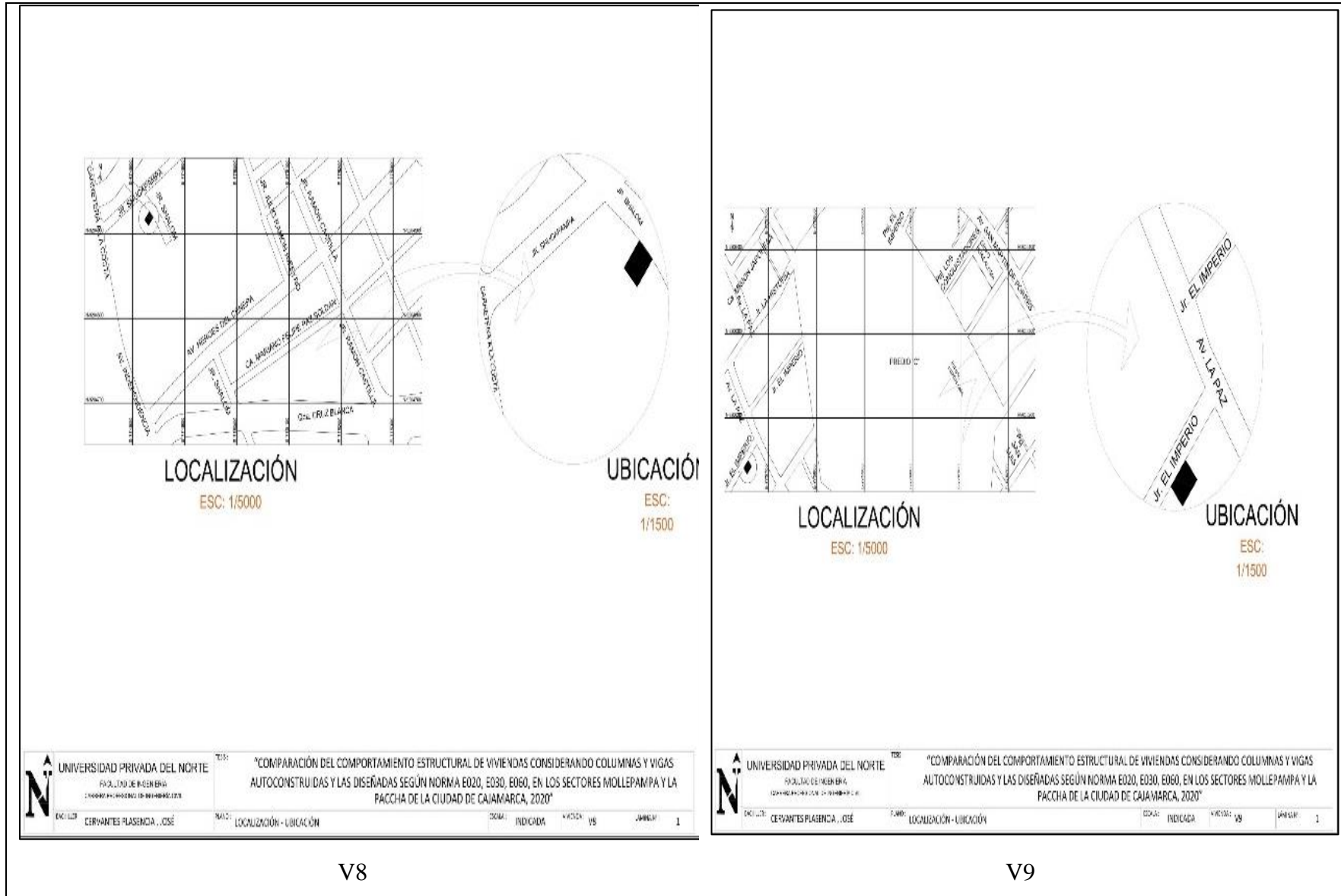
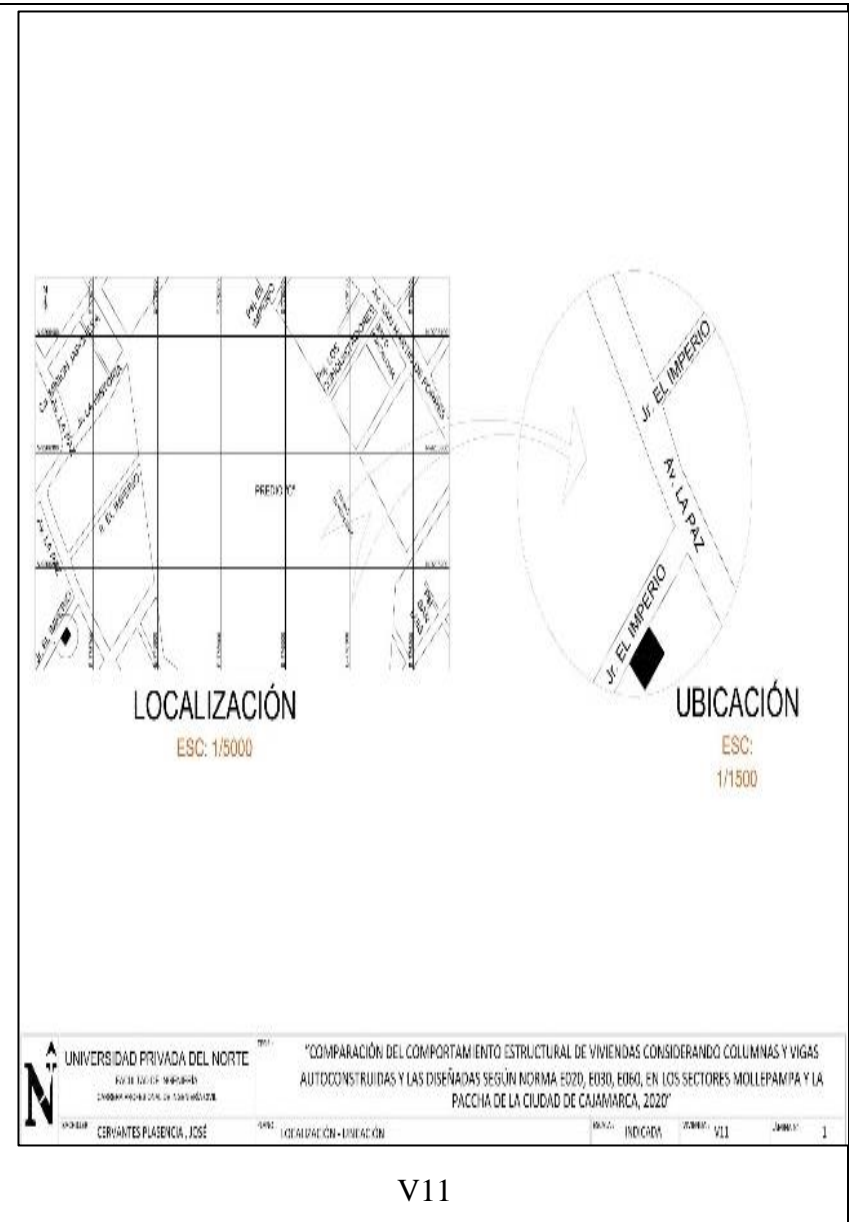
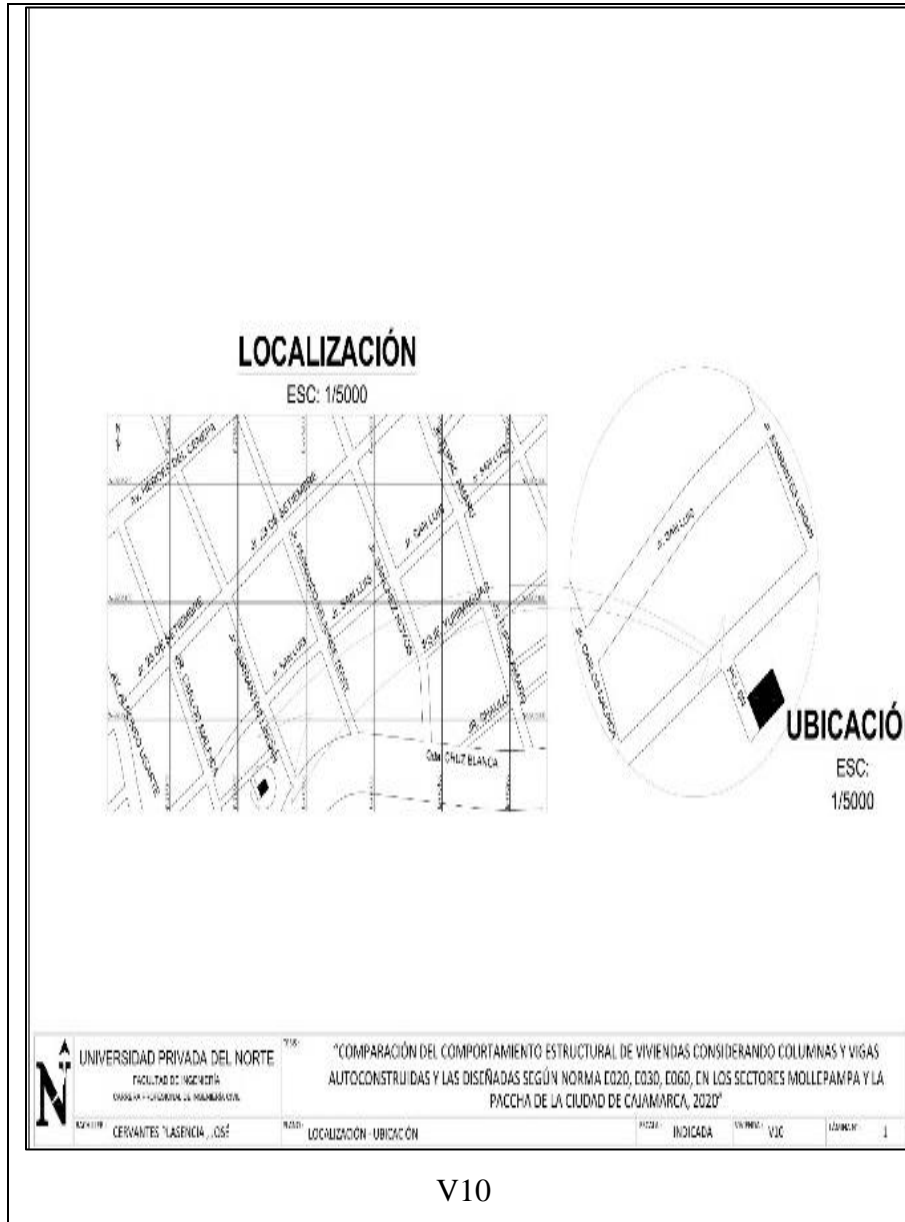


Figura 99. Planos de localización y ubicación de las viviendas V2 – V7





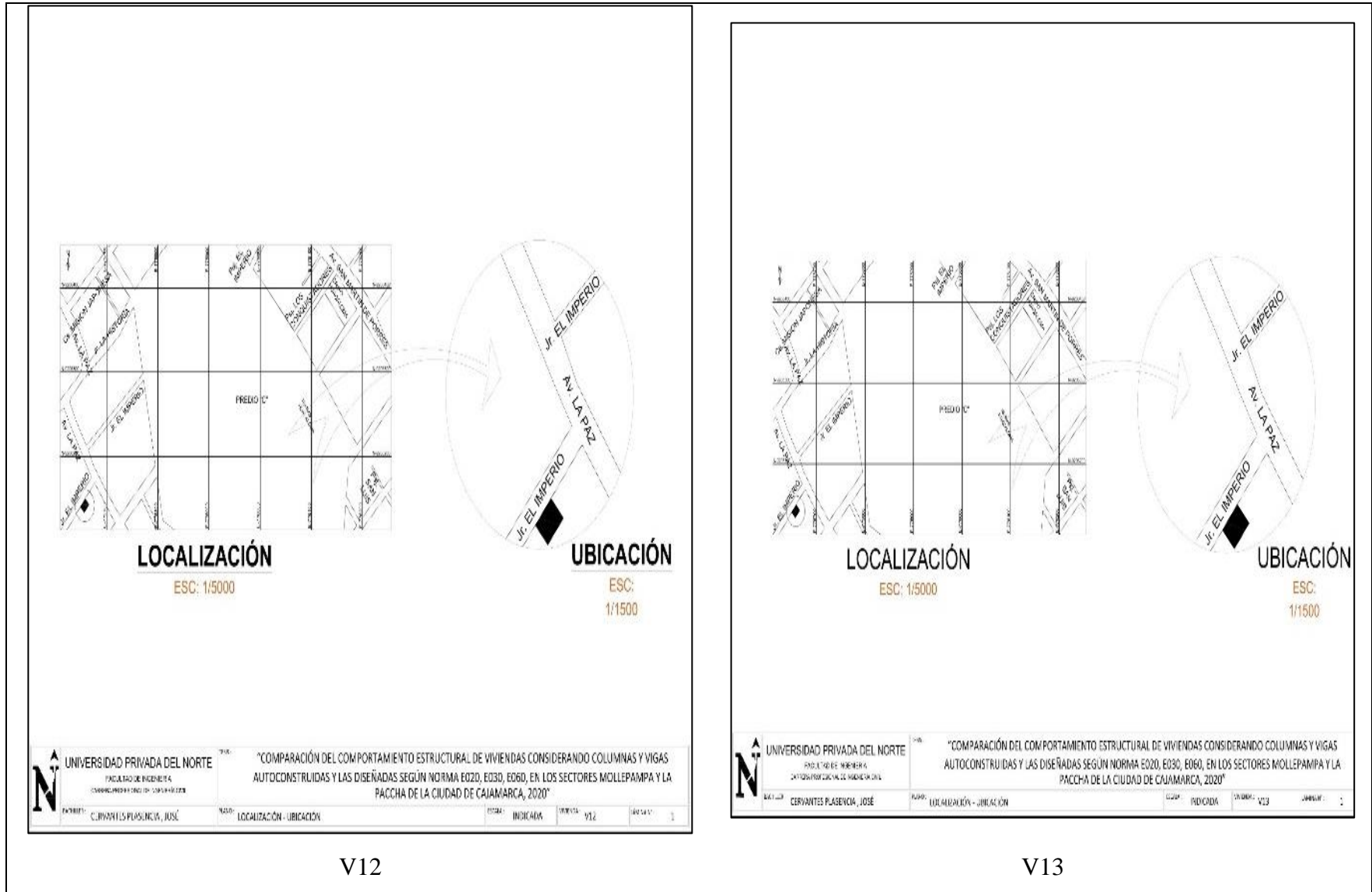


Figura 100. Planos de localización y ubicación viviendas V8 – V13

### ANEXO n° 7. Planos de las viviendas.

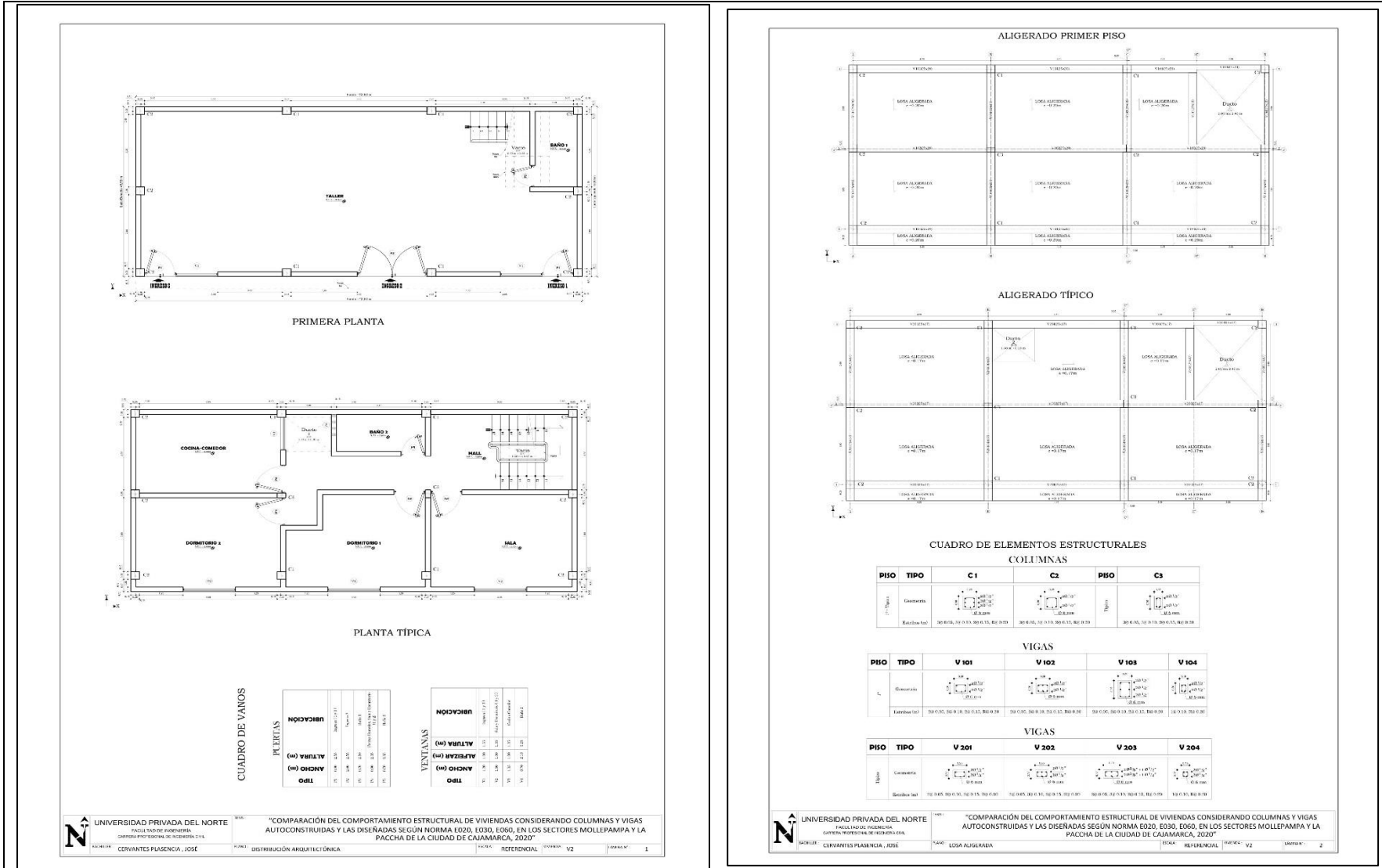


Figura 101. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 2



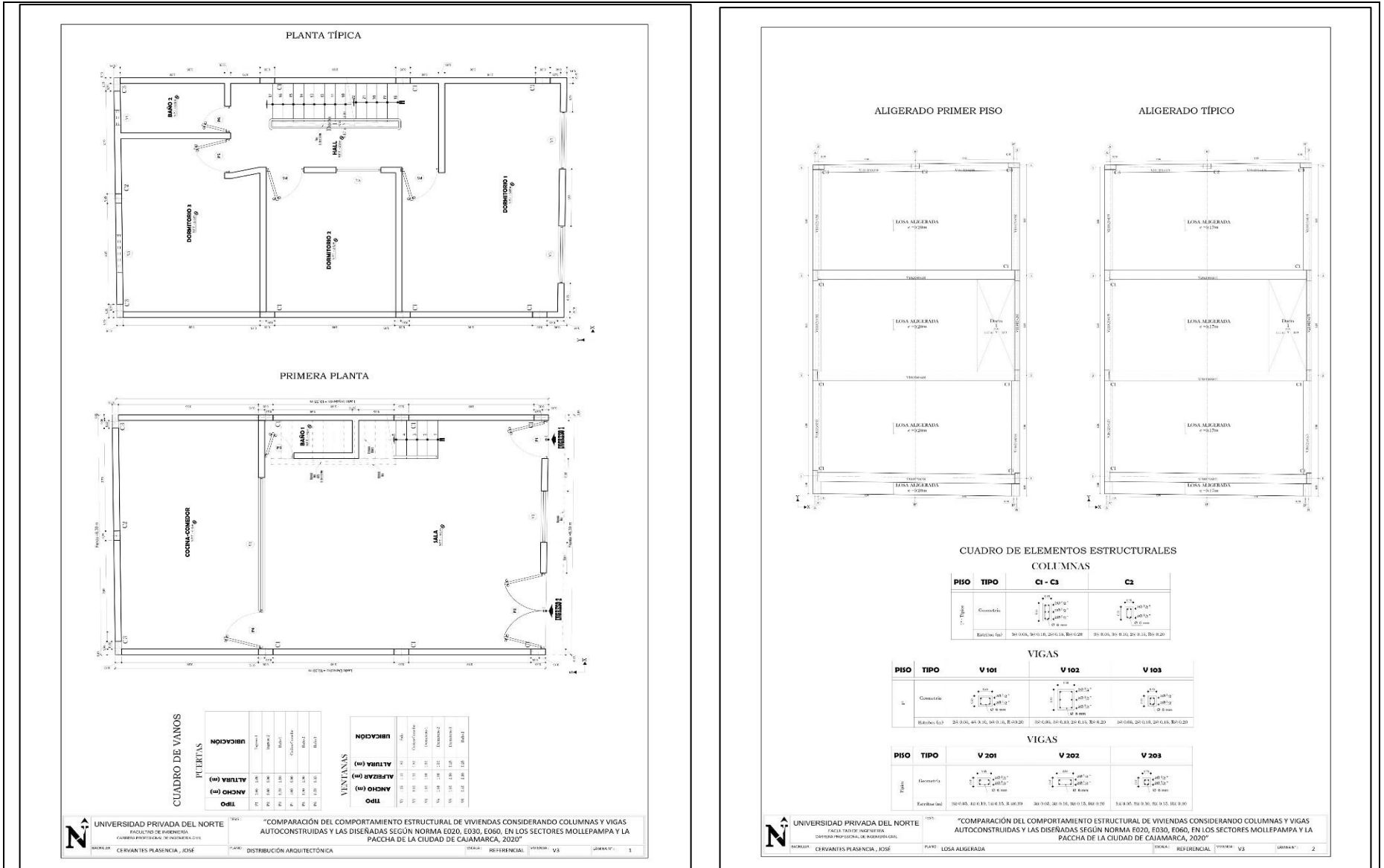


Figura 102. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 3

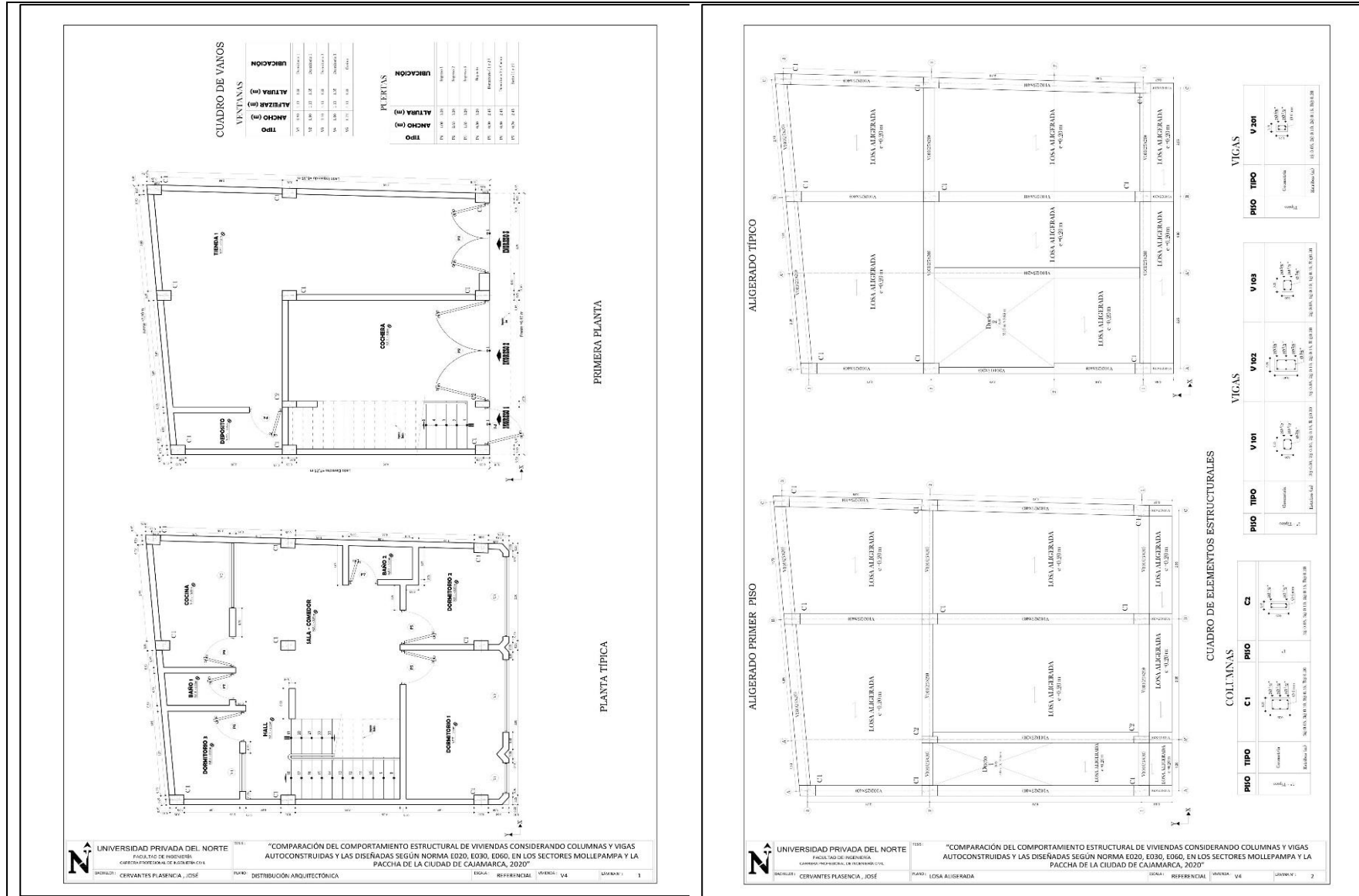


Figura 103. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 4



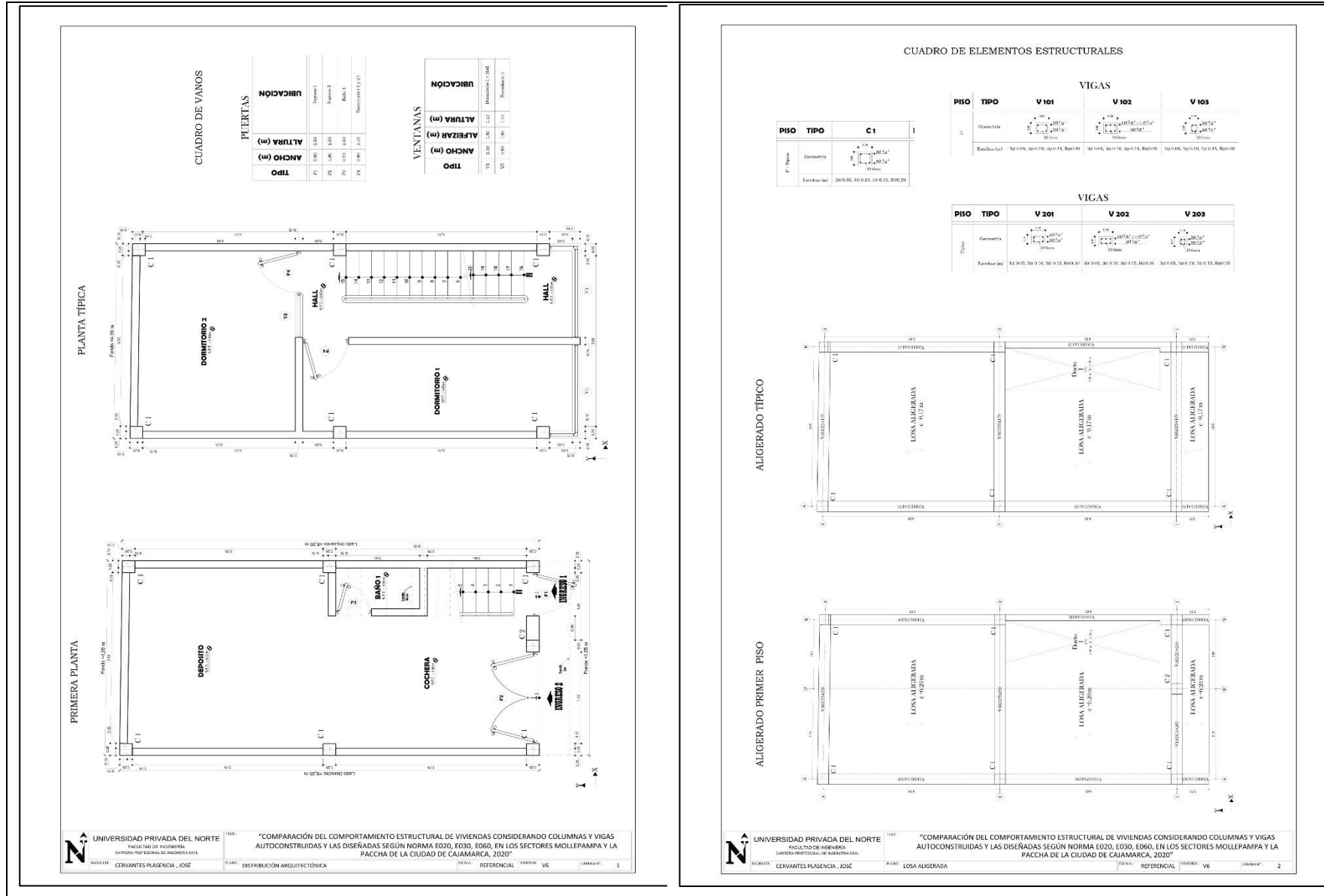


Figura 105. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 6

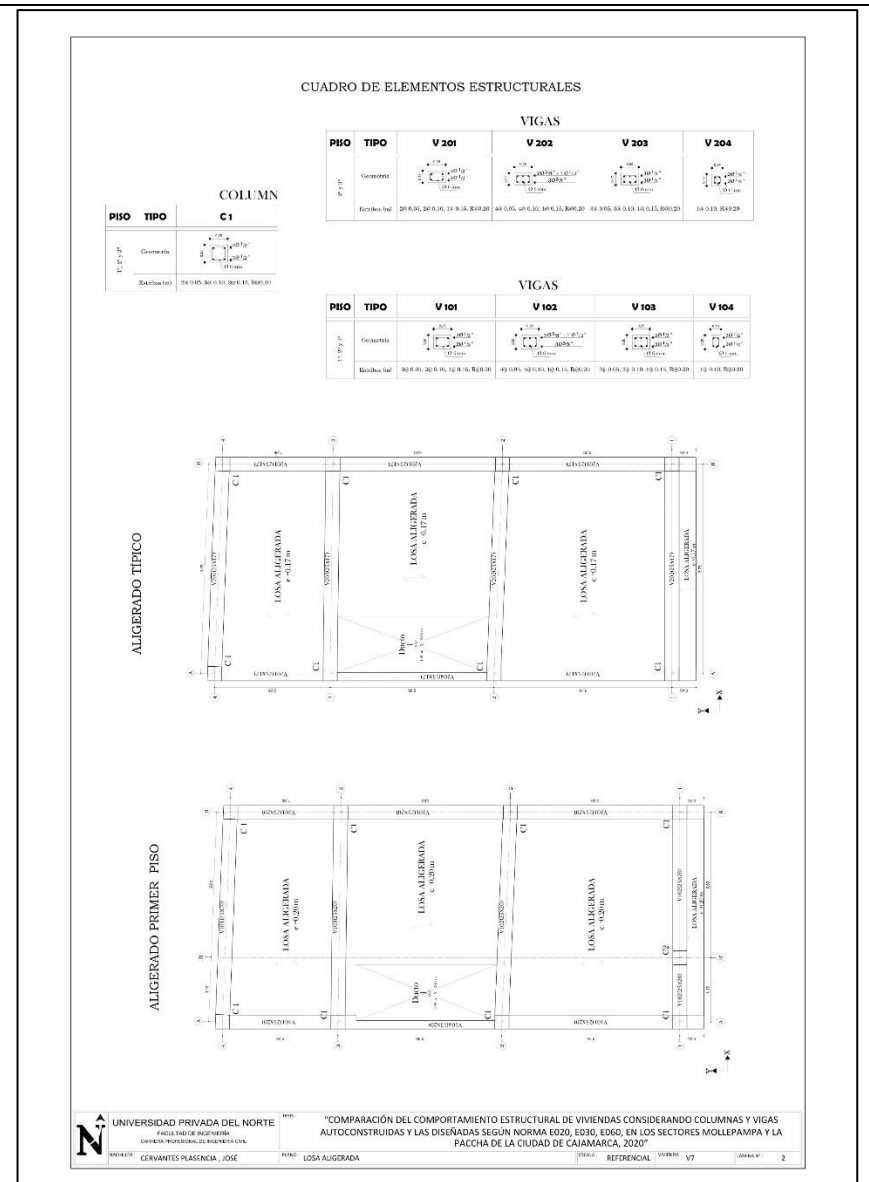
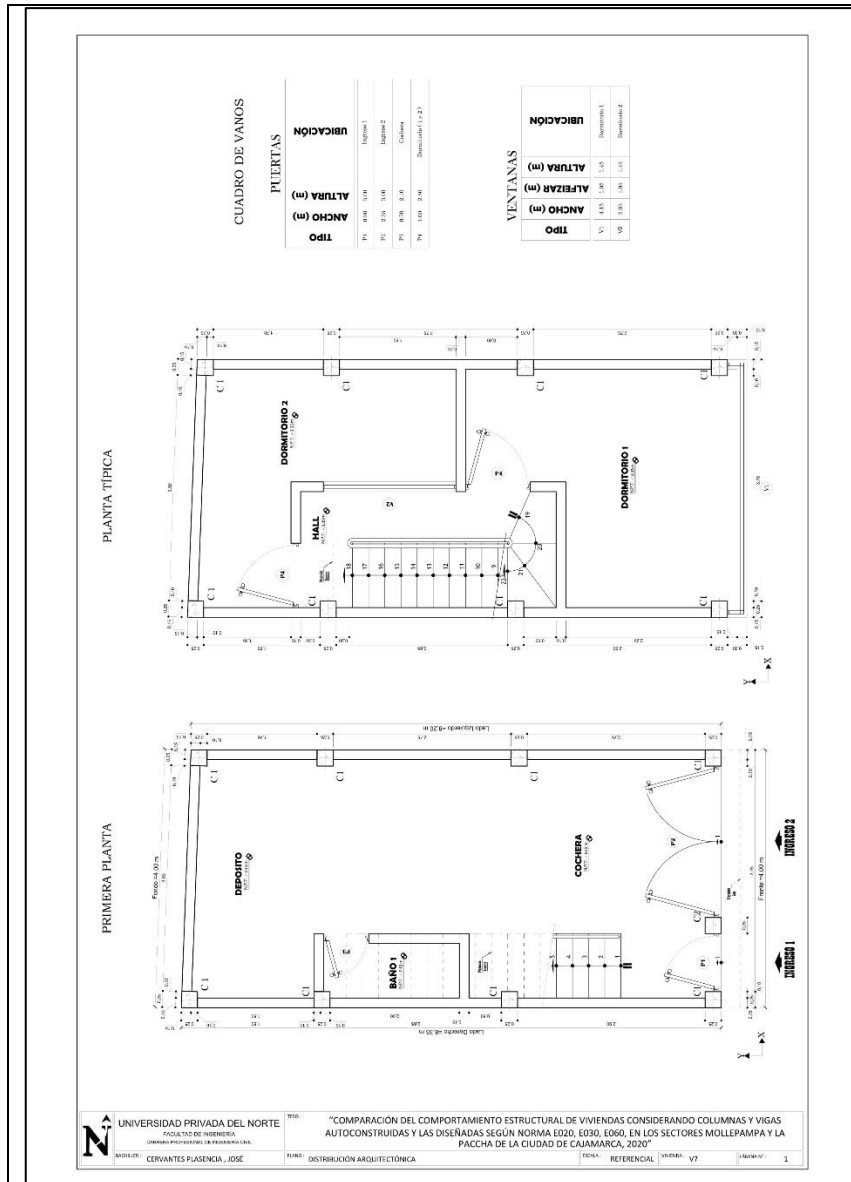


Figura 106. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 7



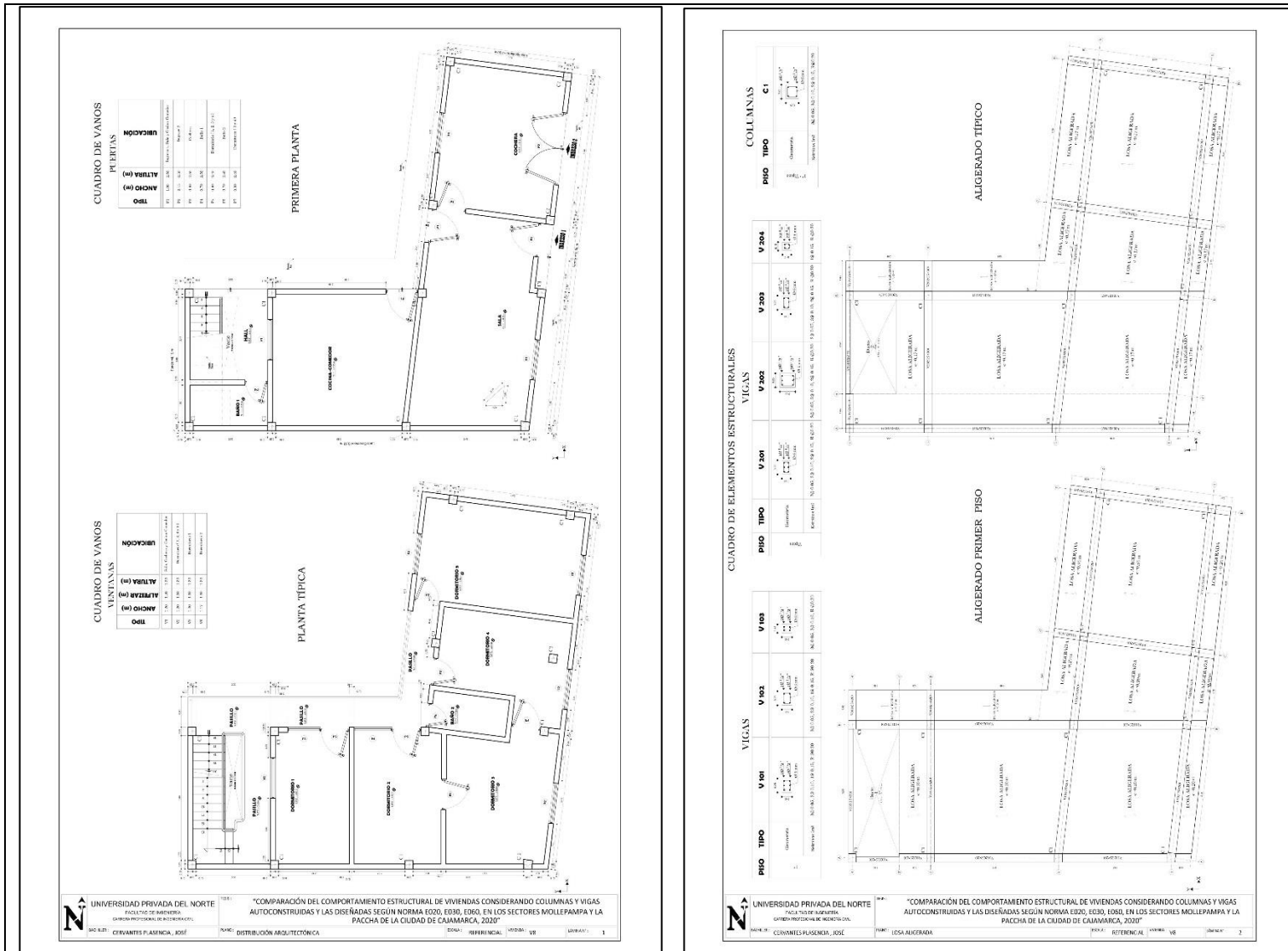


Figura 107. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 8

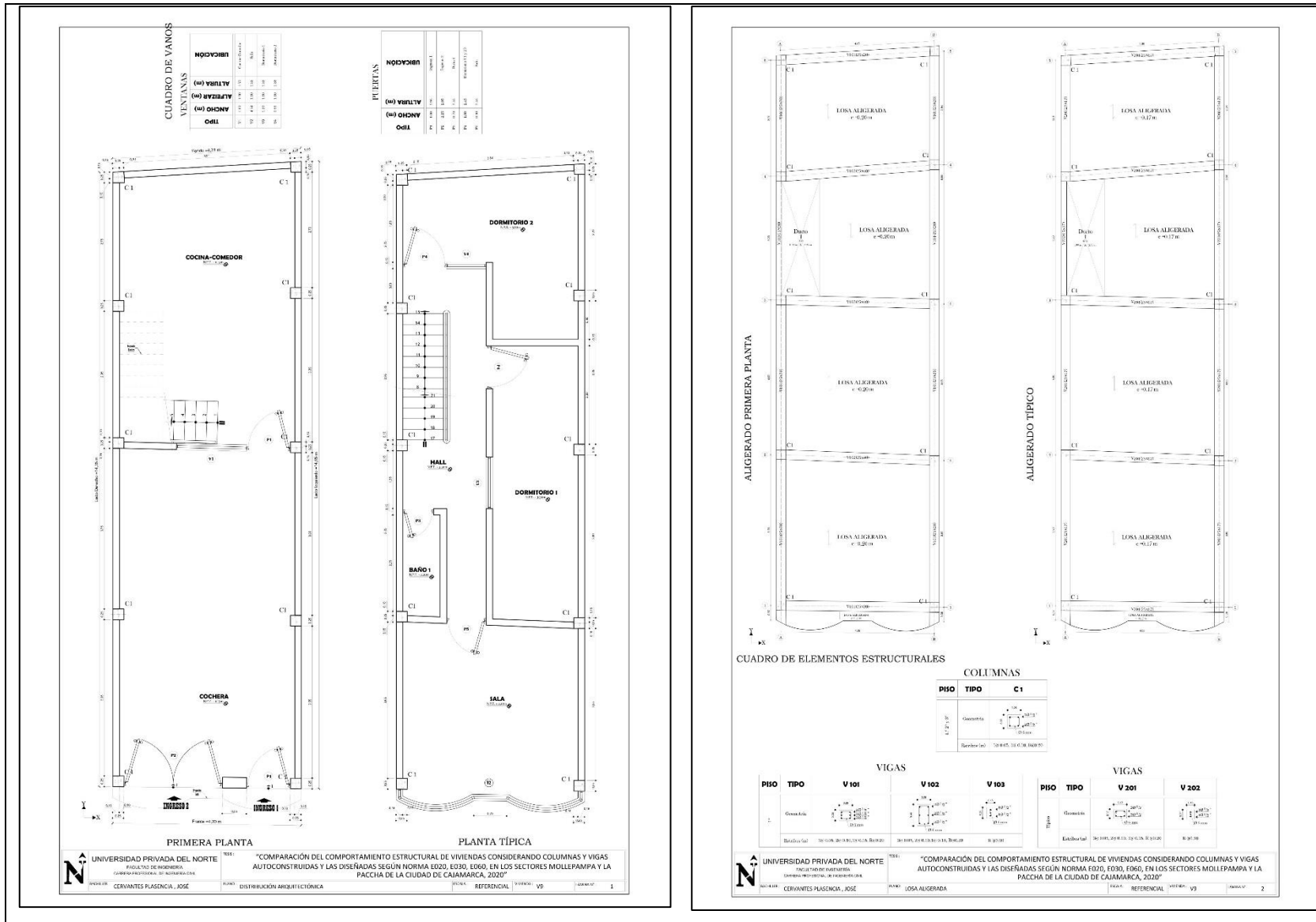


Figura 108. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 9

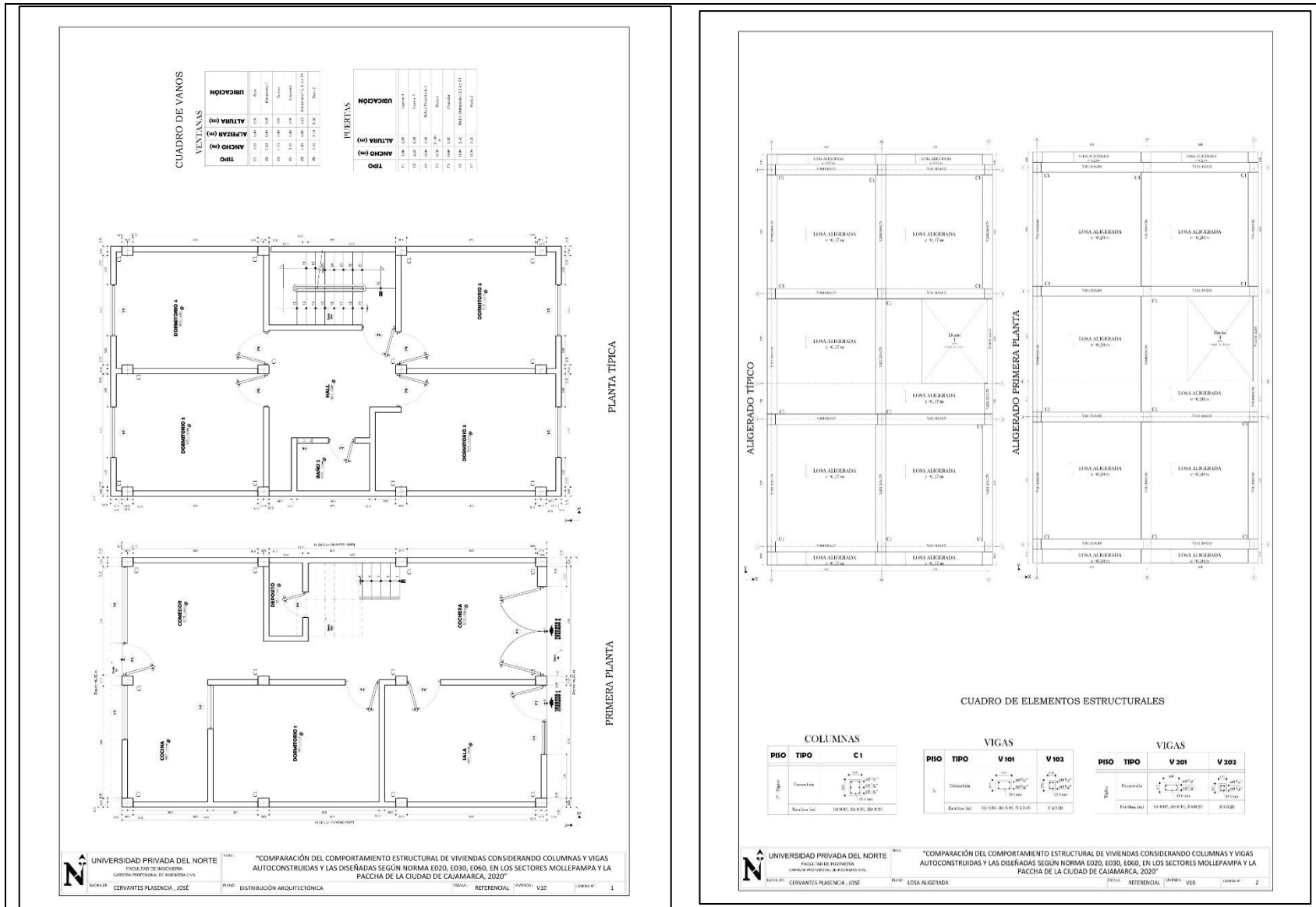


Figura 109. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 10

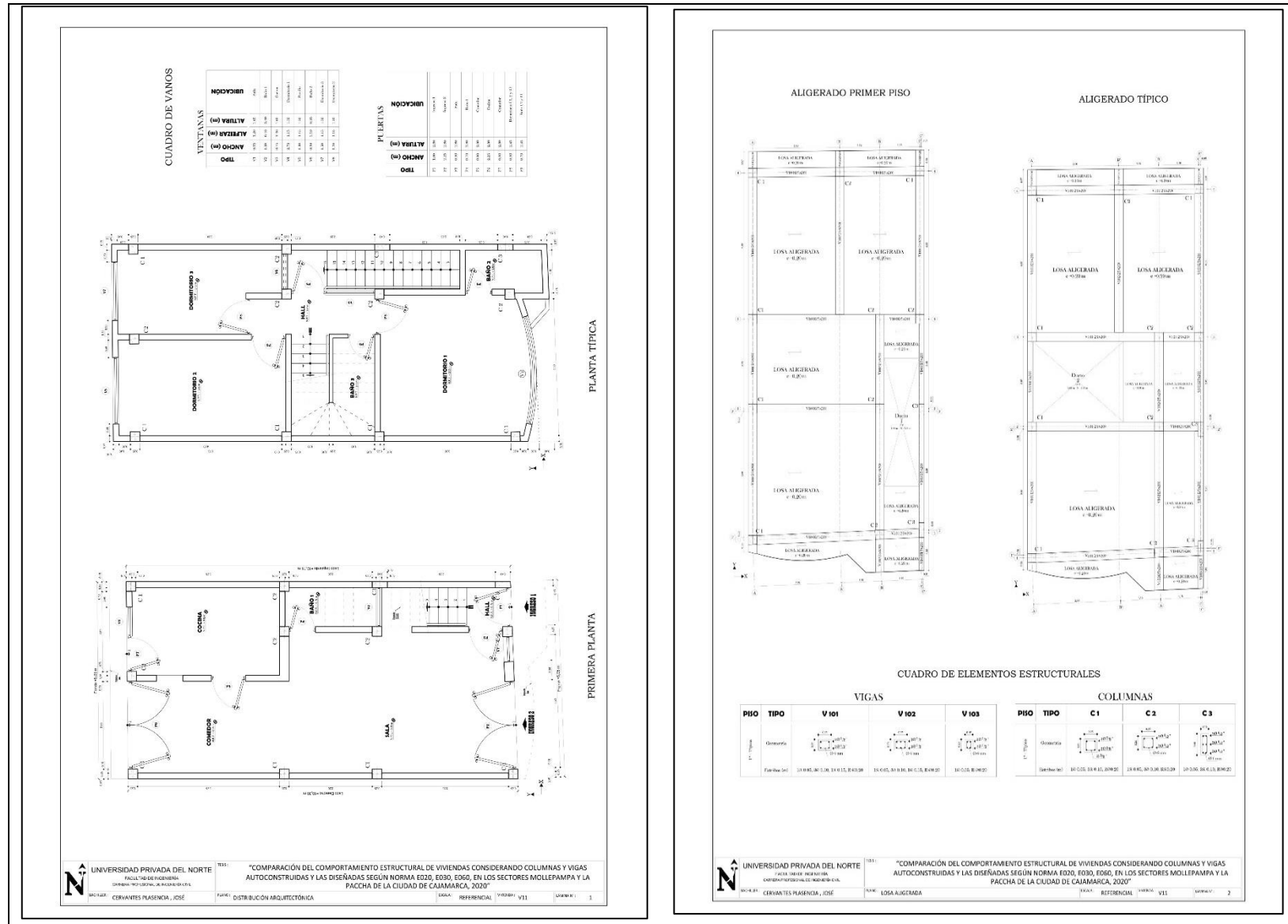


Figura 110. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 11

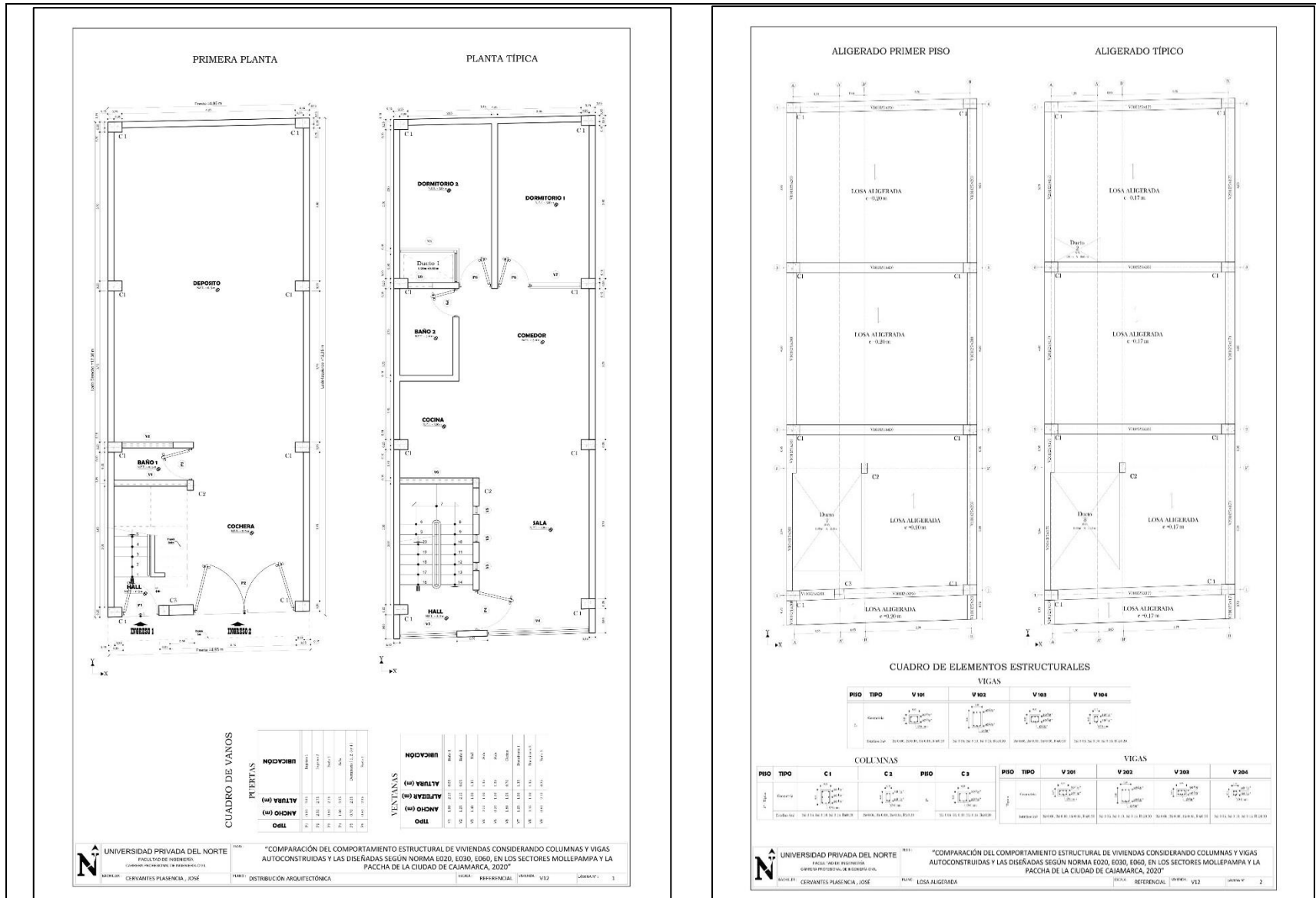


Figura 111. Planos de arquitectura y losa aligerada vivienda 12



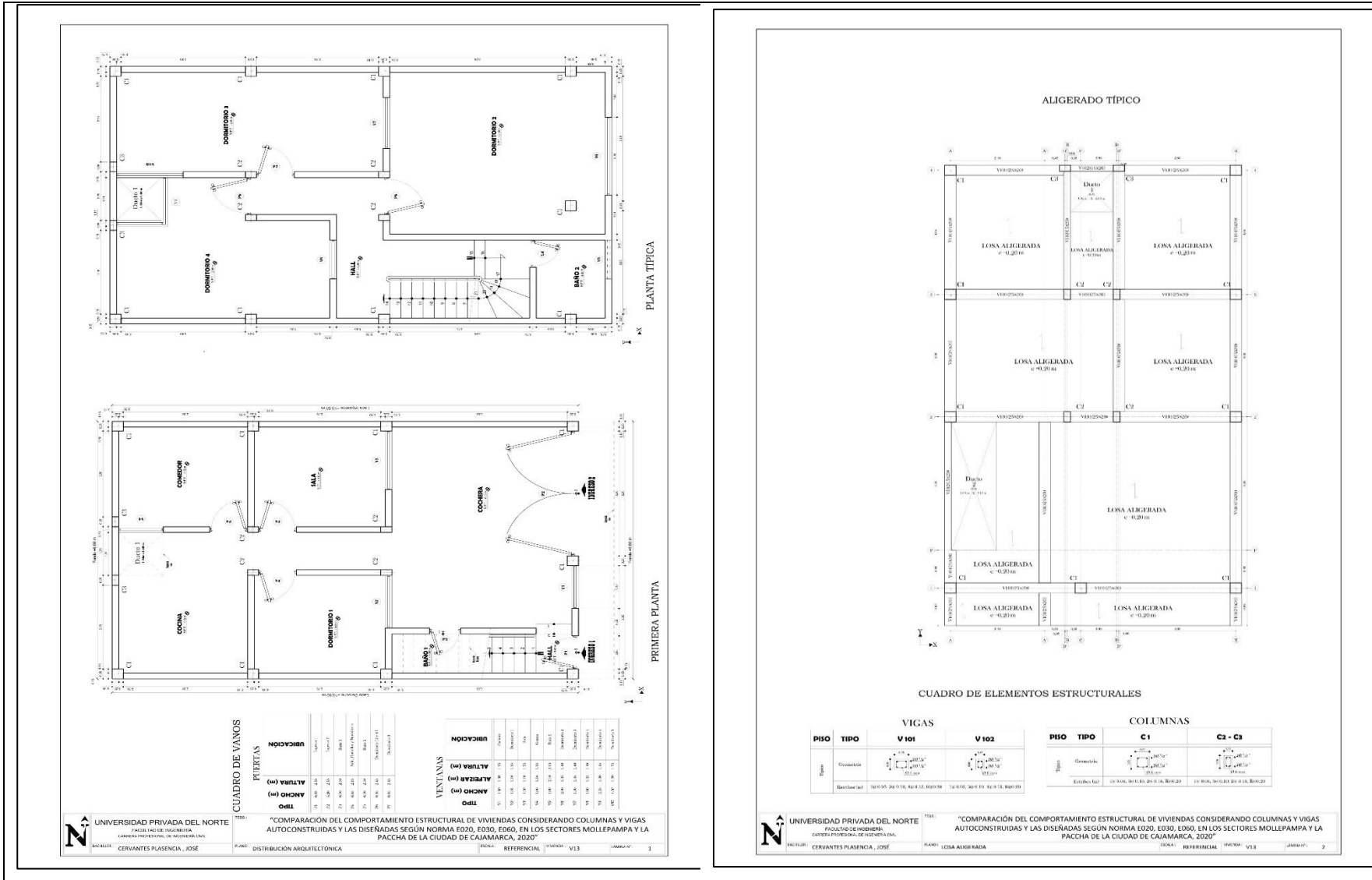


Figura 112. Plano de arquitectura y losa aligerada vivienda 13

**ANEXO n° 8. Identificación de la tabiquería sobre losa aligerada y vigas.**

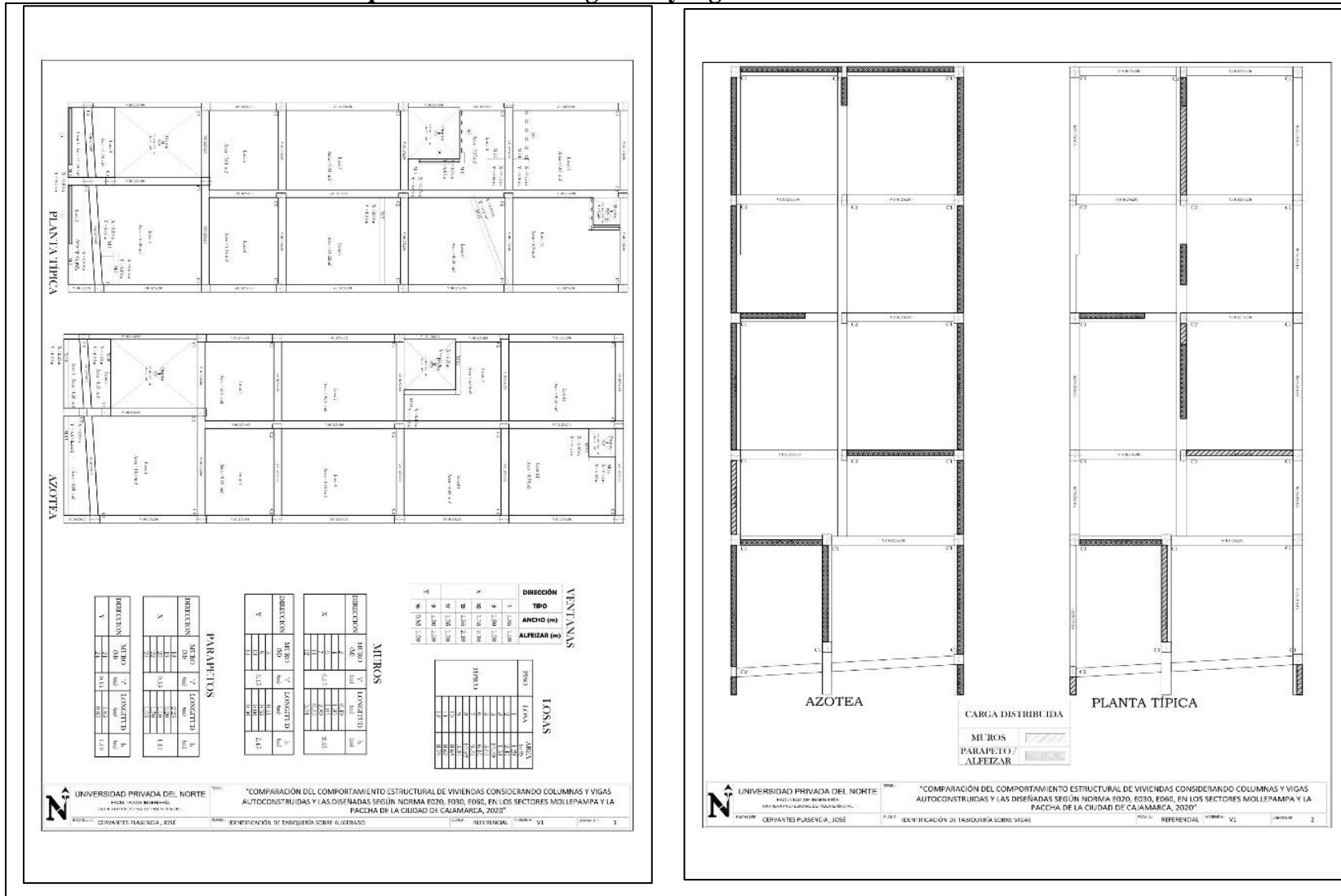


Figura 113. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 2

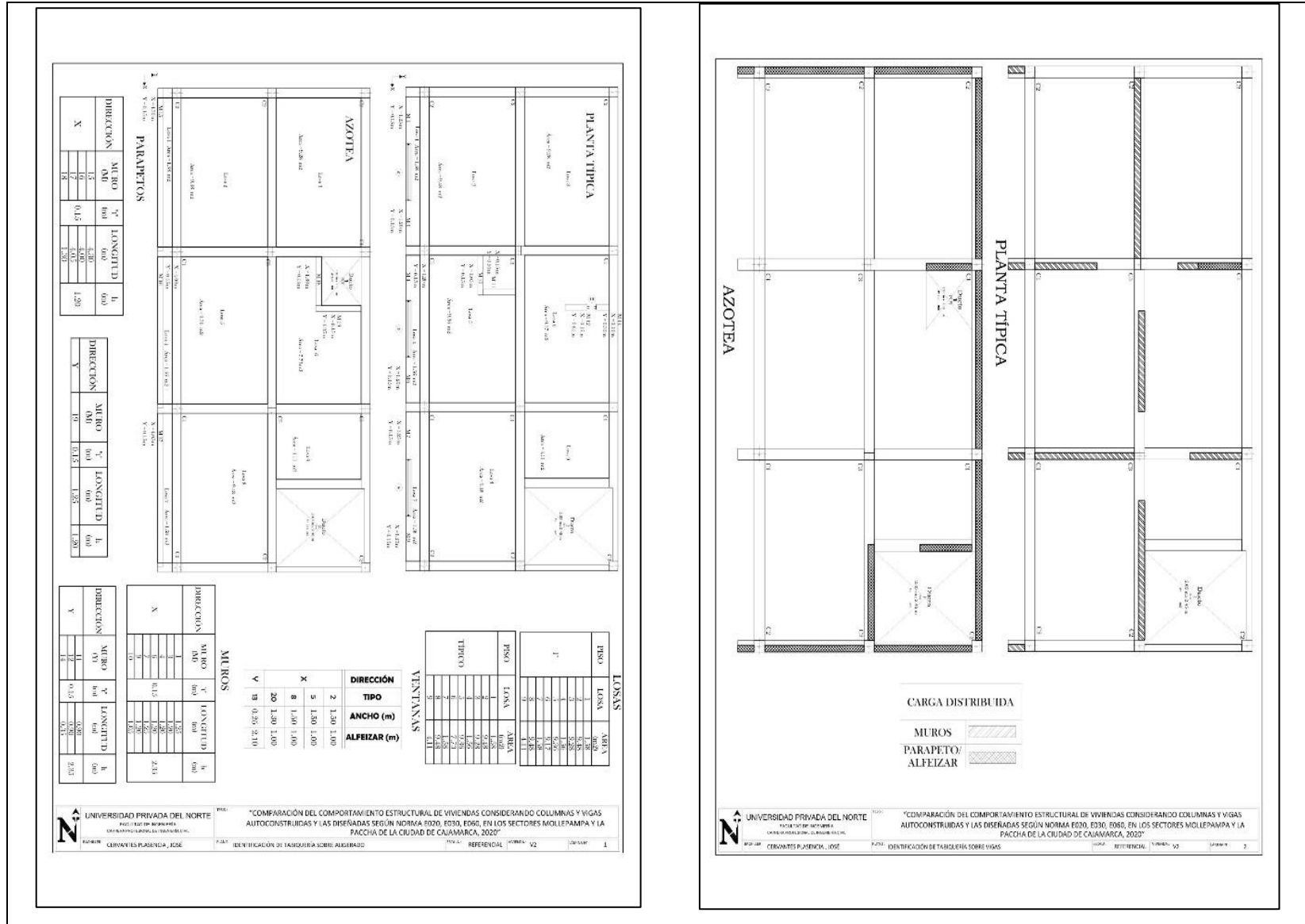


Figura 114. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 3

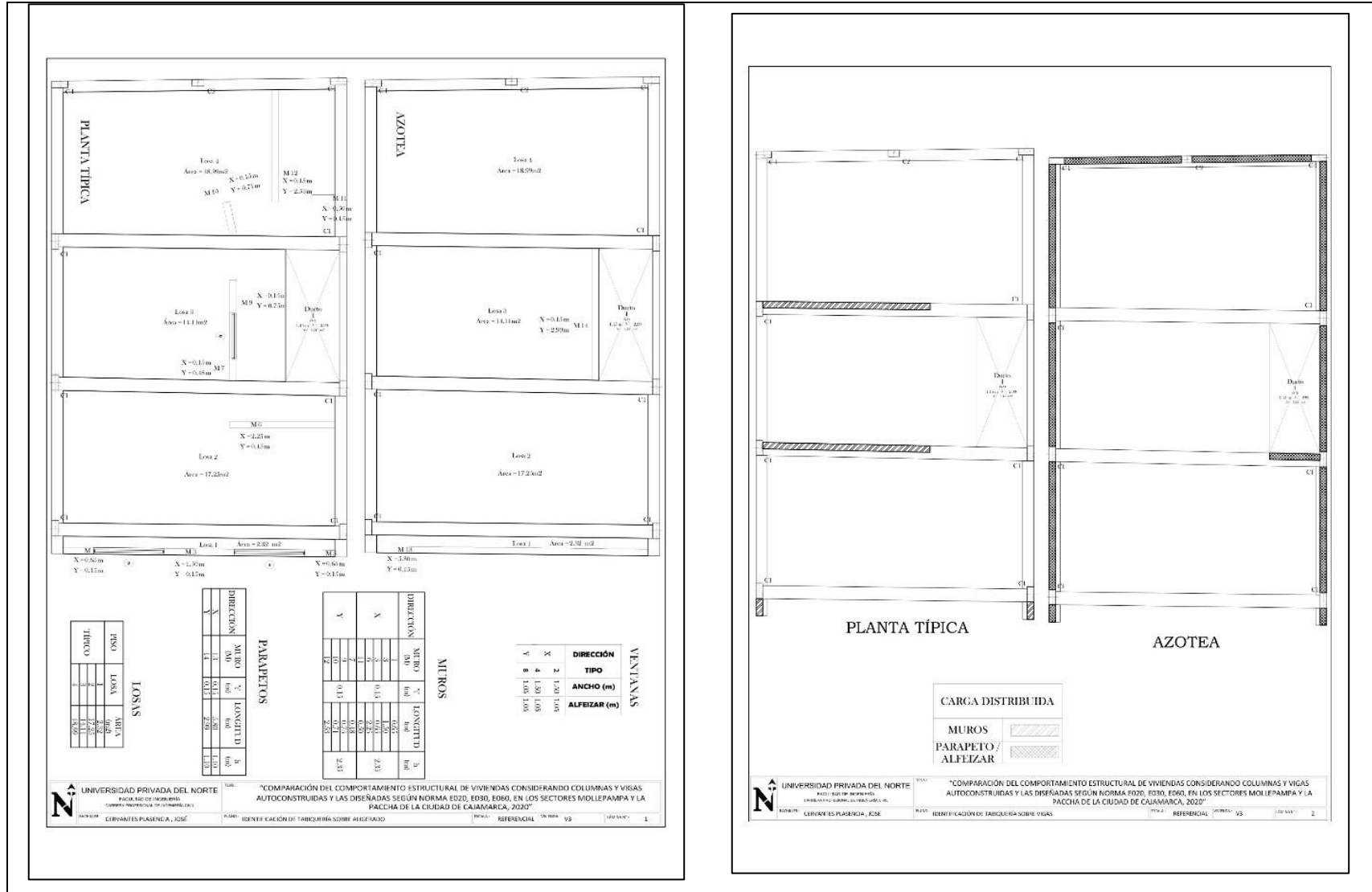


Figura 115. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 4

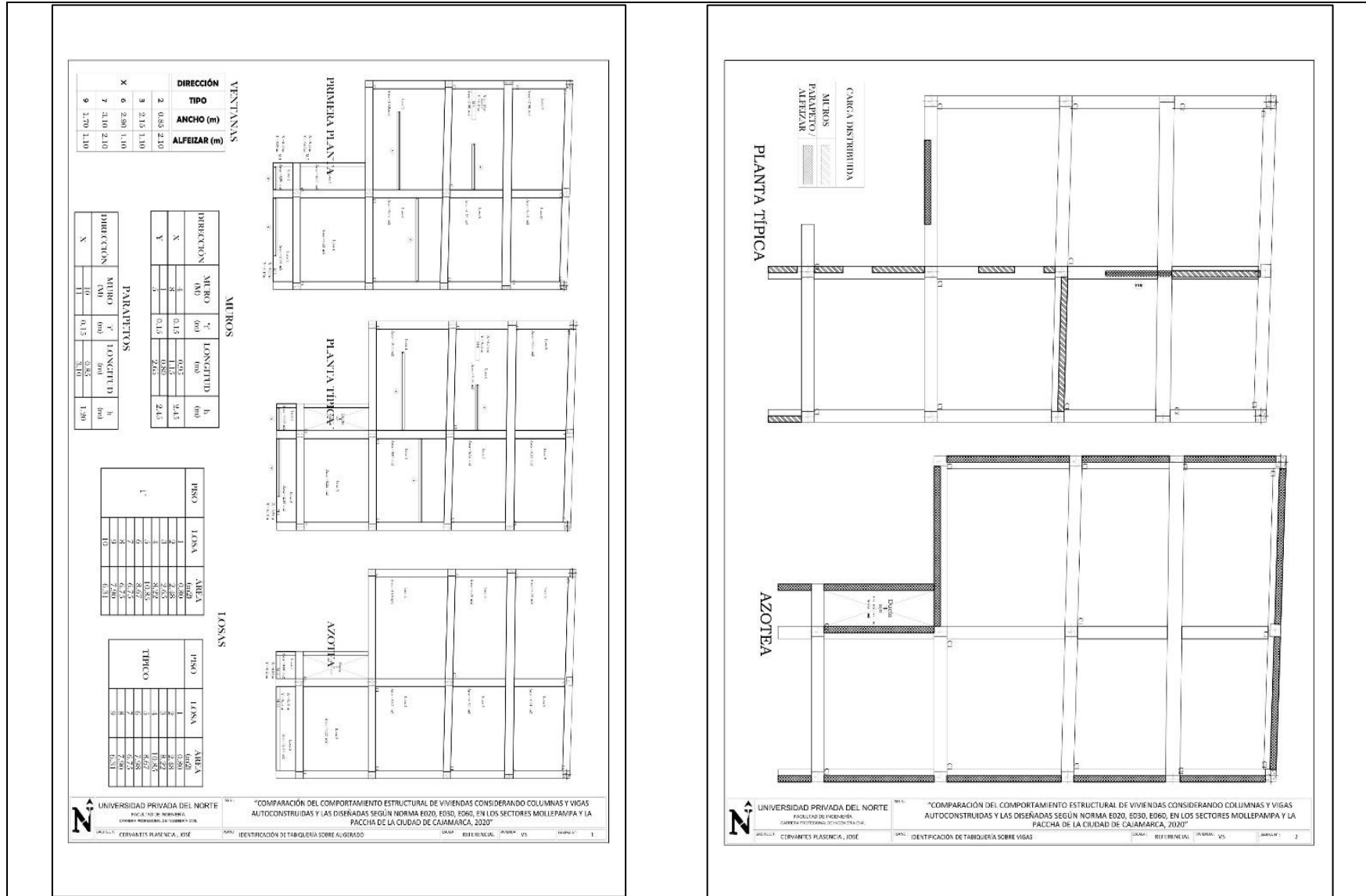


Figura 116. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 5



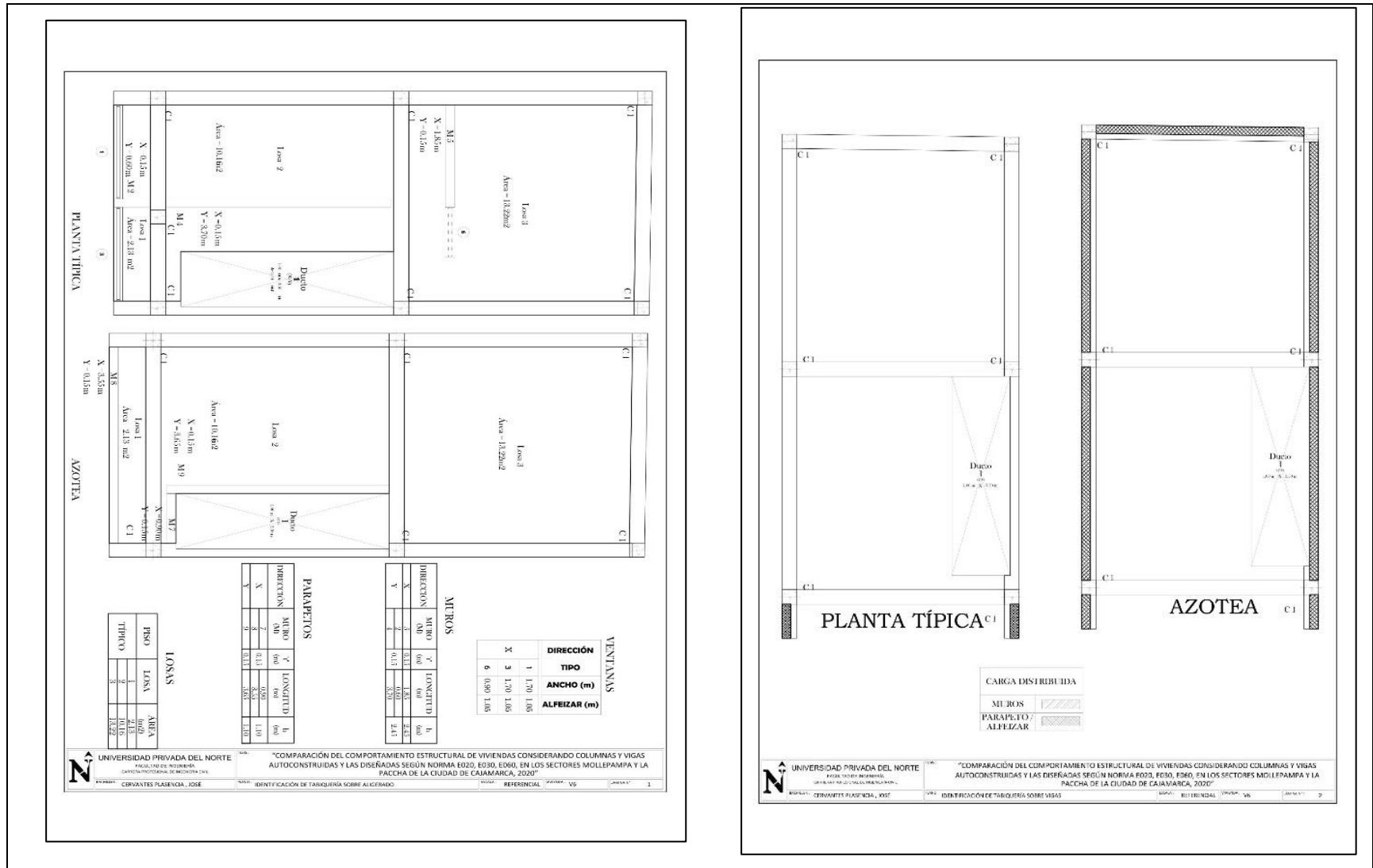


Figura 117. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 6

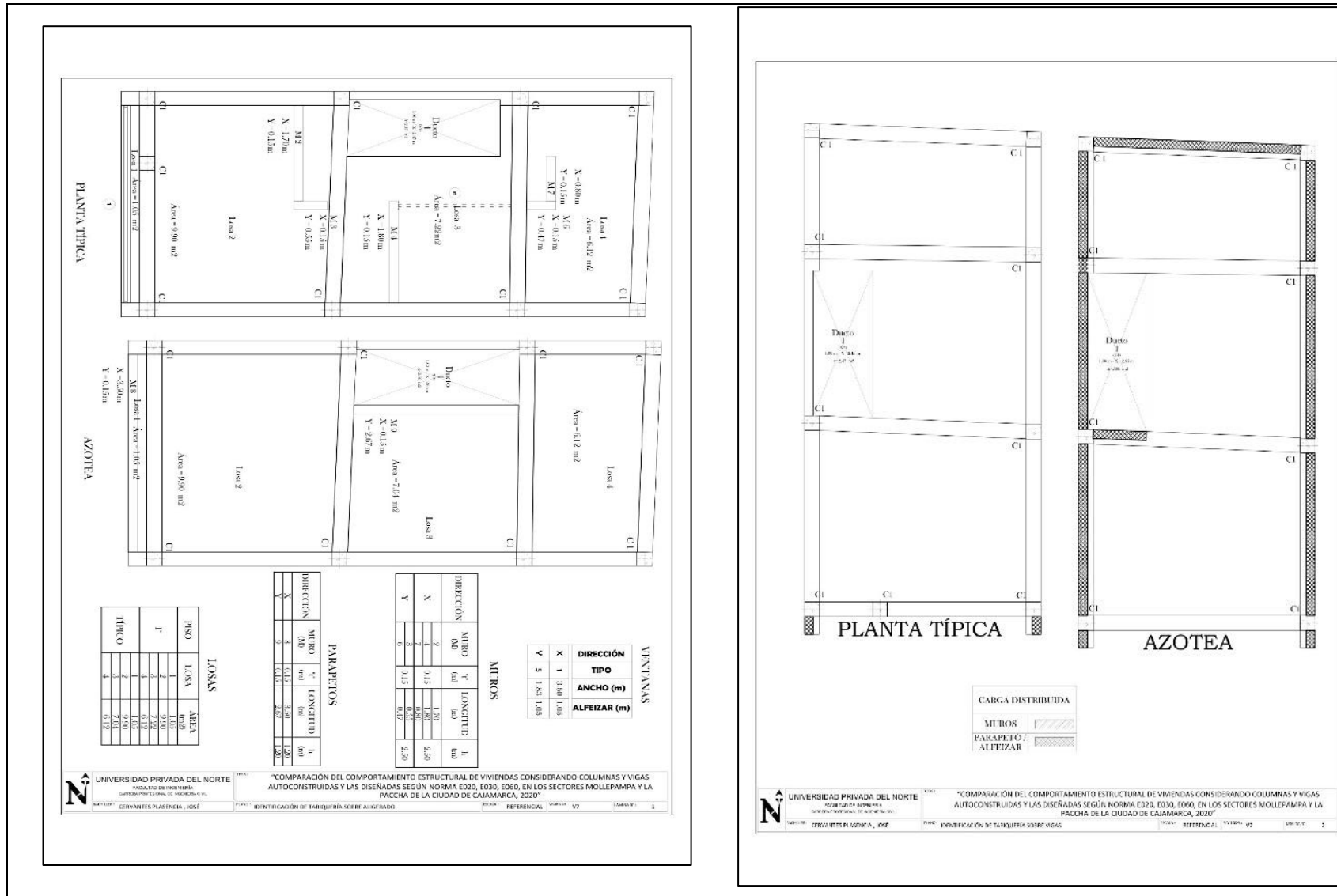


Figura 118. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 7

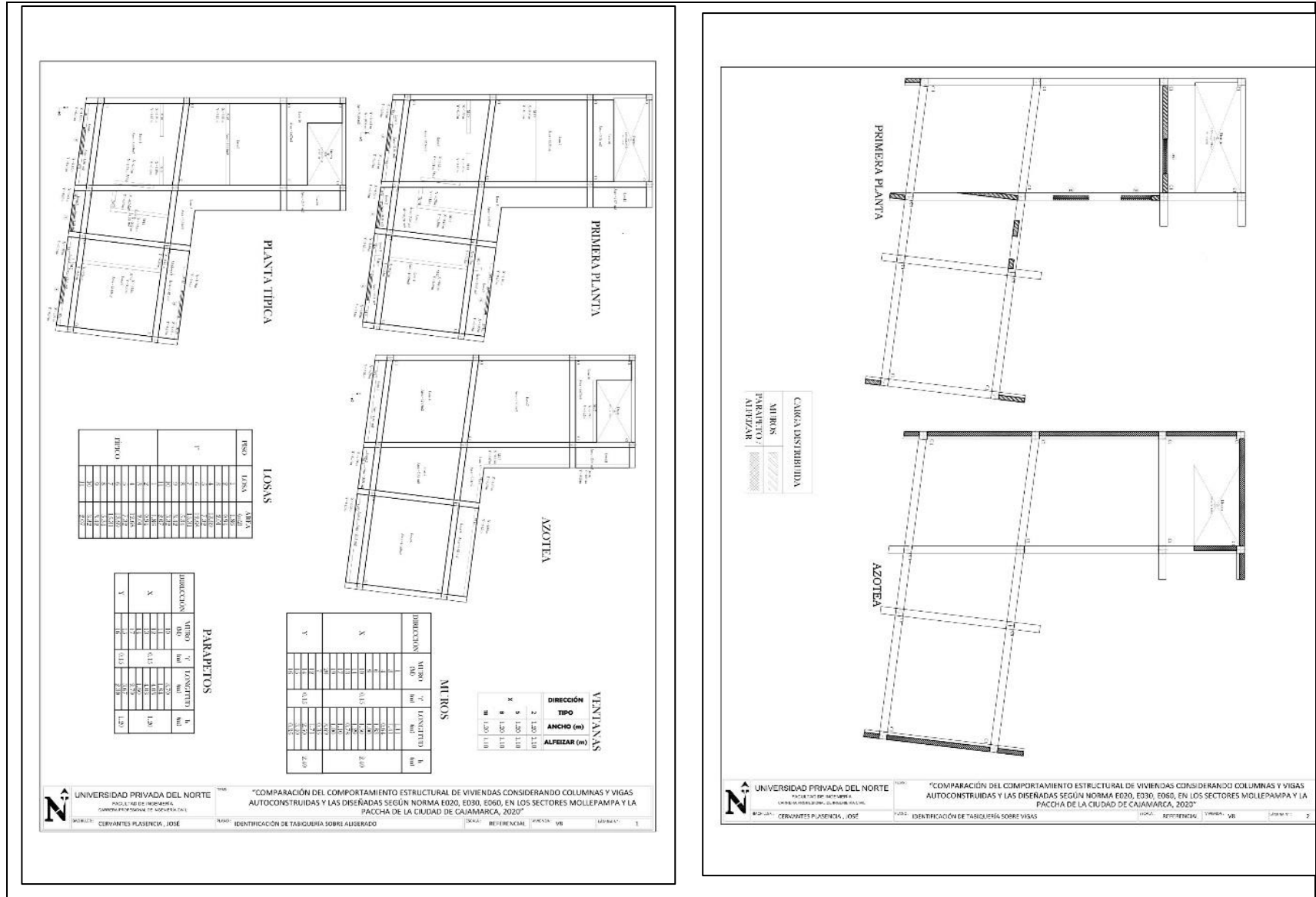


Figura 119. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 8

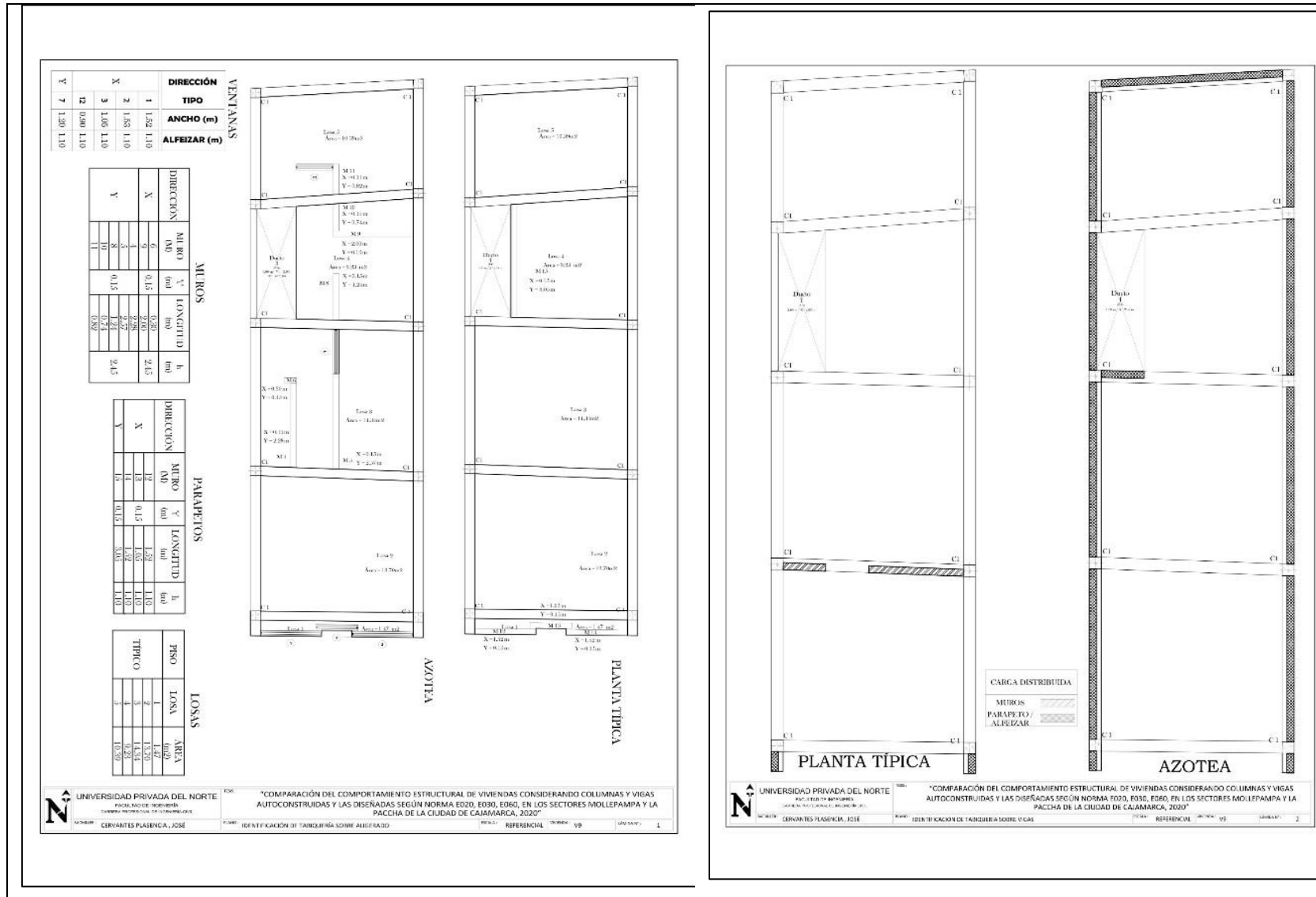


Figura 120. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 9

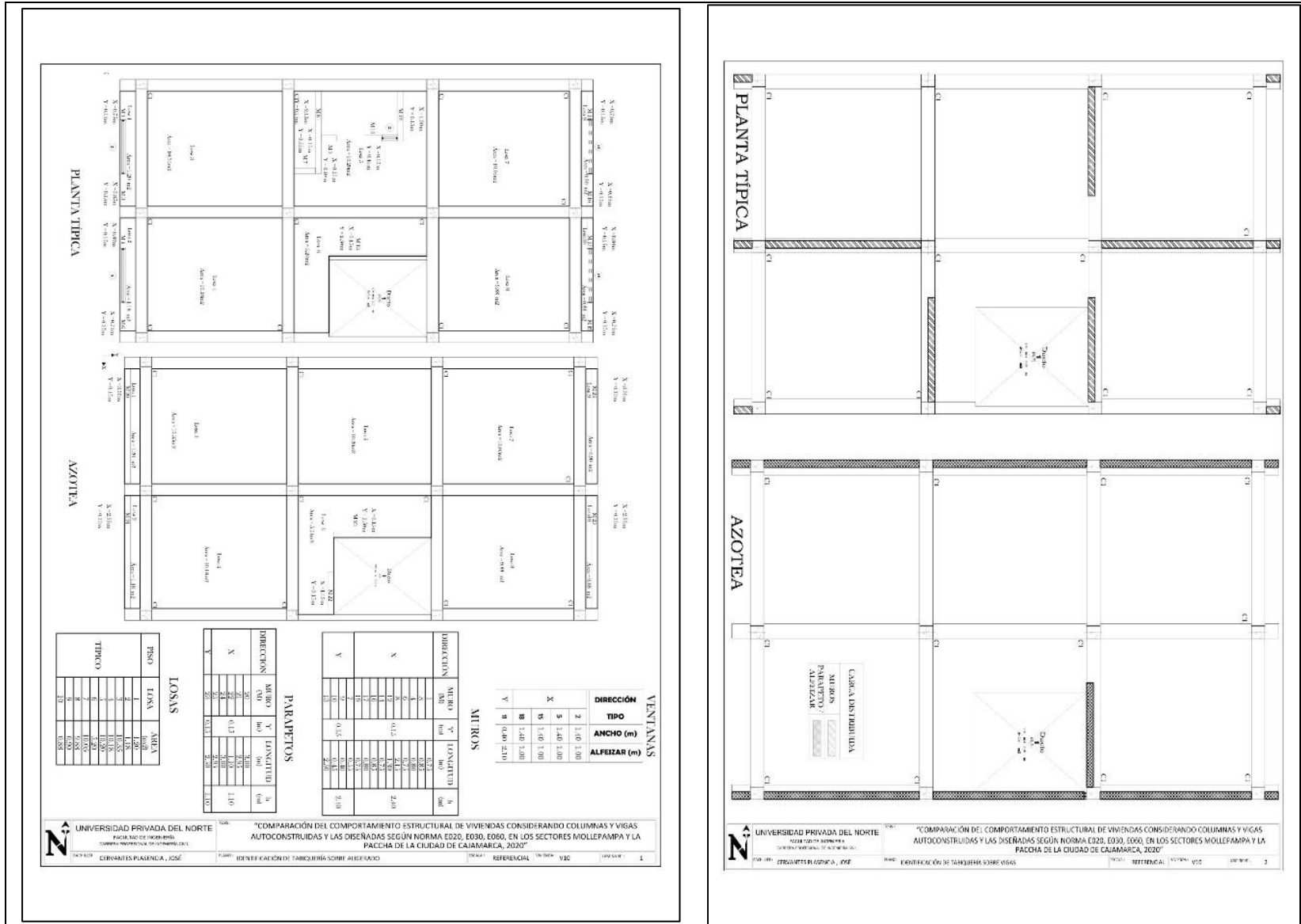


Figura 121. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 10



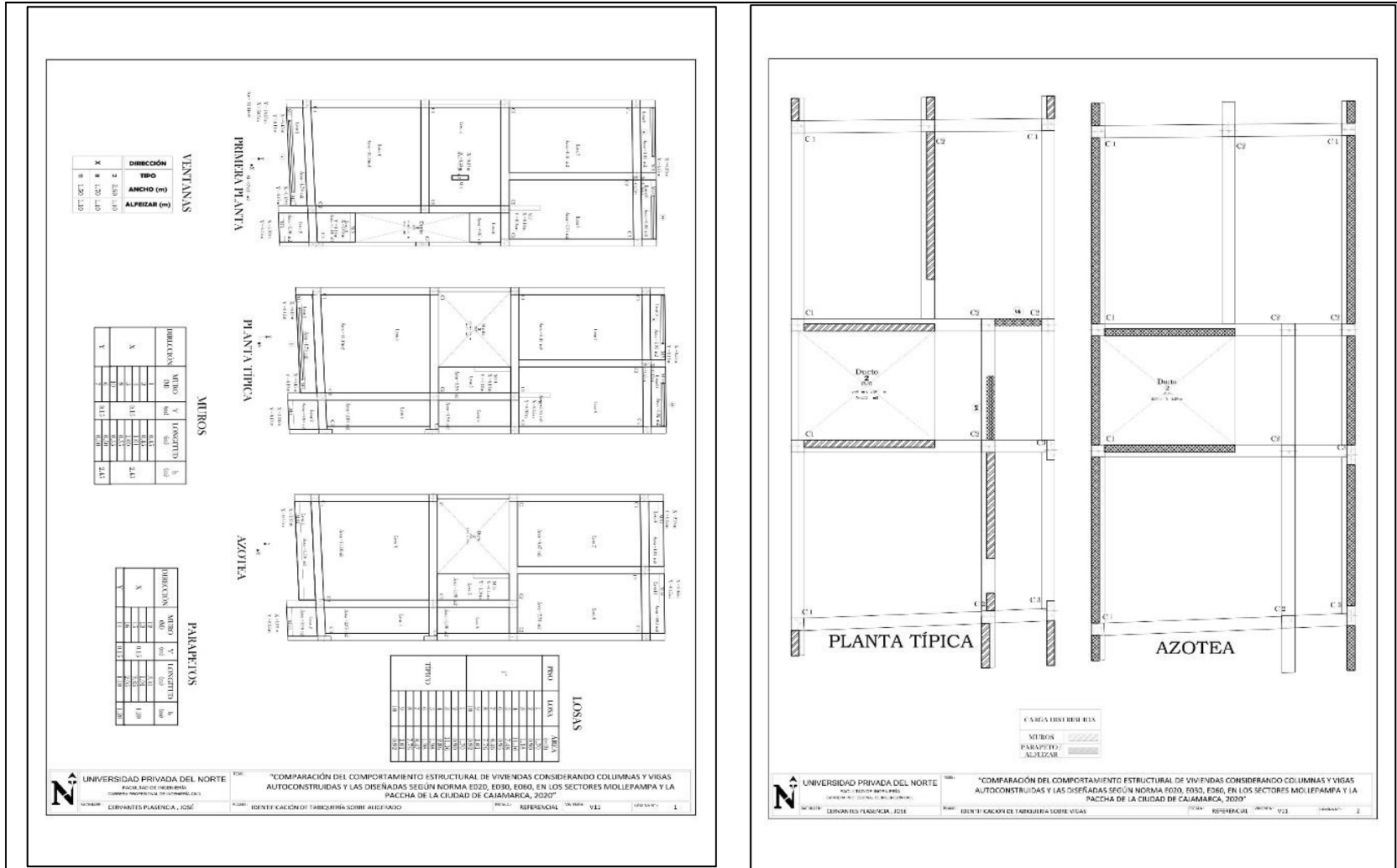


Figura 122. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 11

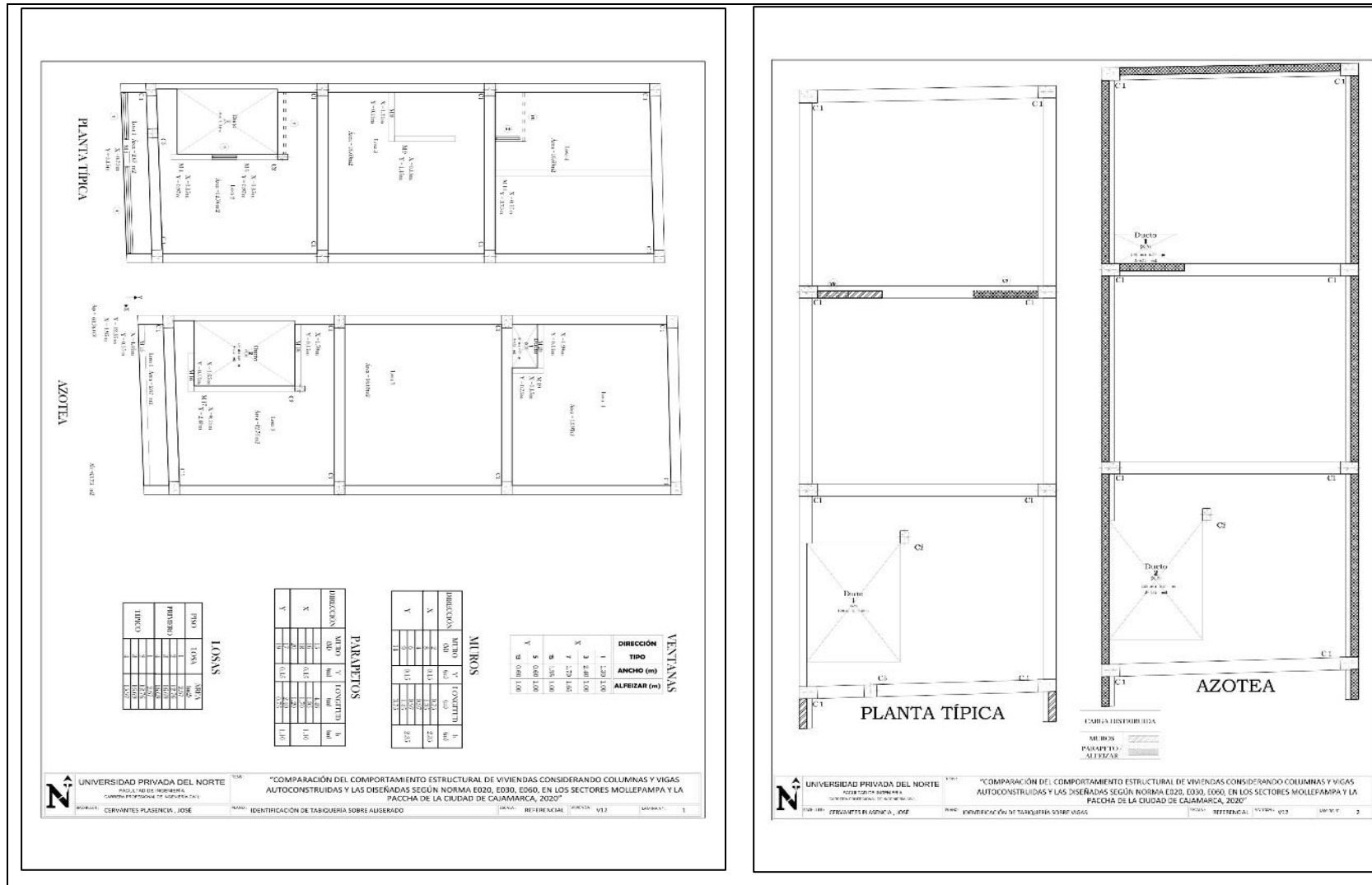


Figura 123. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 12

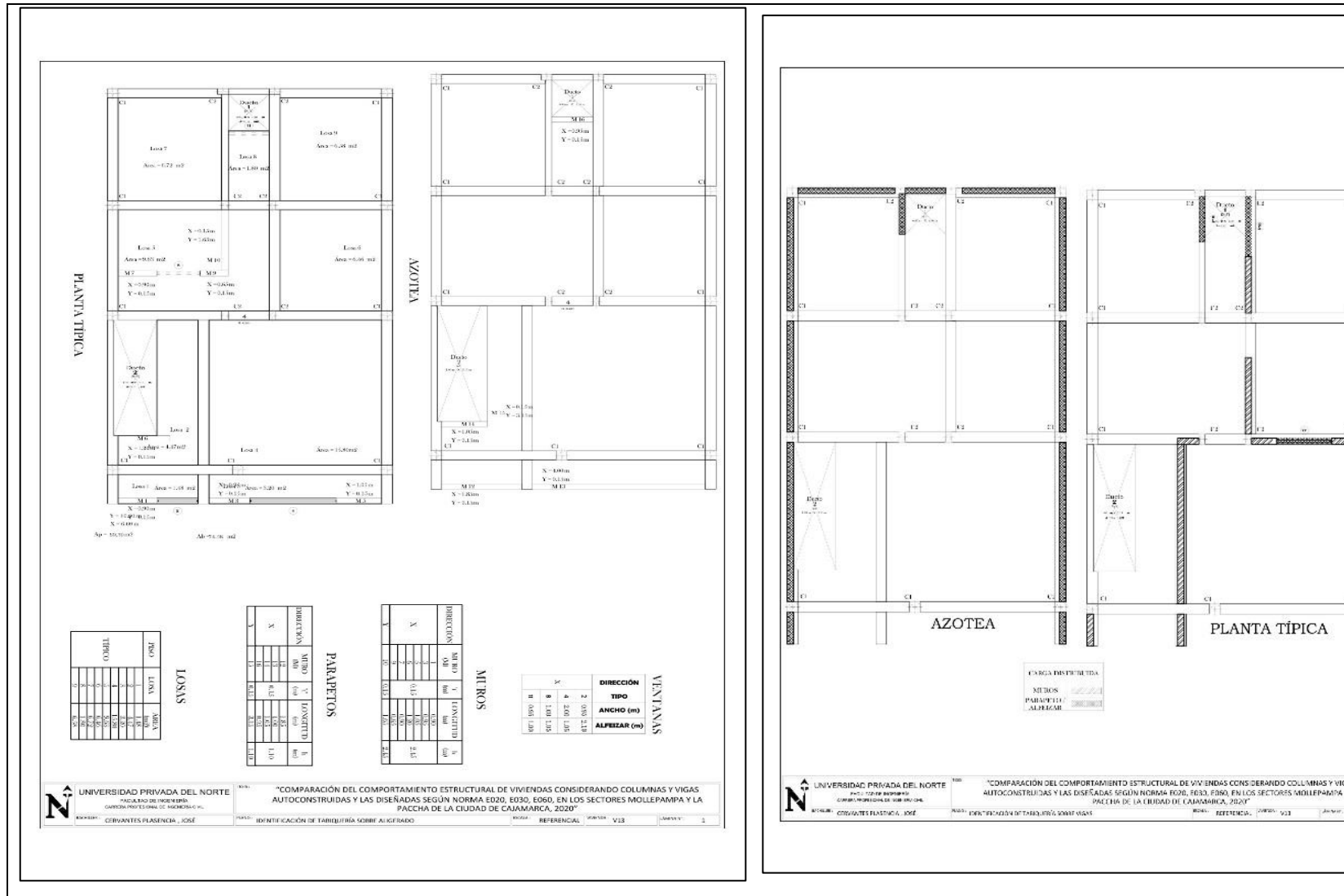


Figura 124. Tabiquería sobre losa aligerada y vigas vivienda 13

### ANEXO n° 9. Modelados viviendas ETABS caso de estudio real.

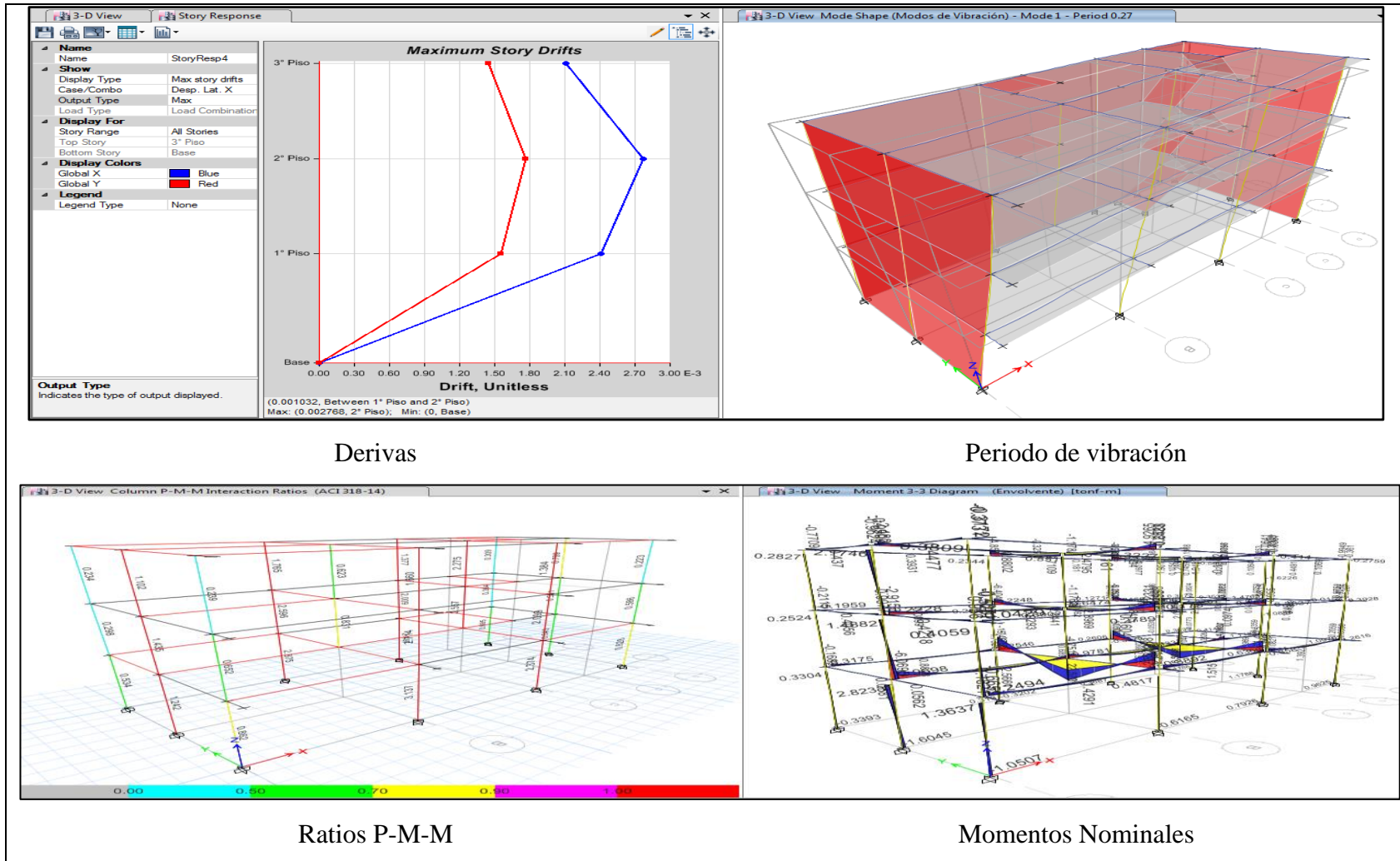
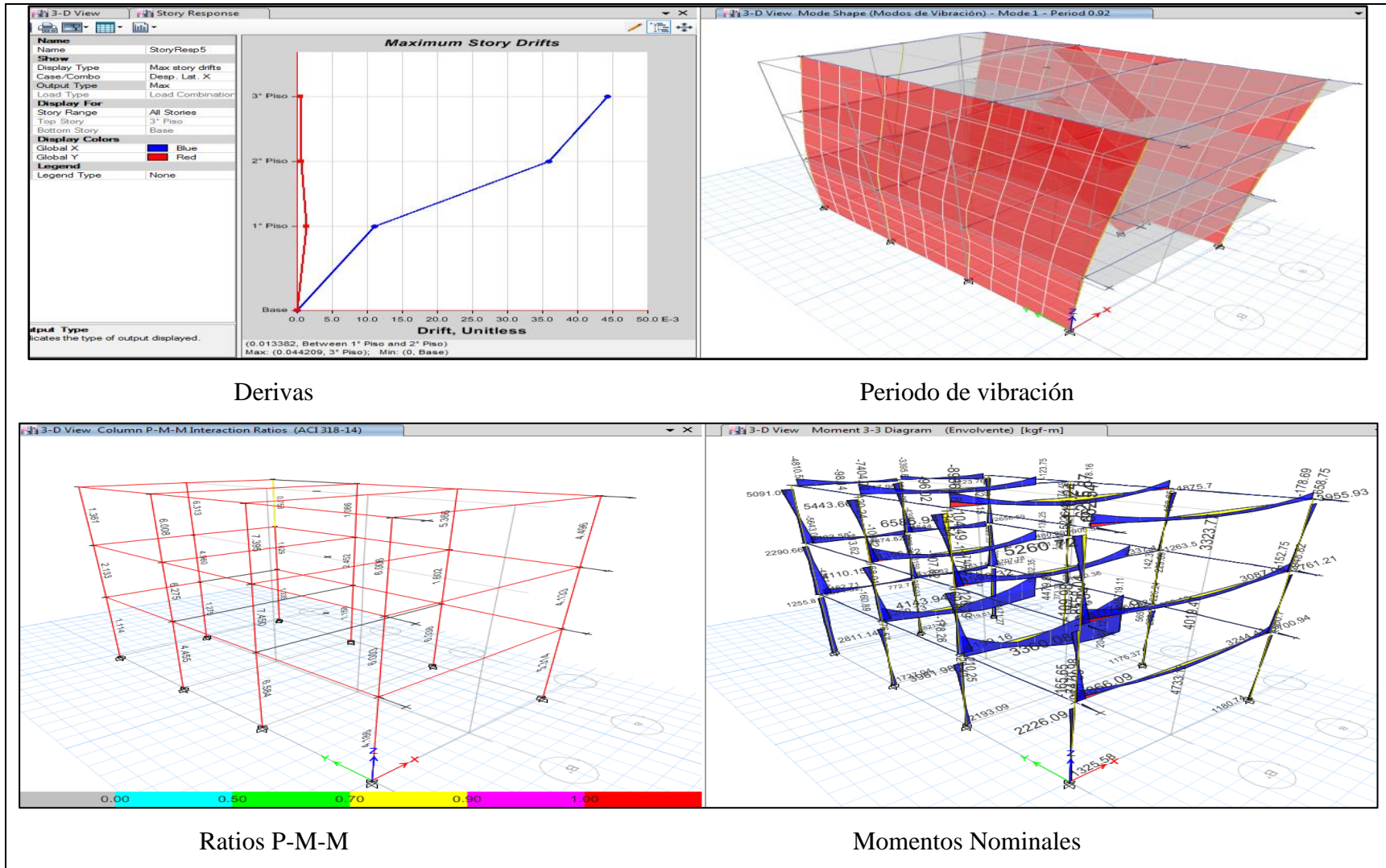


Figura 125. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 2



Derivas

Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 126. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 3



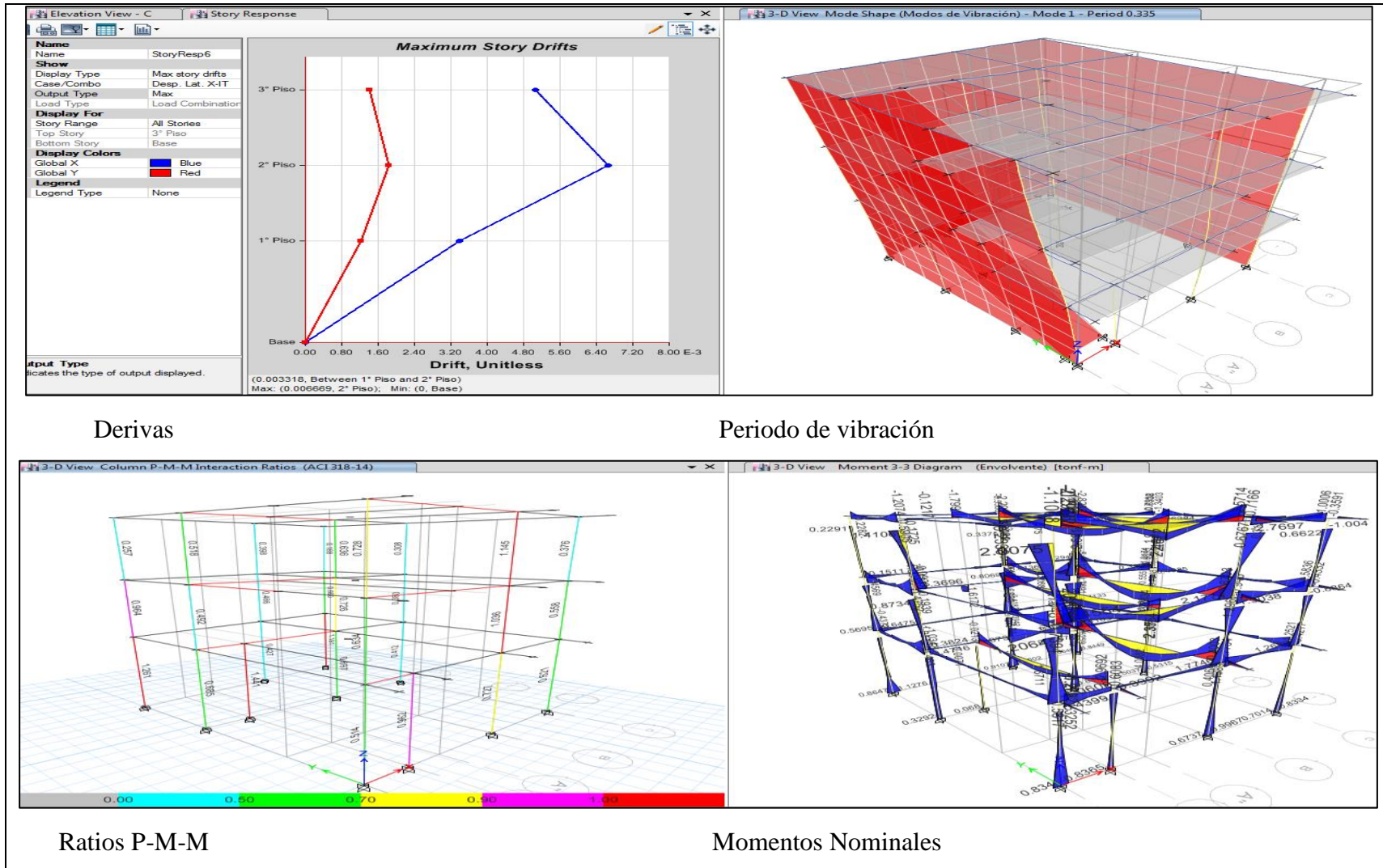
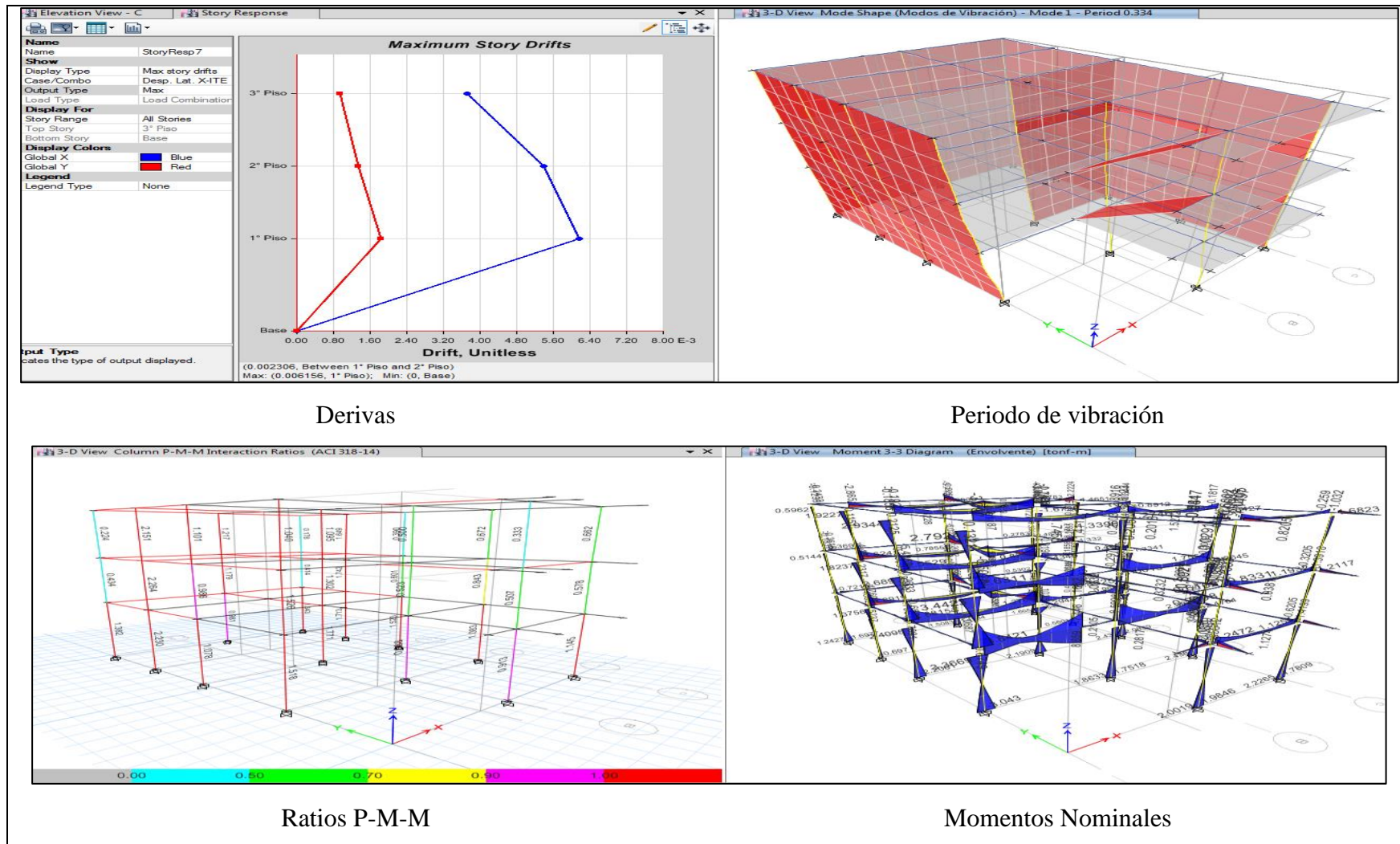


Figura 127. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 4



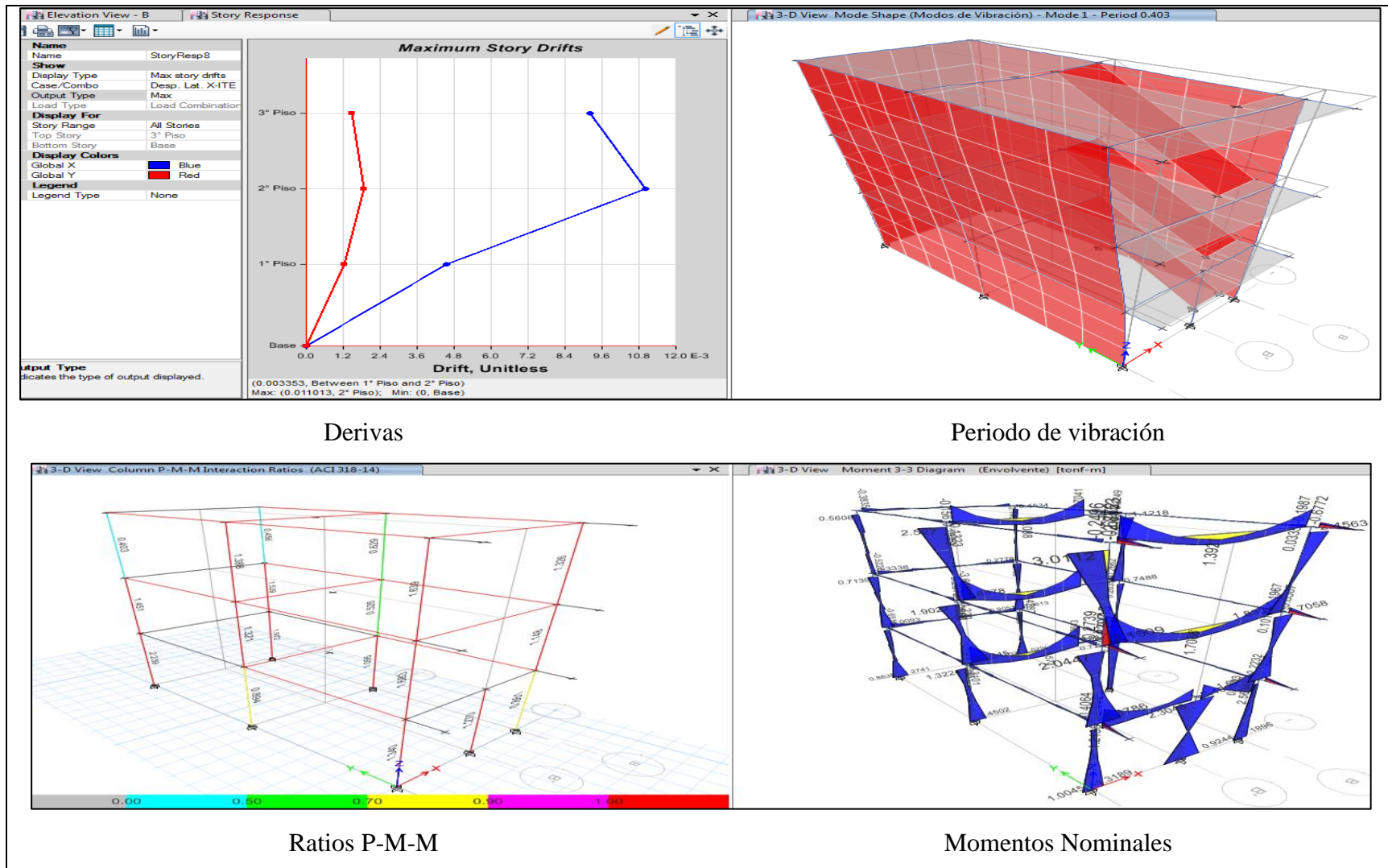
Derivas

Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 128. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 5



Derivas

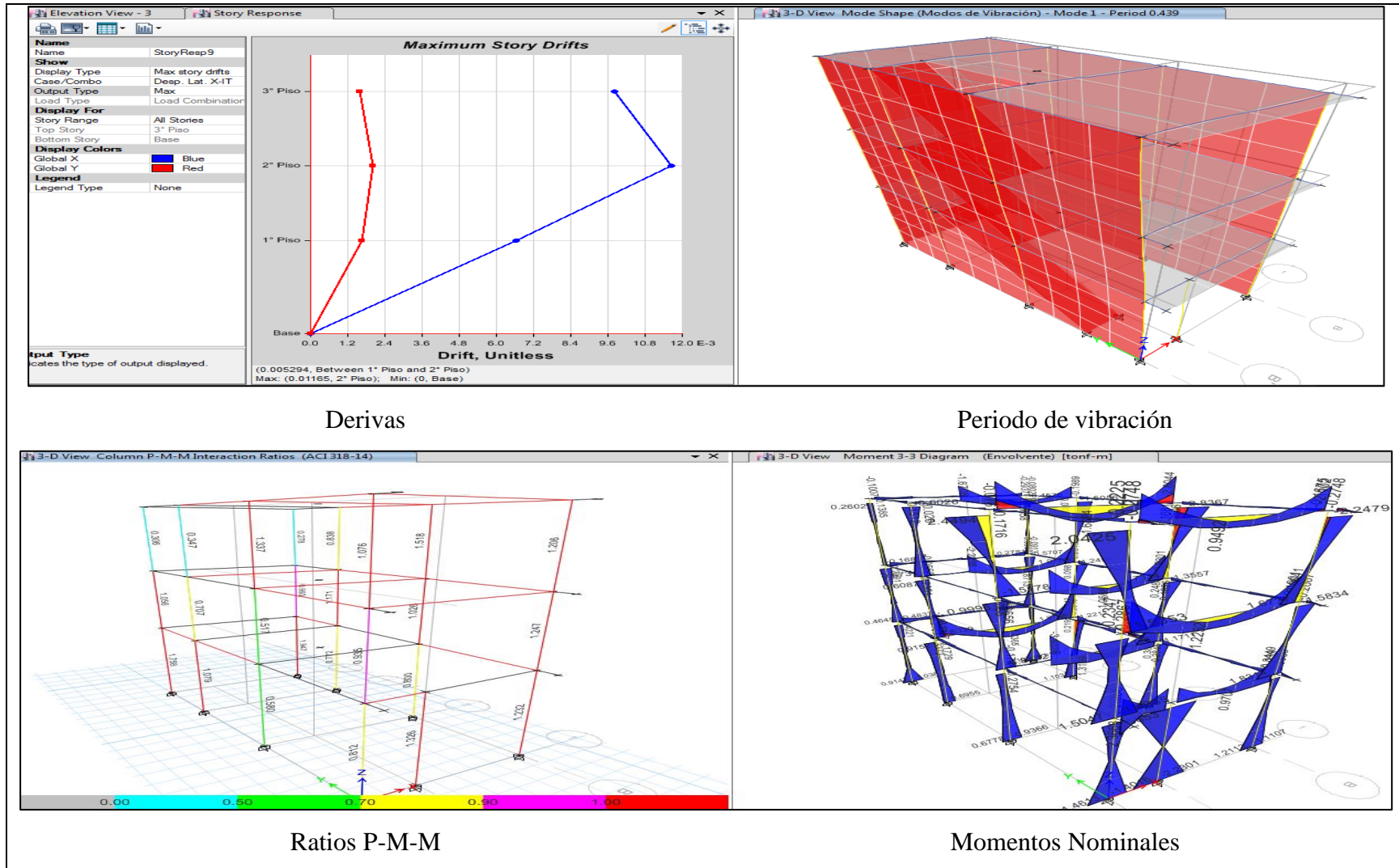
Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 129. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 6





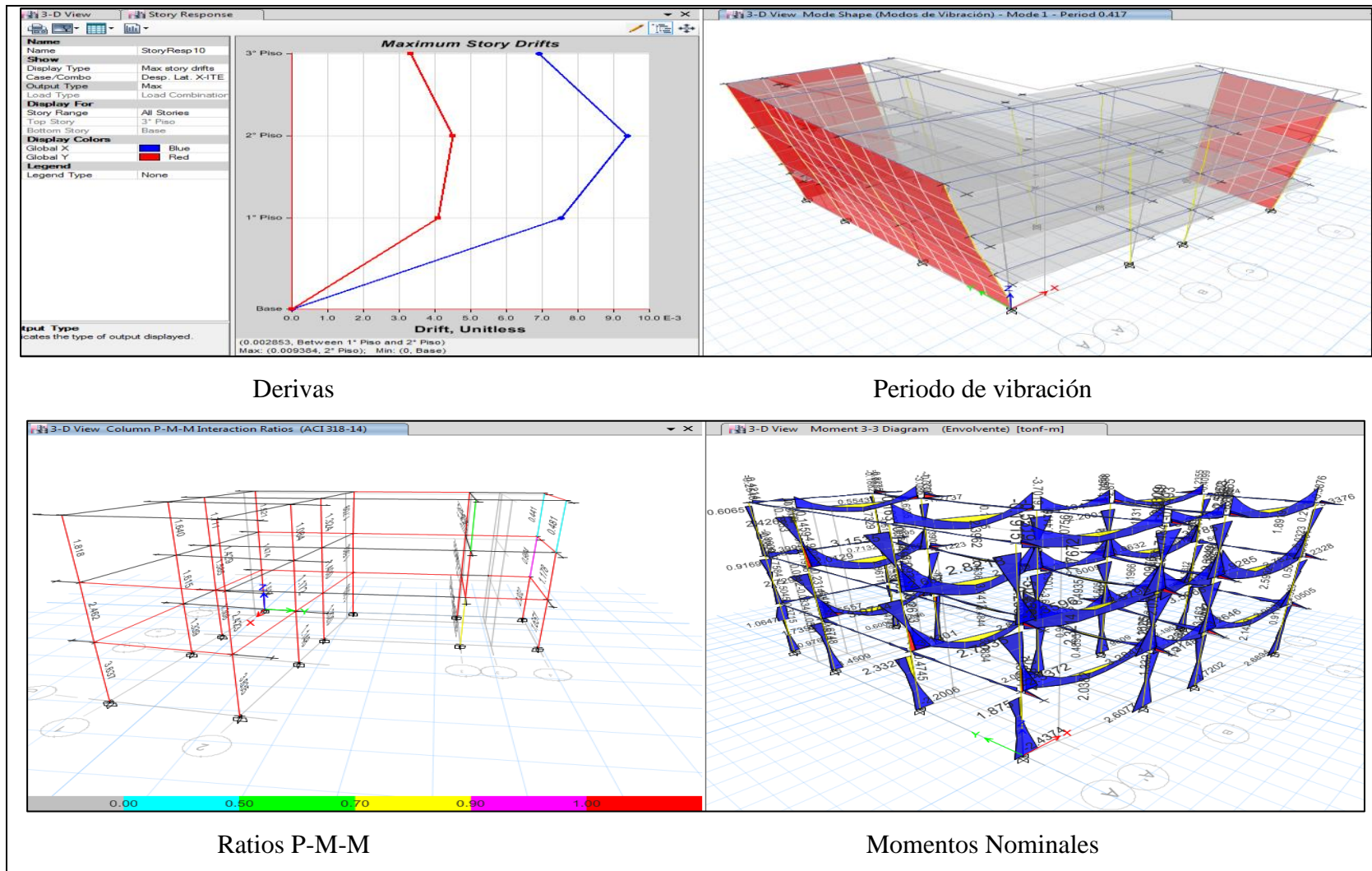
Derivas

Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 130. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 7



Derivas

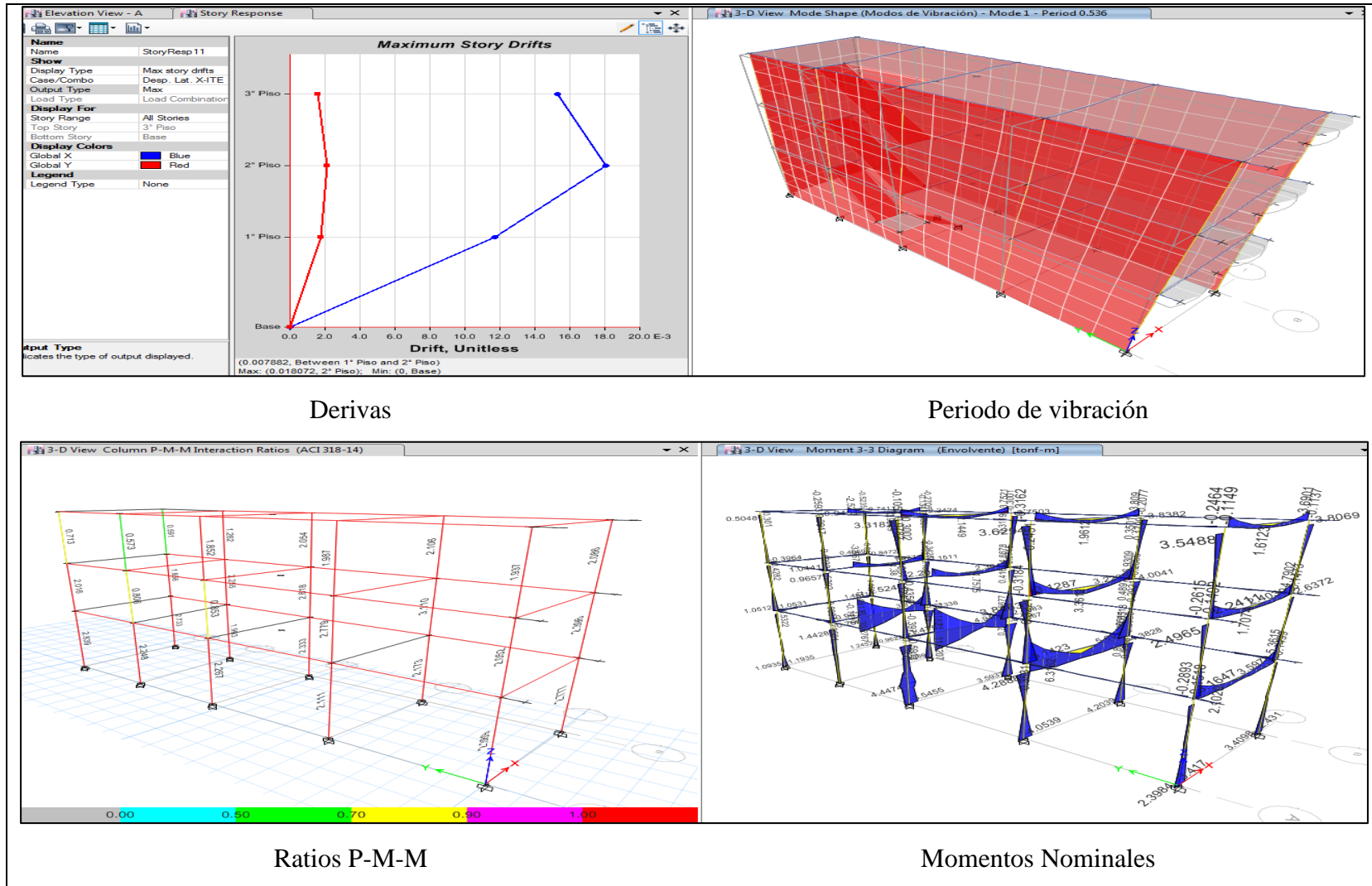
Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 131. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 8





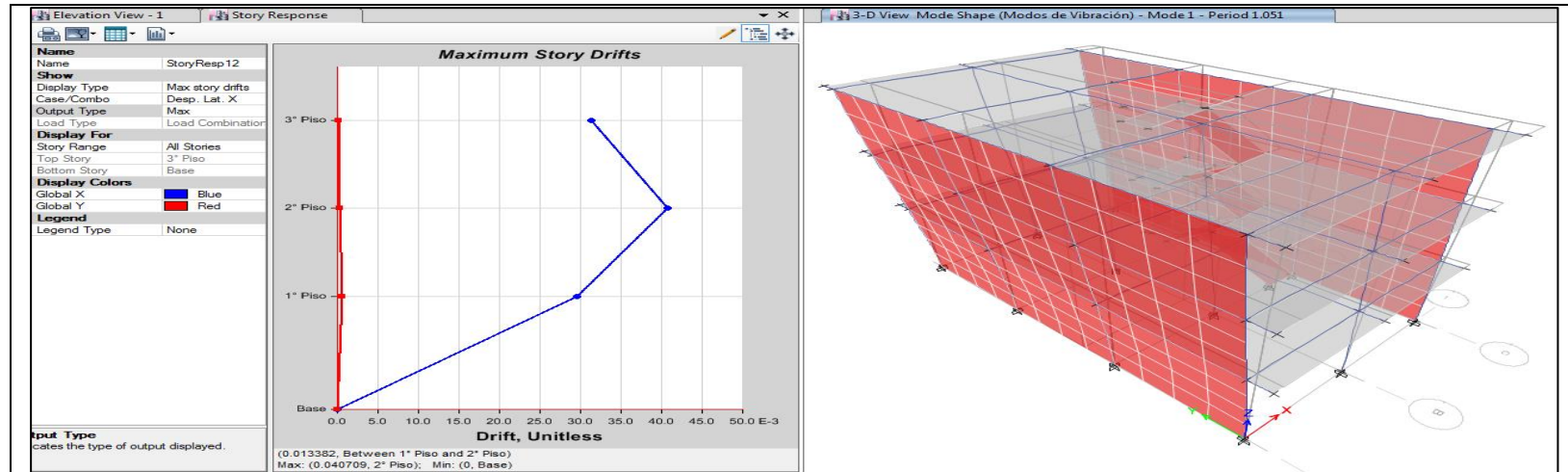
Derivas

Periodo de vibración

Ratios P-M-M

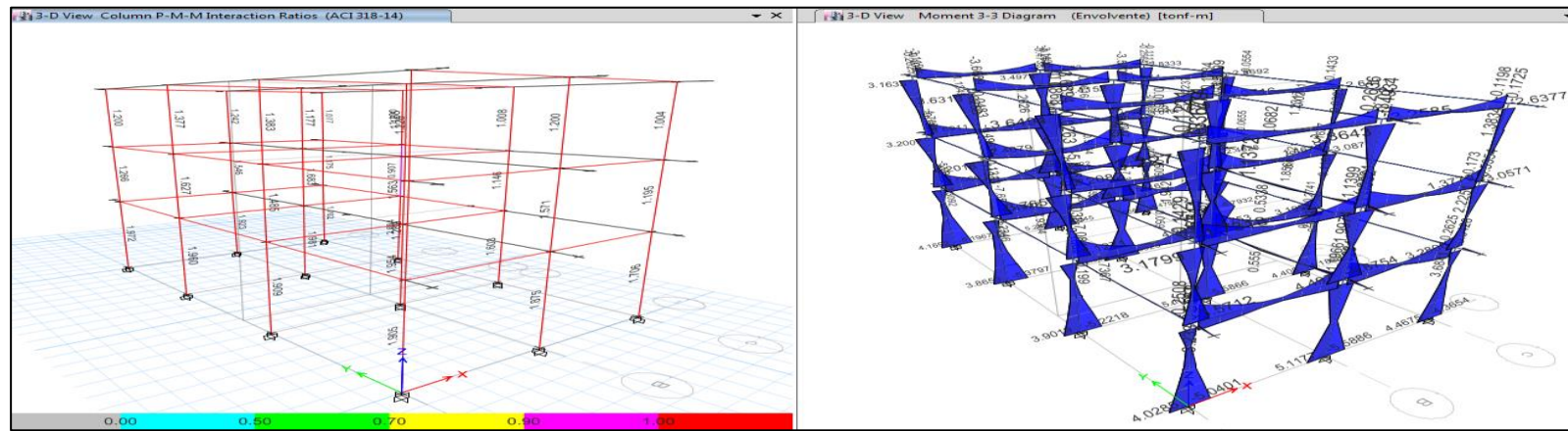
Momentos Nominales

Figura 132. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 2



Derivas

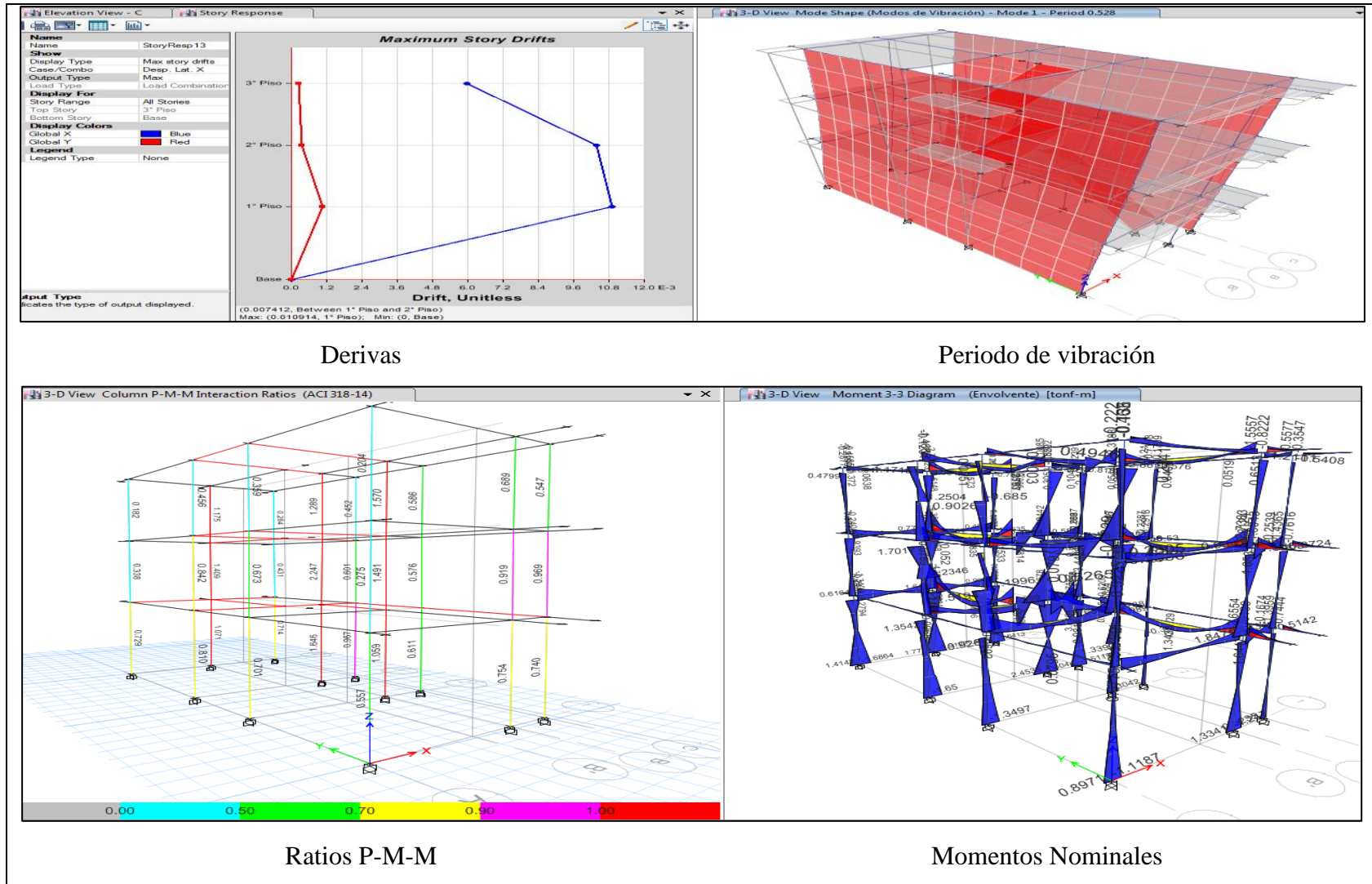
Periodo de vibración



Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 133. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 10



Derivas

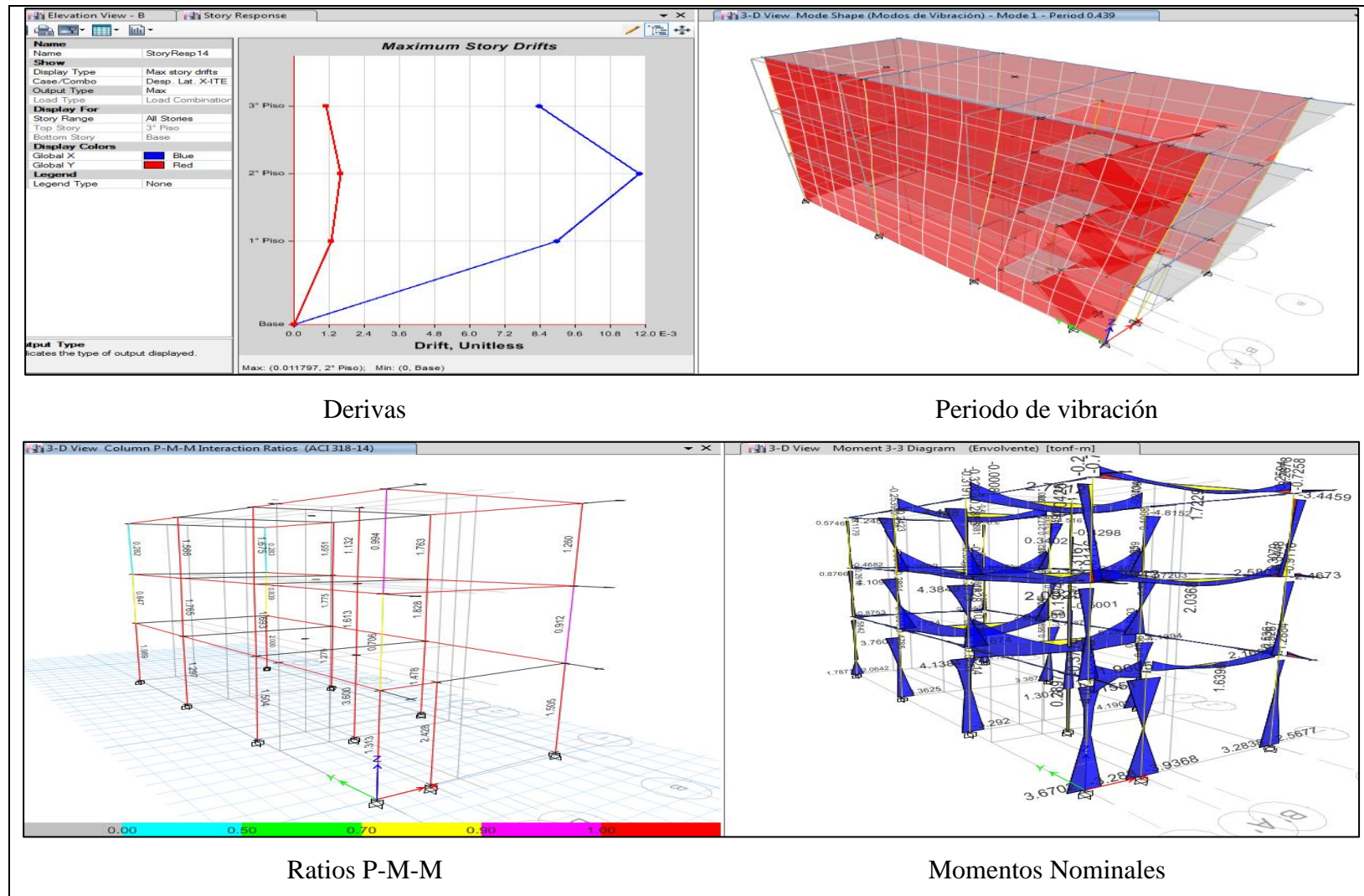
Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 134. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 11





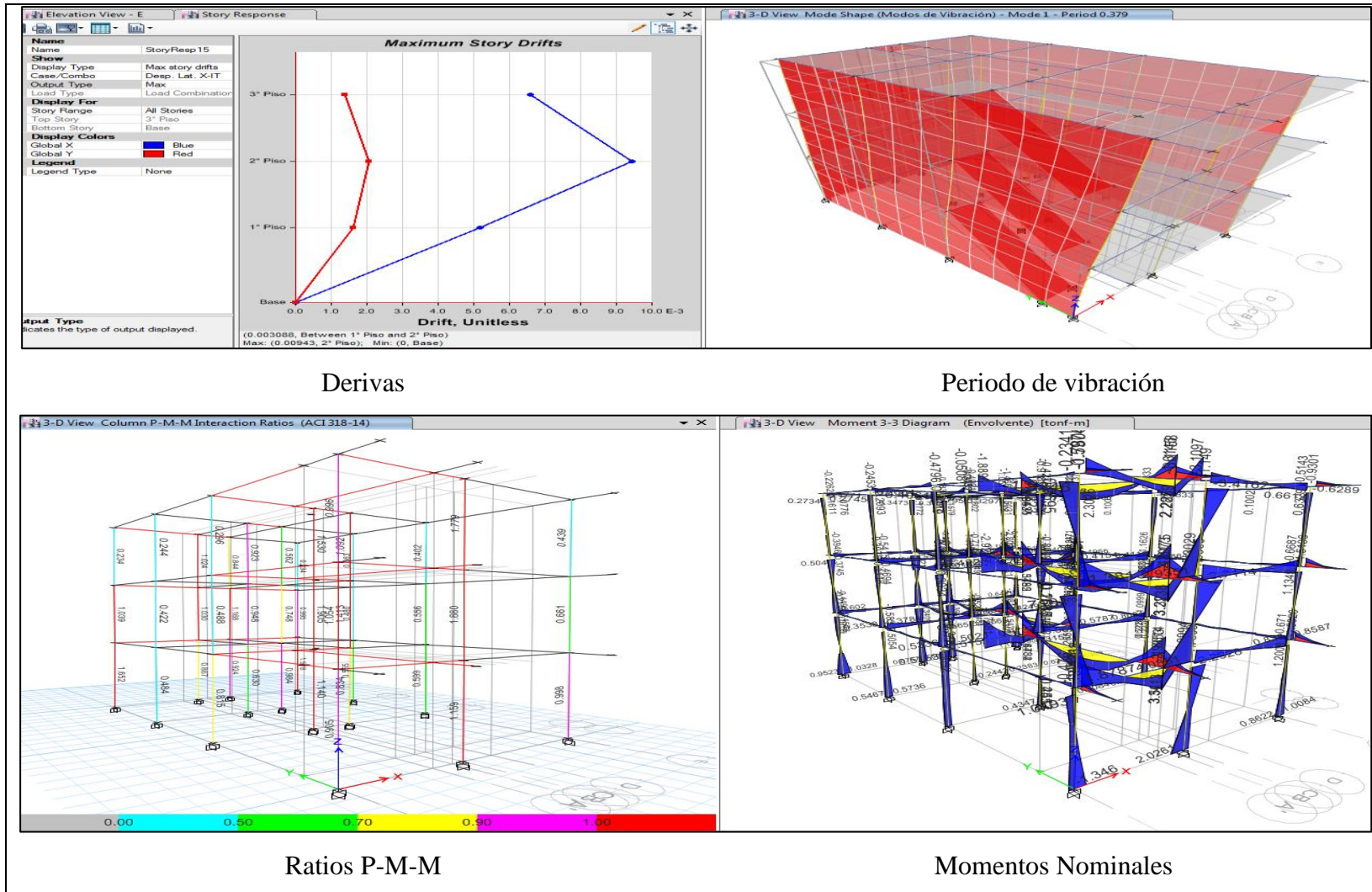
Derivas

Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 135. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 12



Derivas

Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 136. Modelado ETABS caso de estudio real vivienda 13



ANEXO n° 10. Modelados viviendas ETABS caso de estudio de diseño.

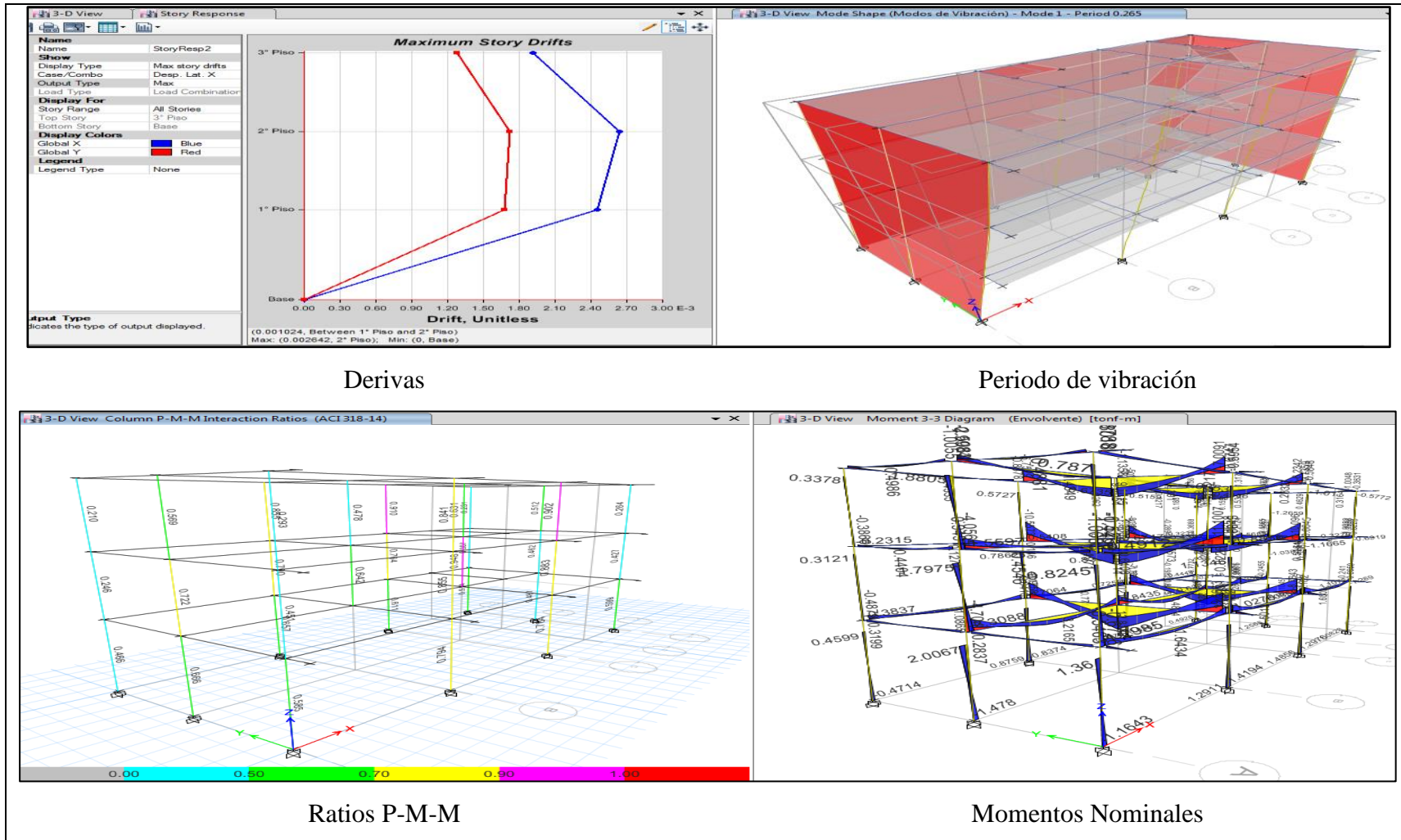


Figura 137. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 2

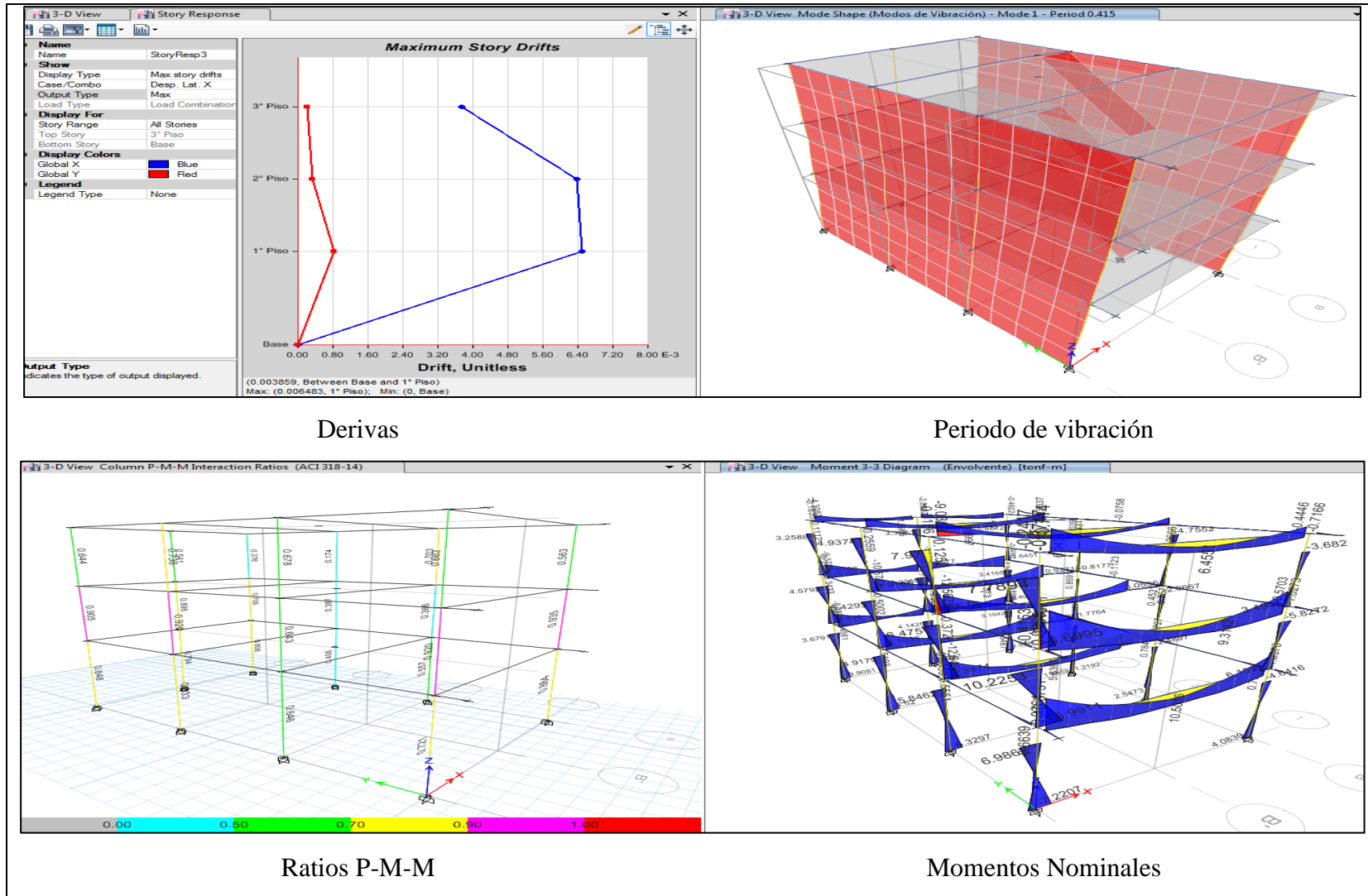


Figura 138. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 3

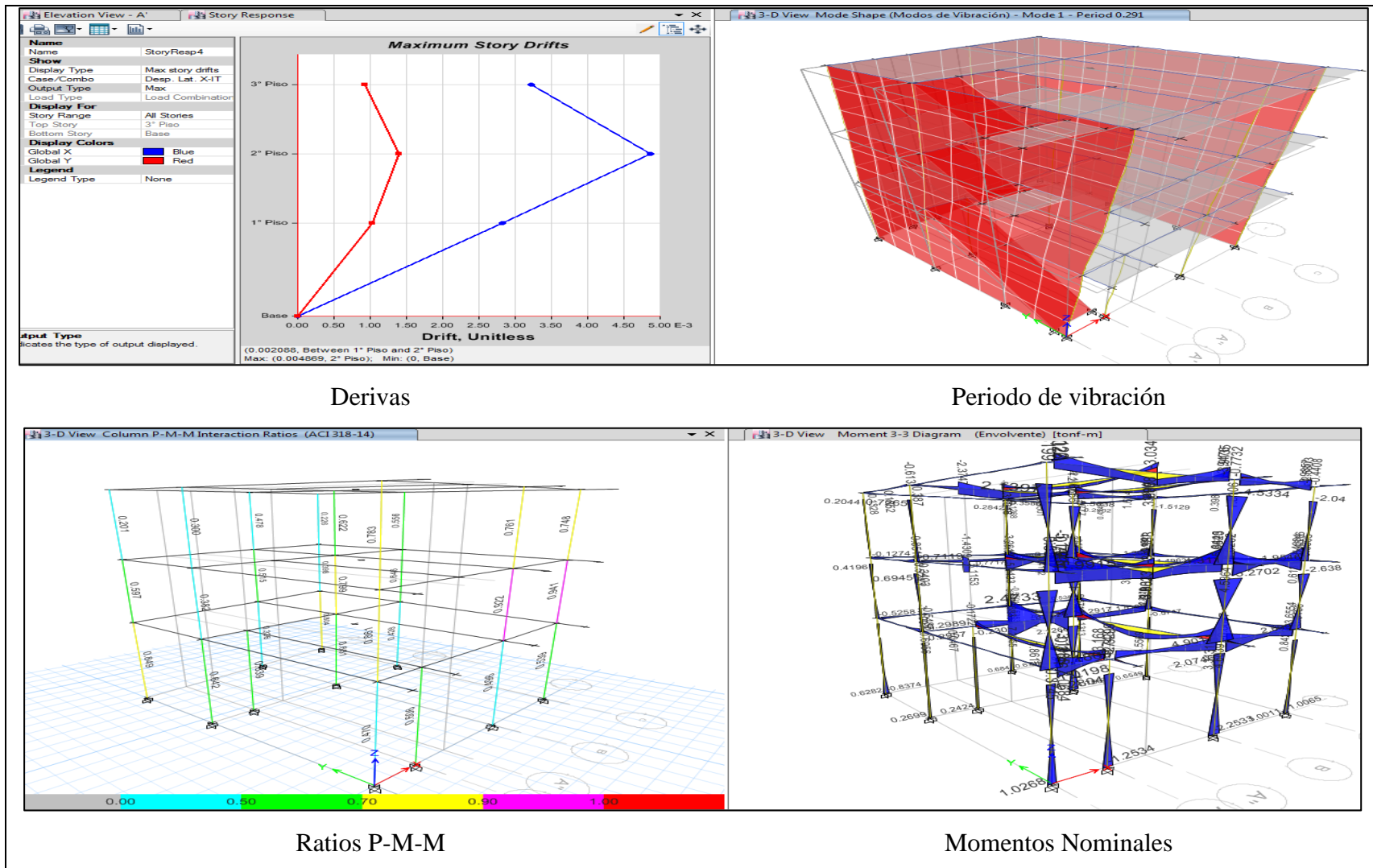
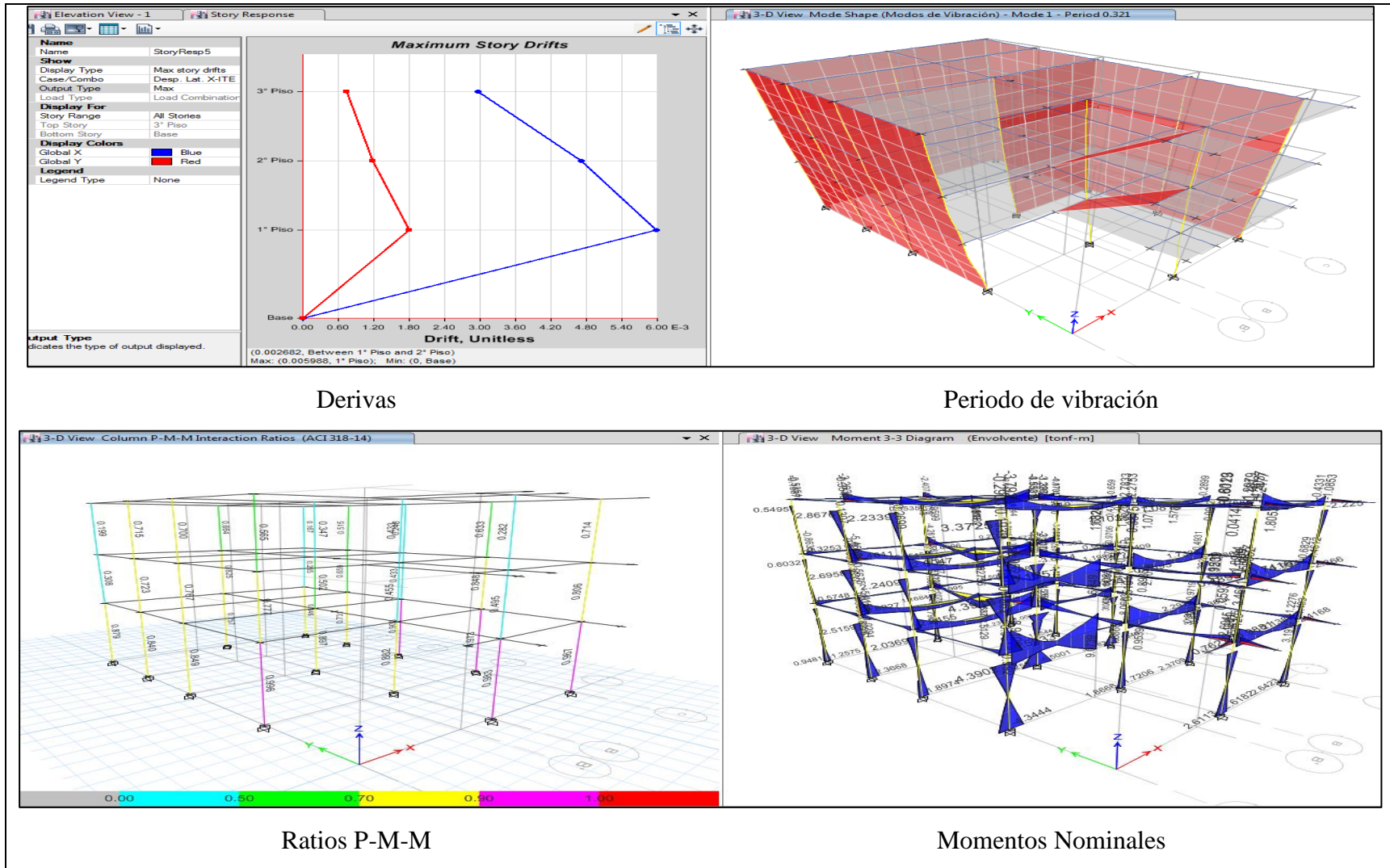


Figura 139. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 4



Derivas

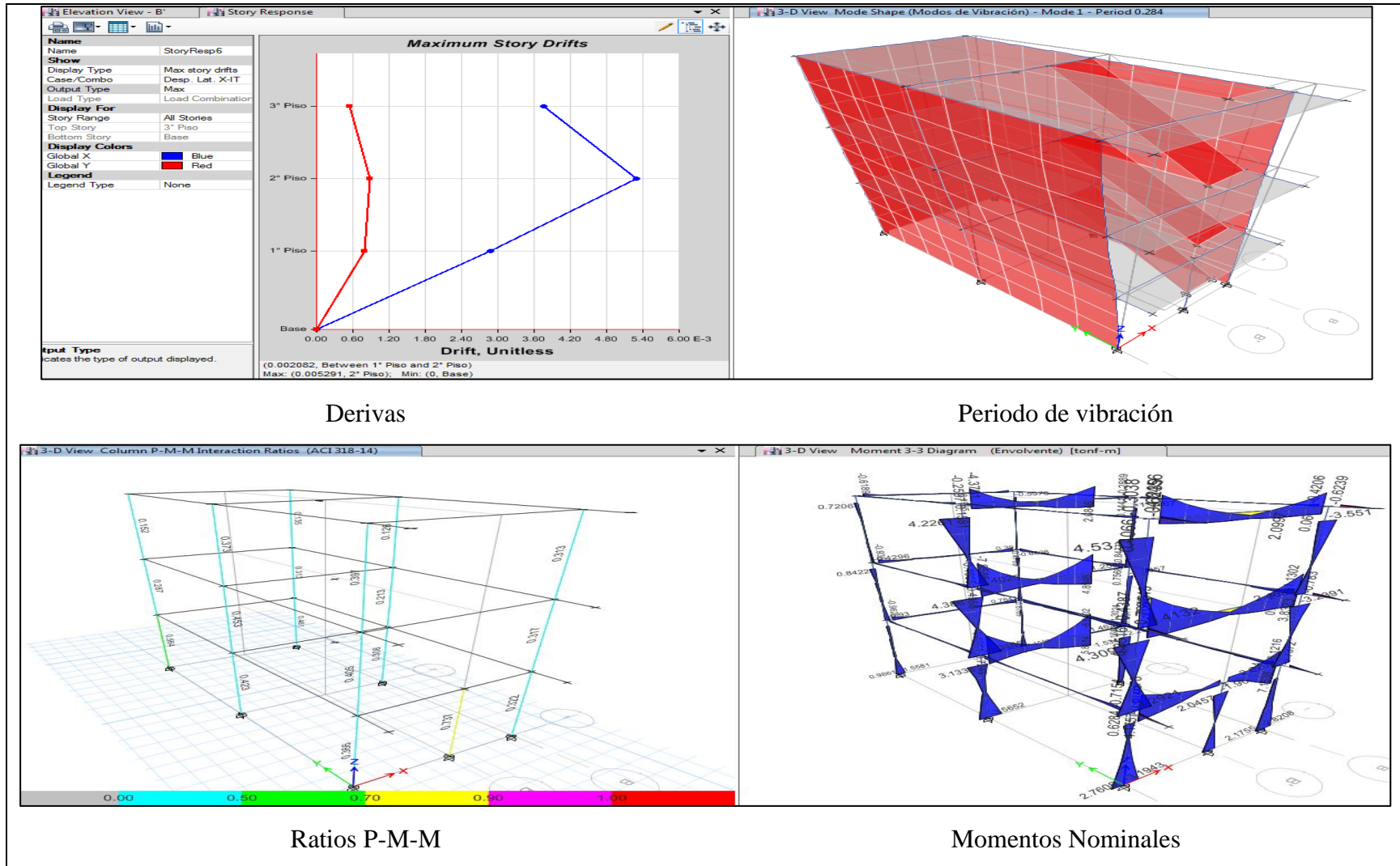
Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 140. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 5





Derivas

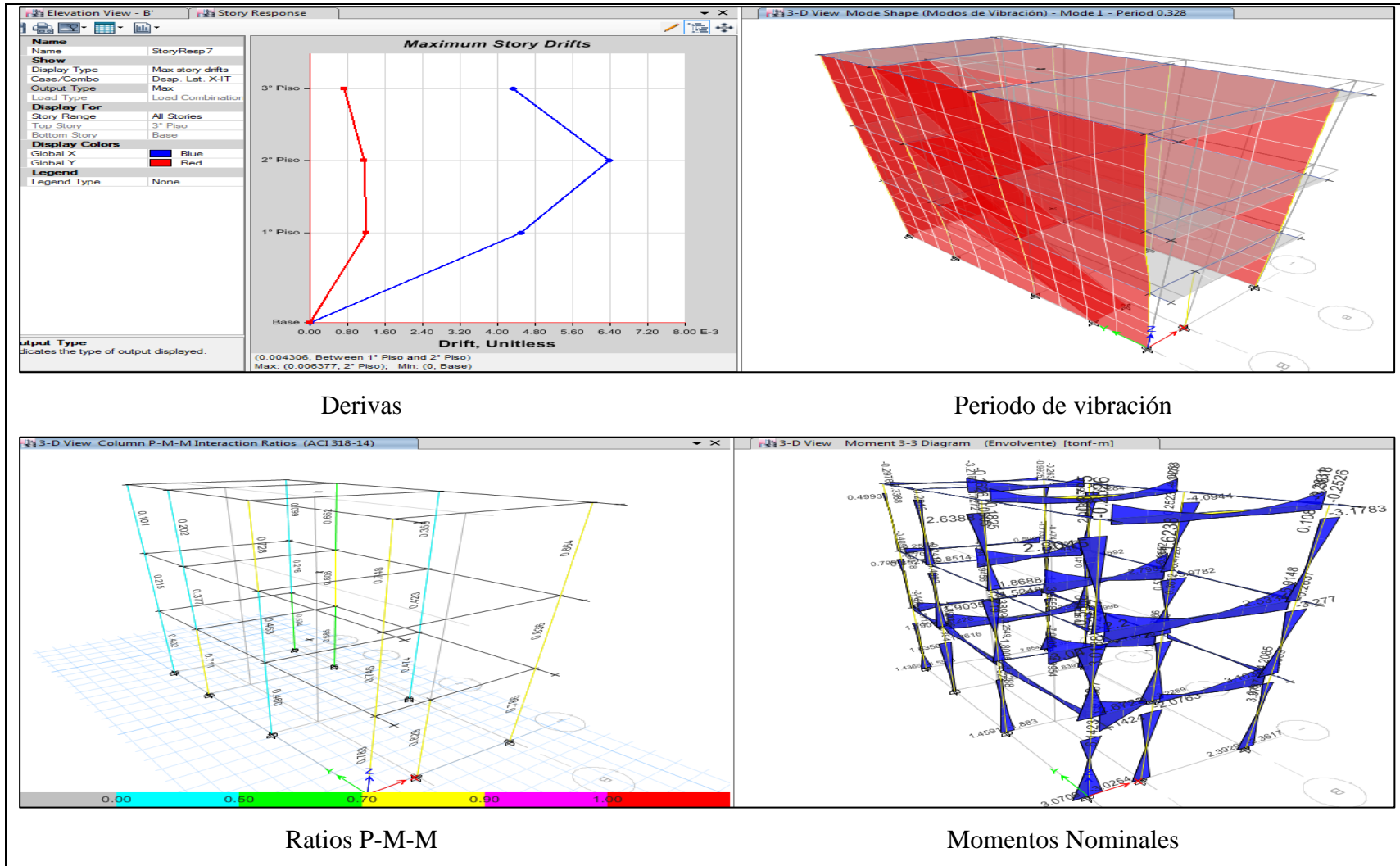
Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 141. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 6





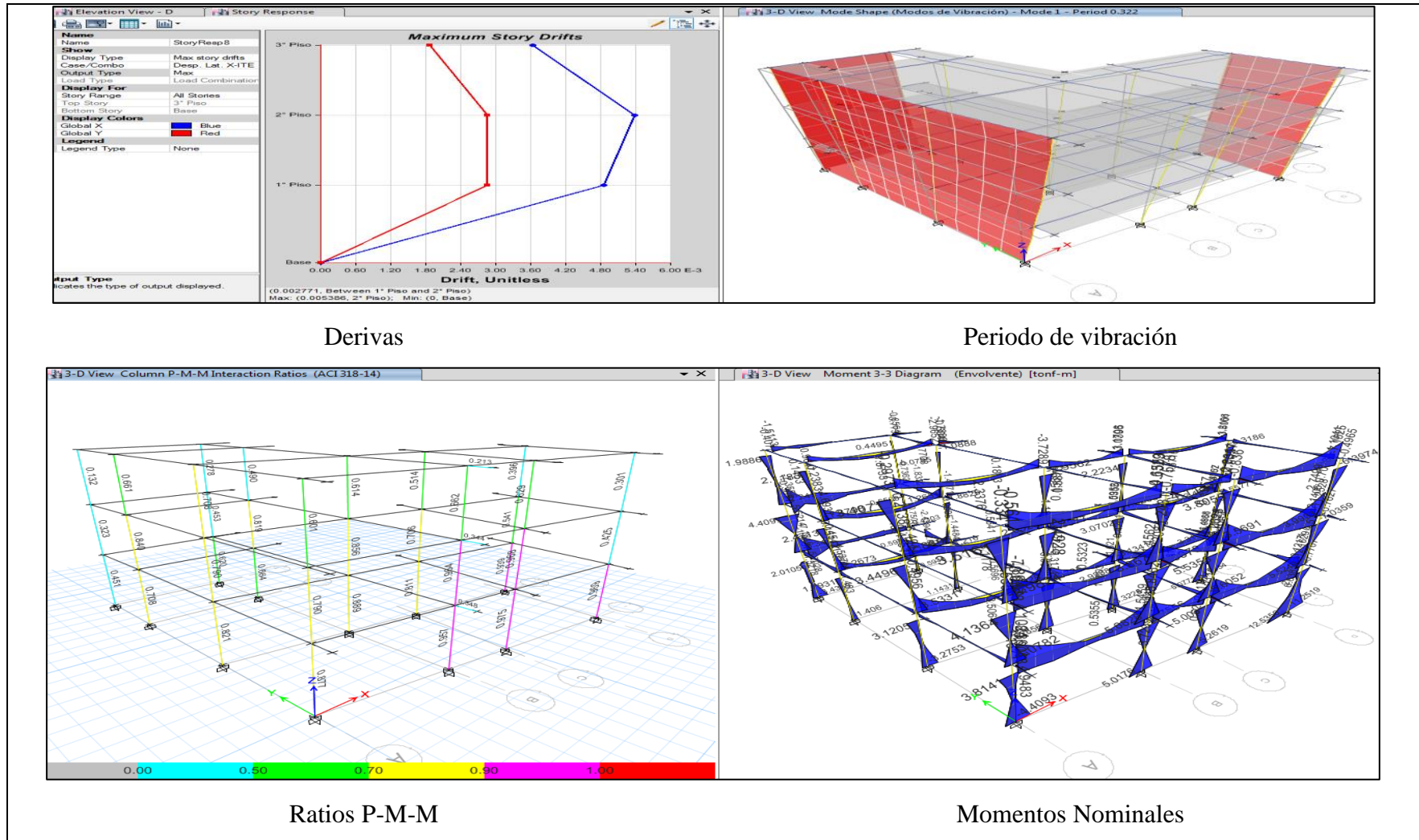
Derivas

Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 142. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 7



Derivas

Periodo de vibración

Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 143. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 8

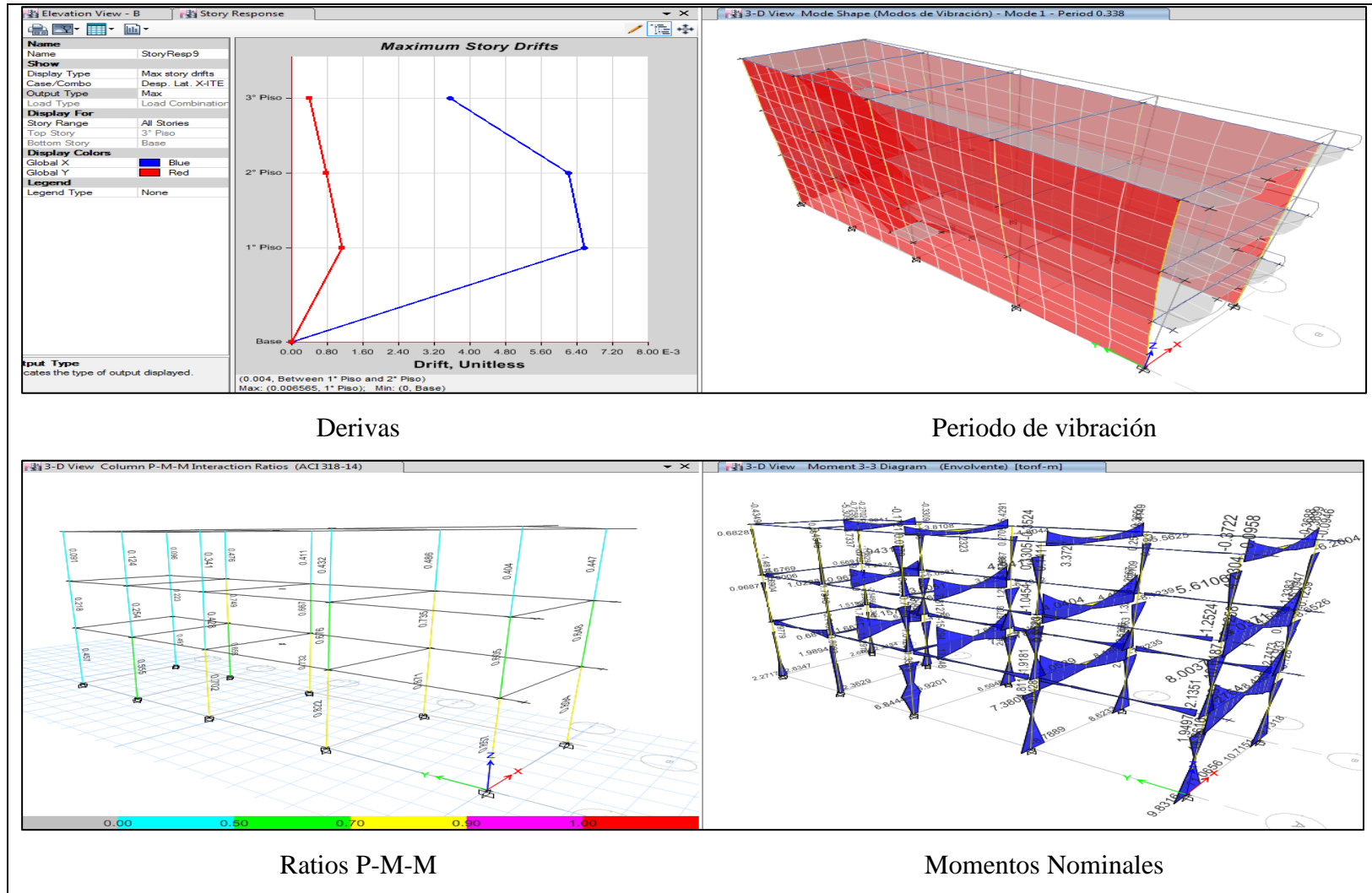
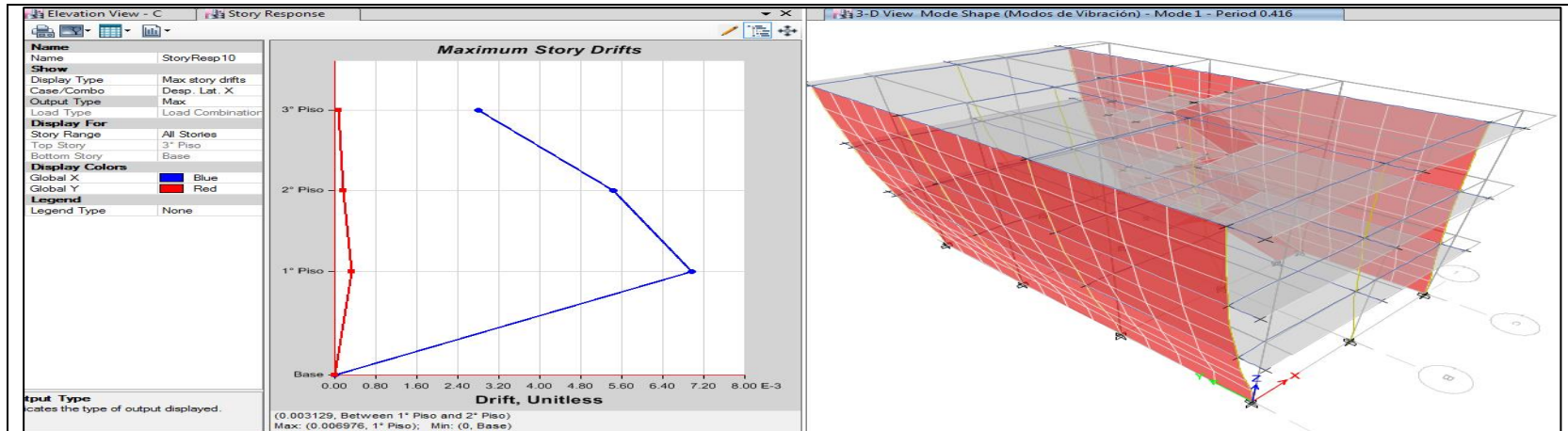
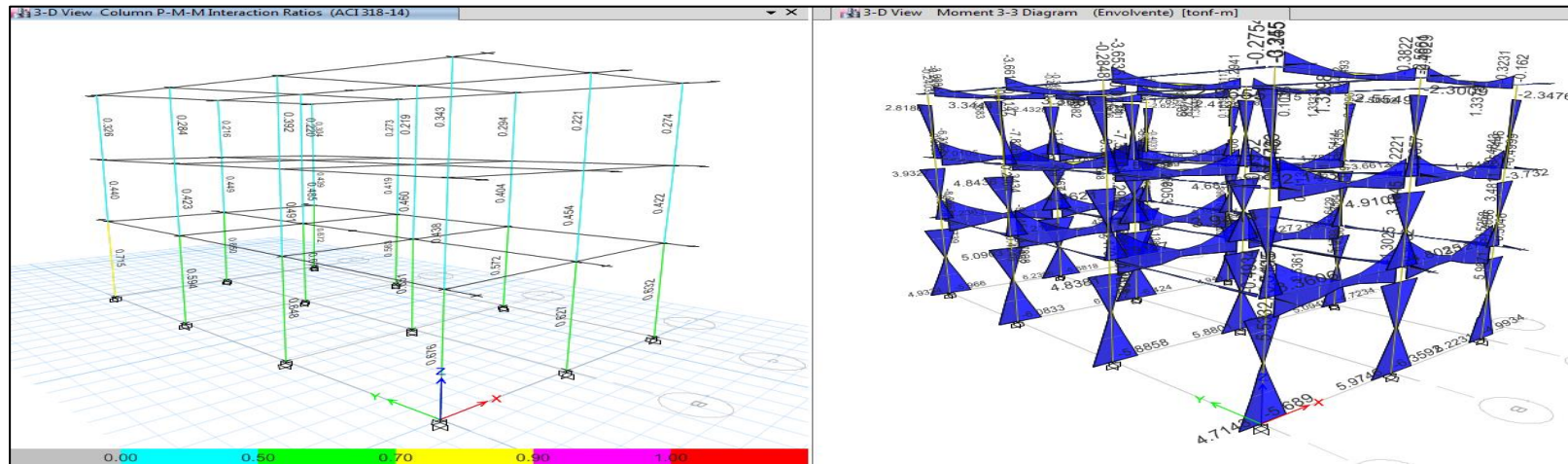


Figura 144. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 9



Derivas

Periodo de vibración



Ratios P-M-M

Momentos Nominales

Figura 145. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 10



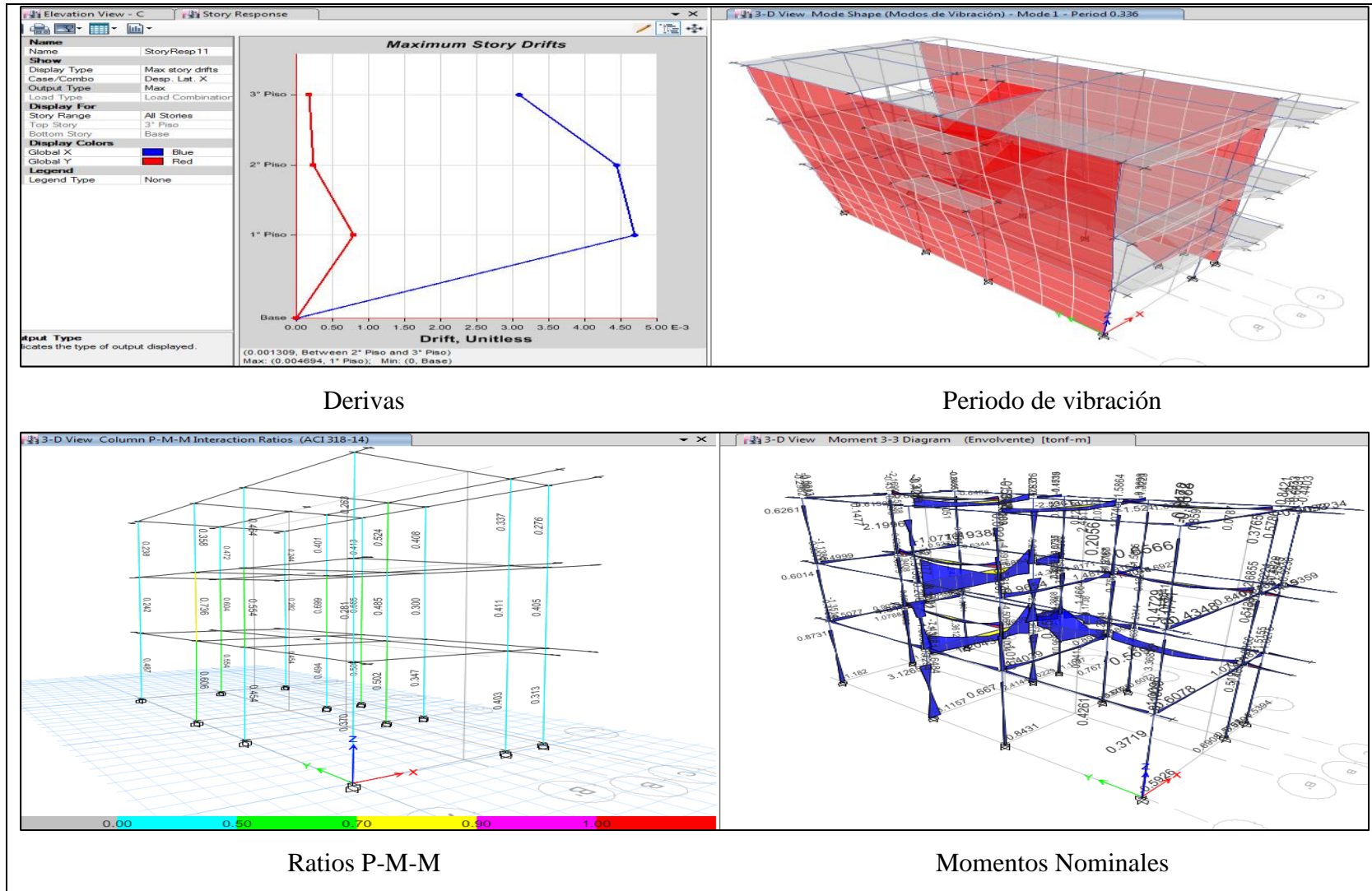


Figura 146. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 11



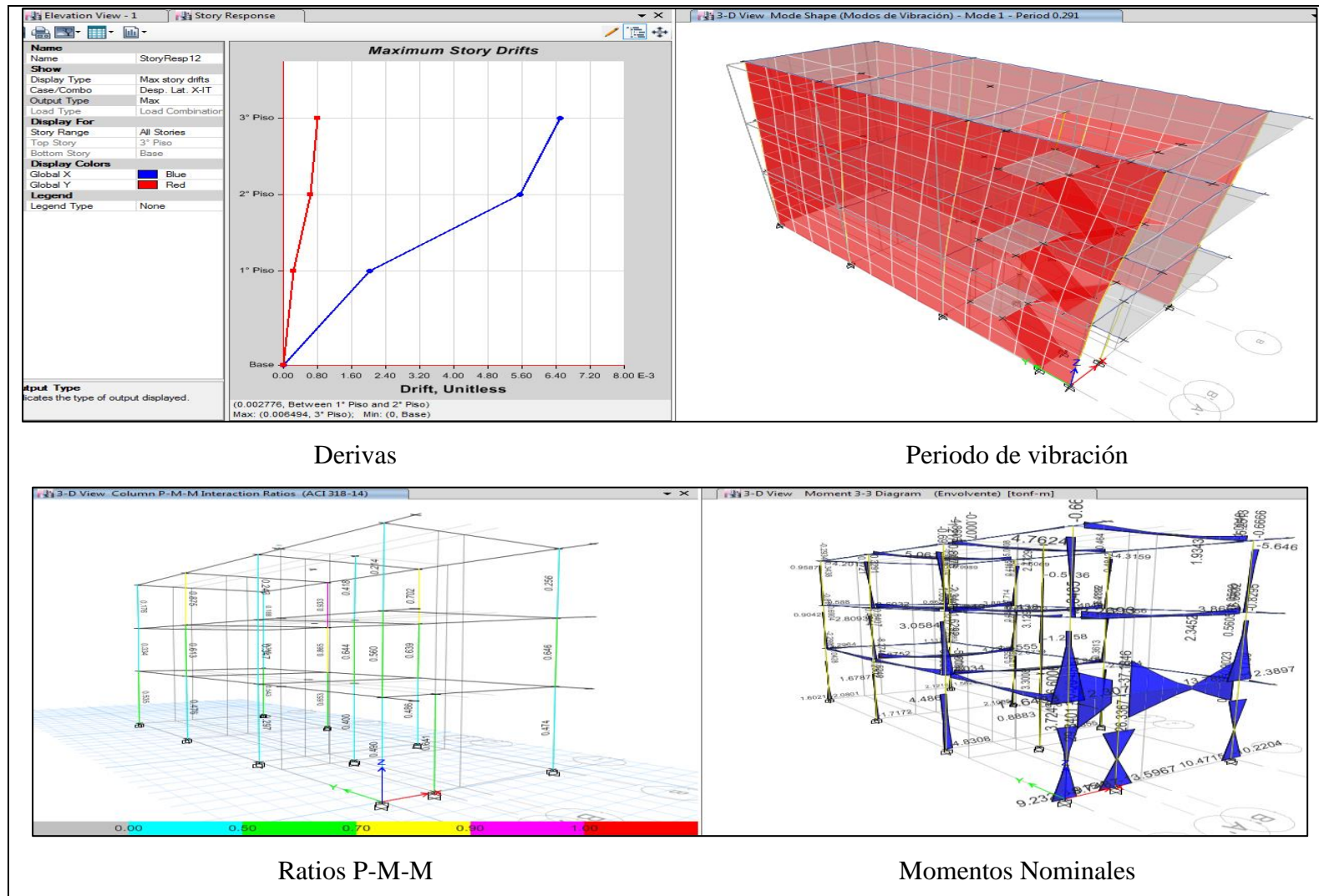


Figura 147. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 12

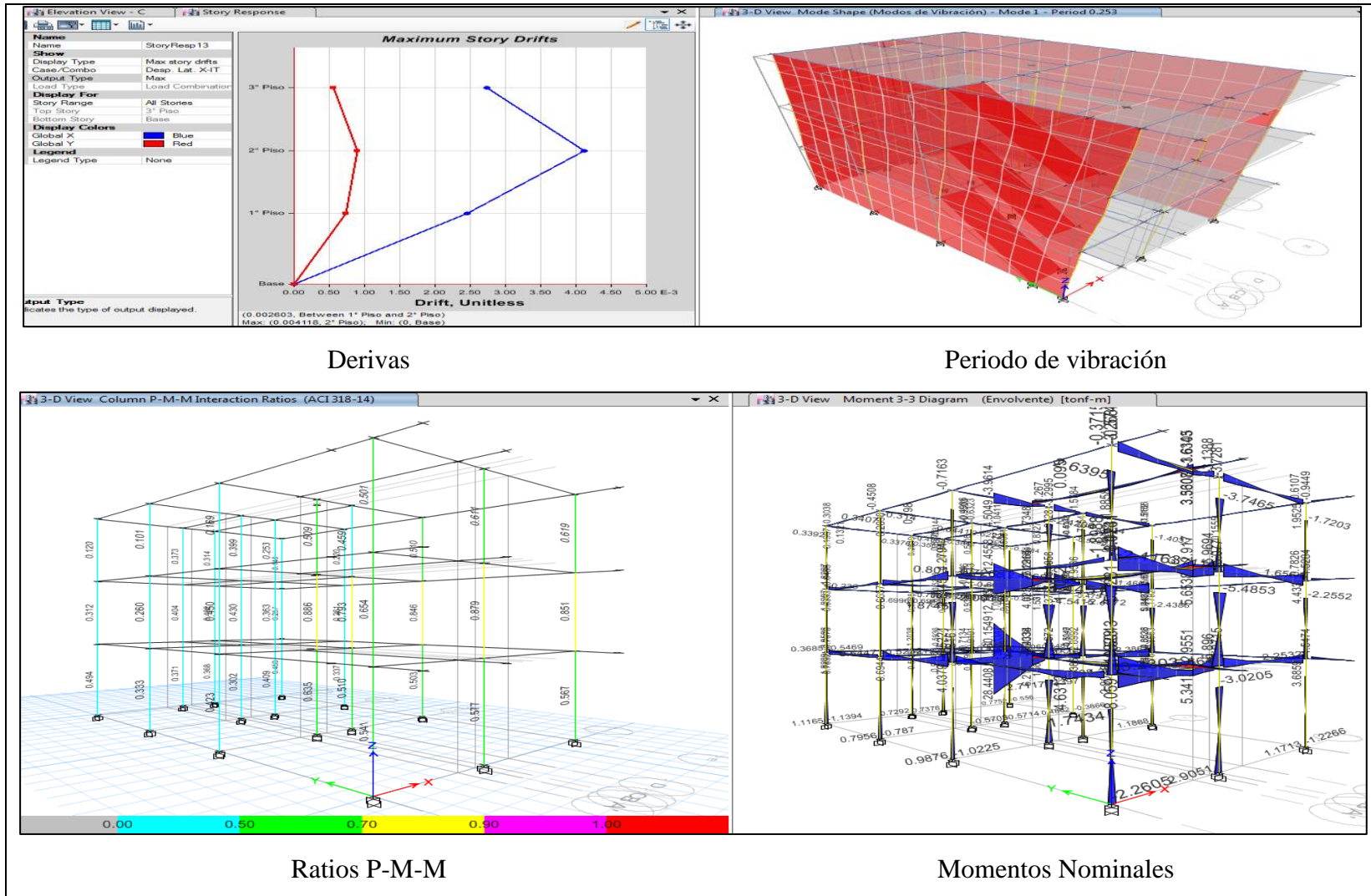


Figura 148. Modelado ETABS caso de estudio de diseño vivienda 13

ANEXO n° 11. Planos de losa aligerada con columnas y vigas diseñadas.

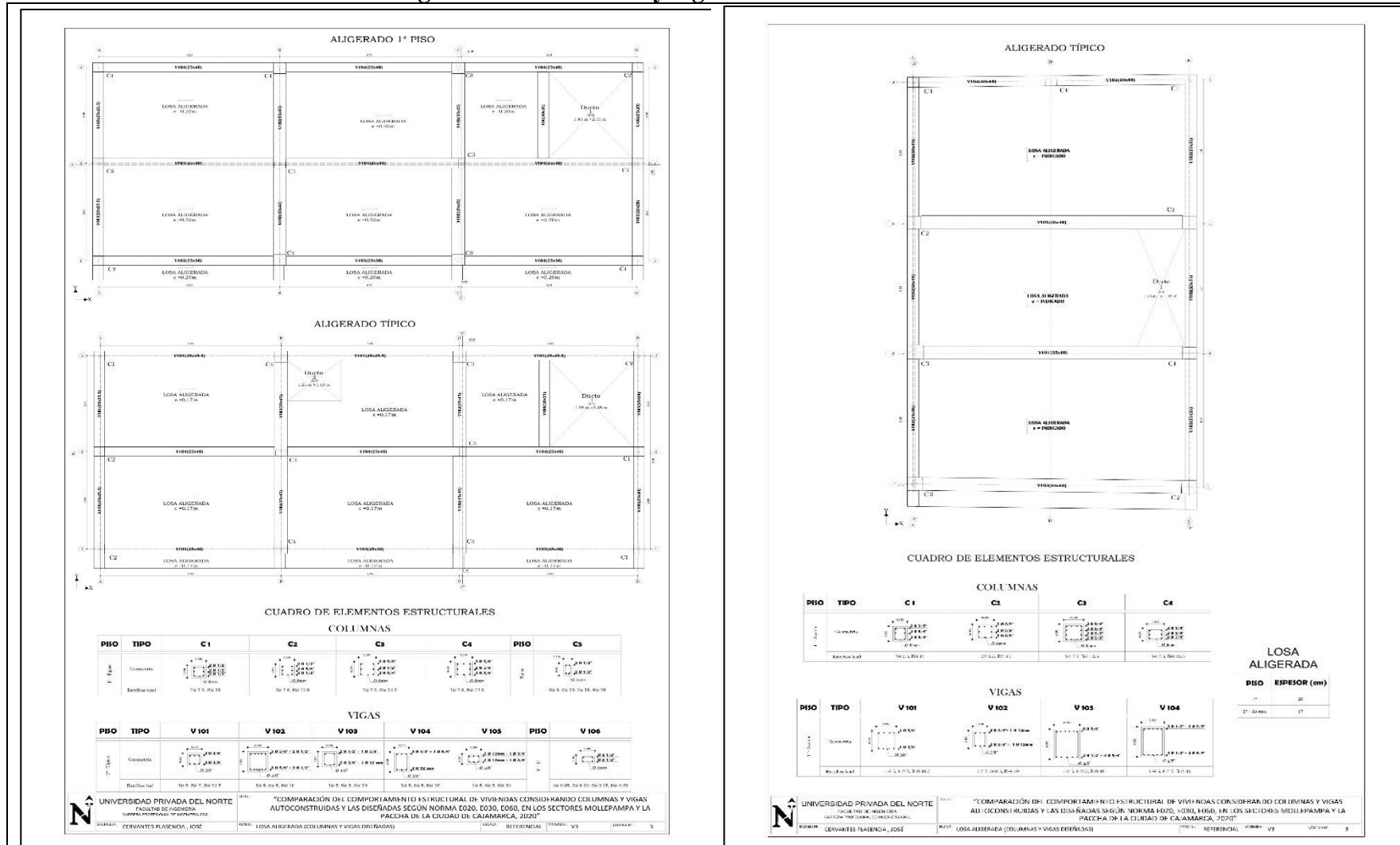


Figura 149. Planos de losa aligerada viviendas 2-3

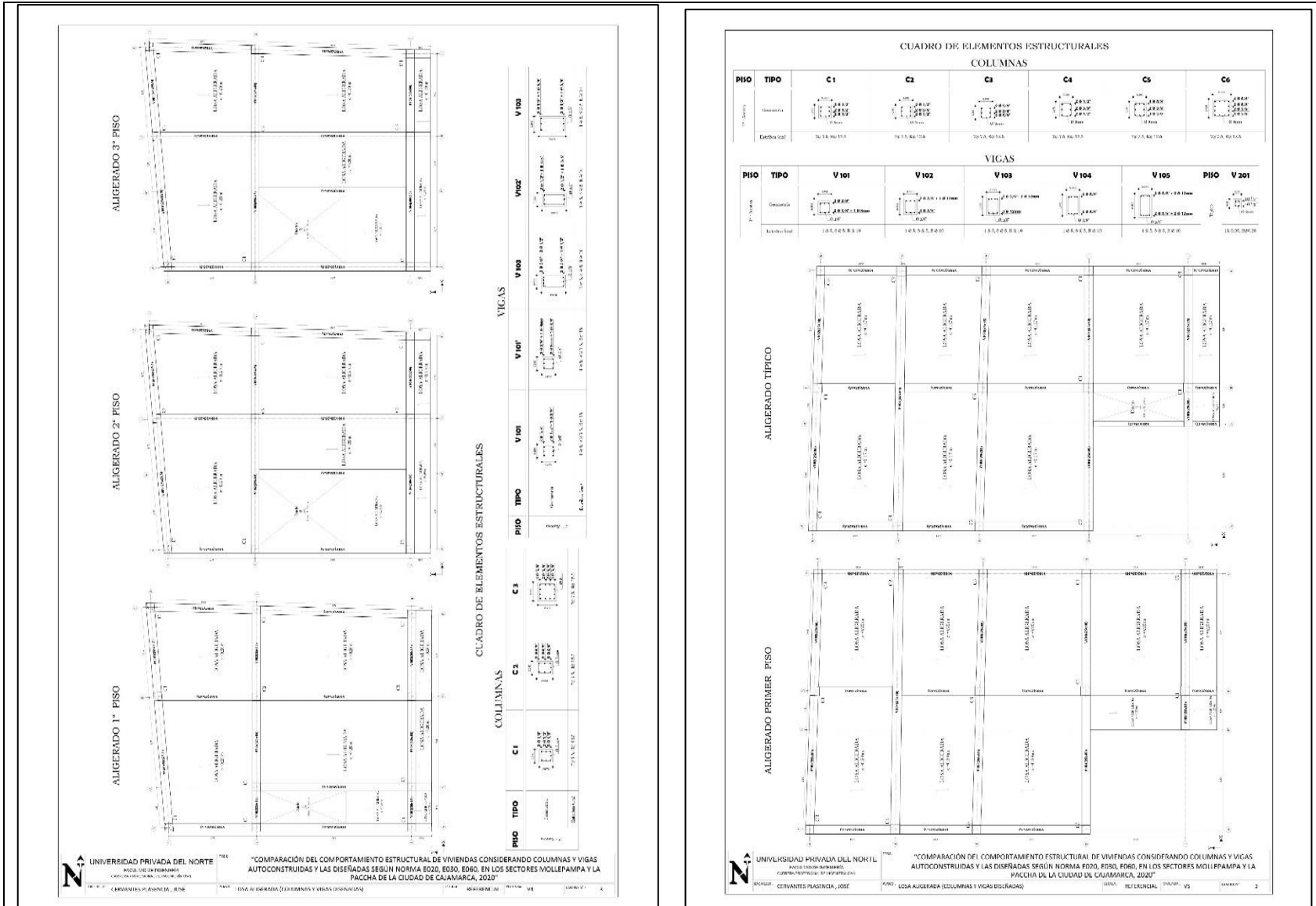


Figura 150. Planos de losa aligerada viviendas 4-5



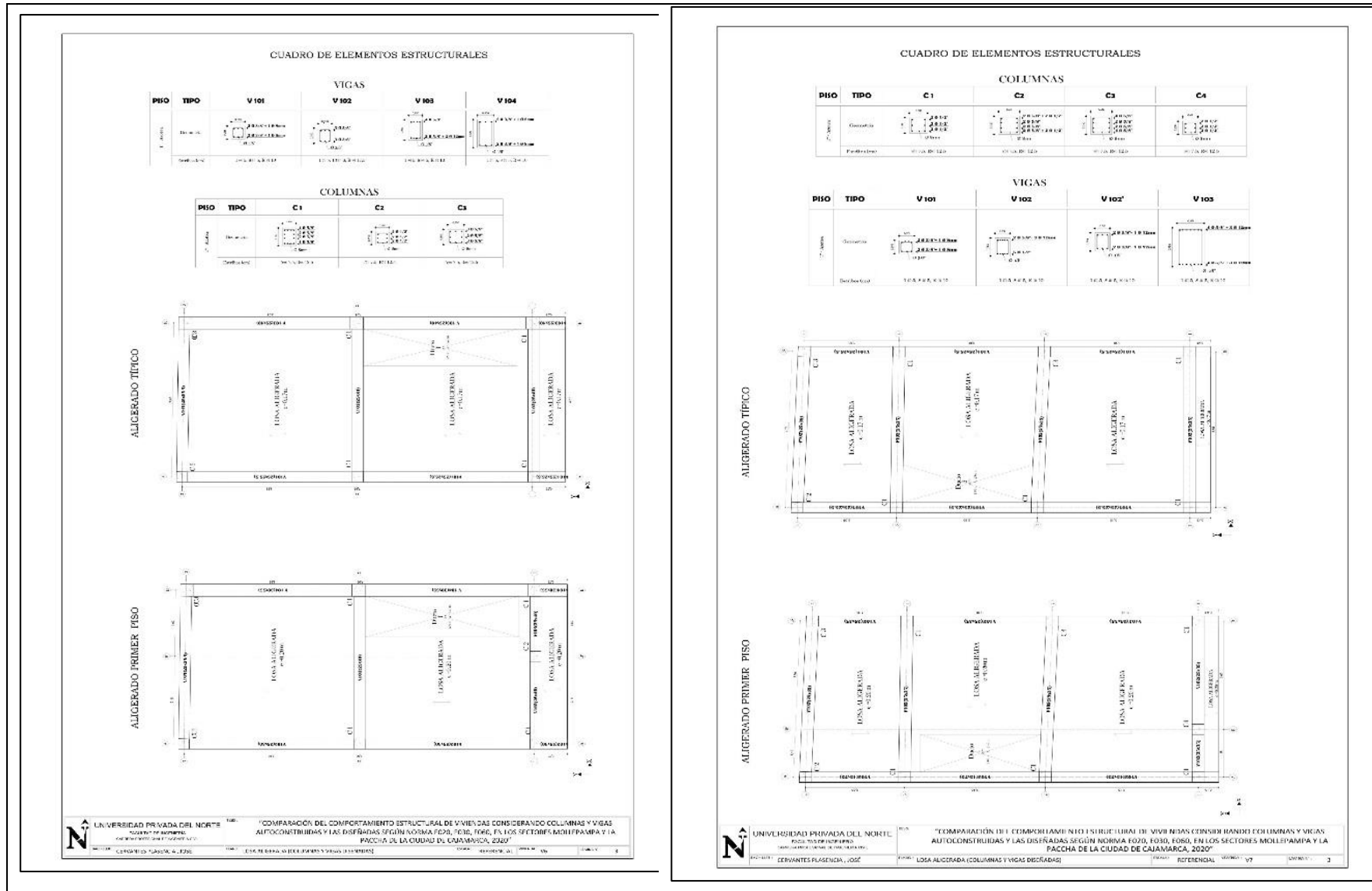


Figura 151. Planos de losa aligerada viviendas 6-7



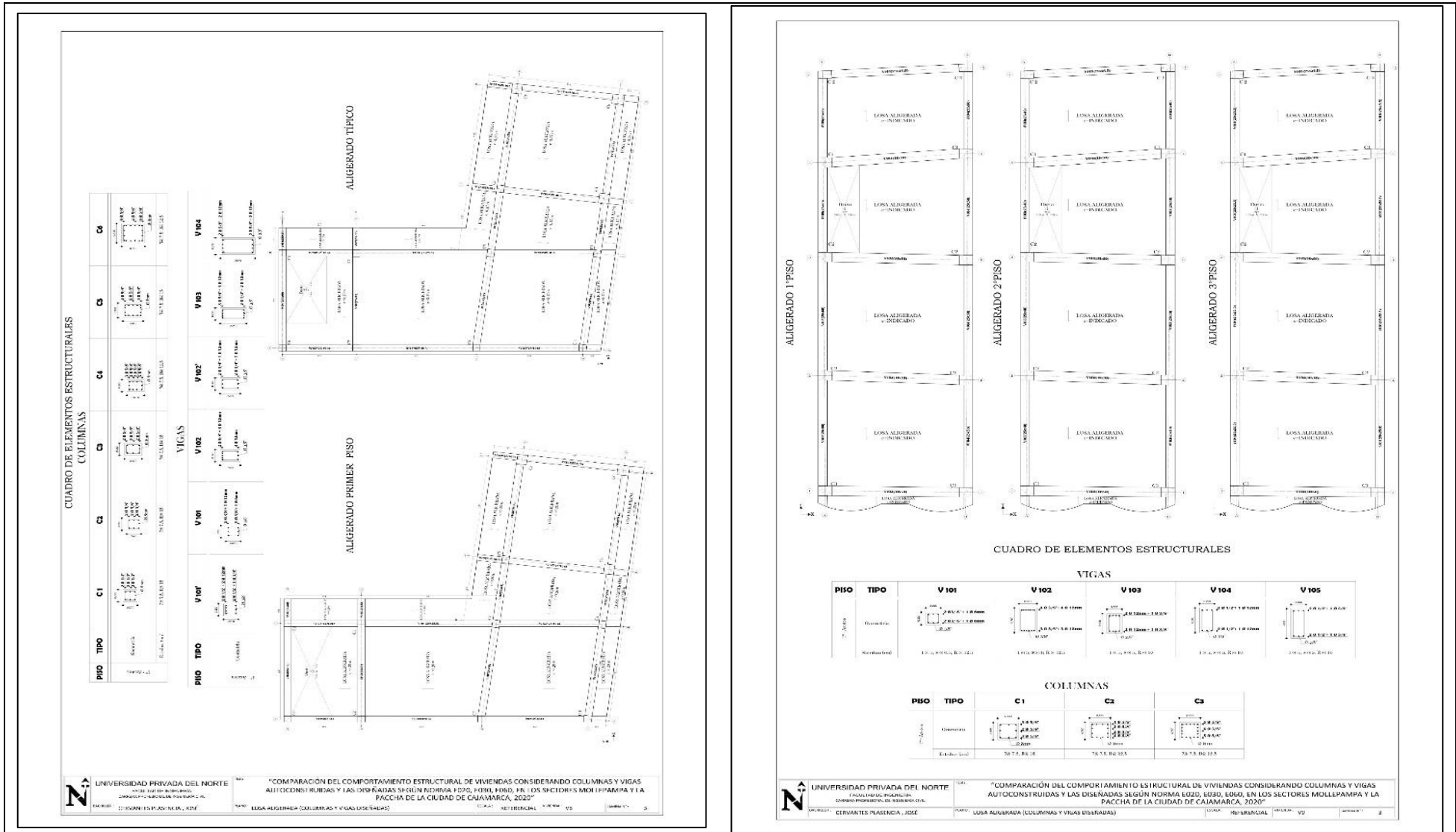


Figura 152. Planos de losa aligerada viviendas 8-9

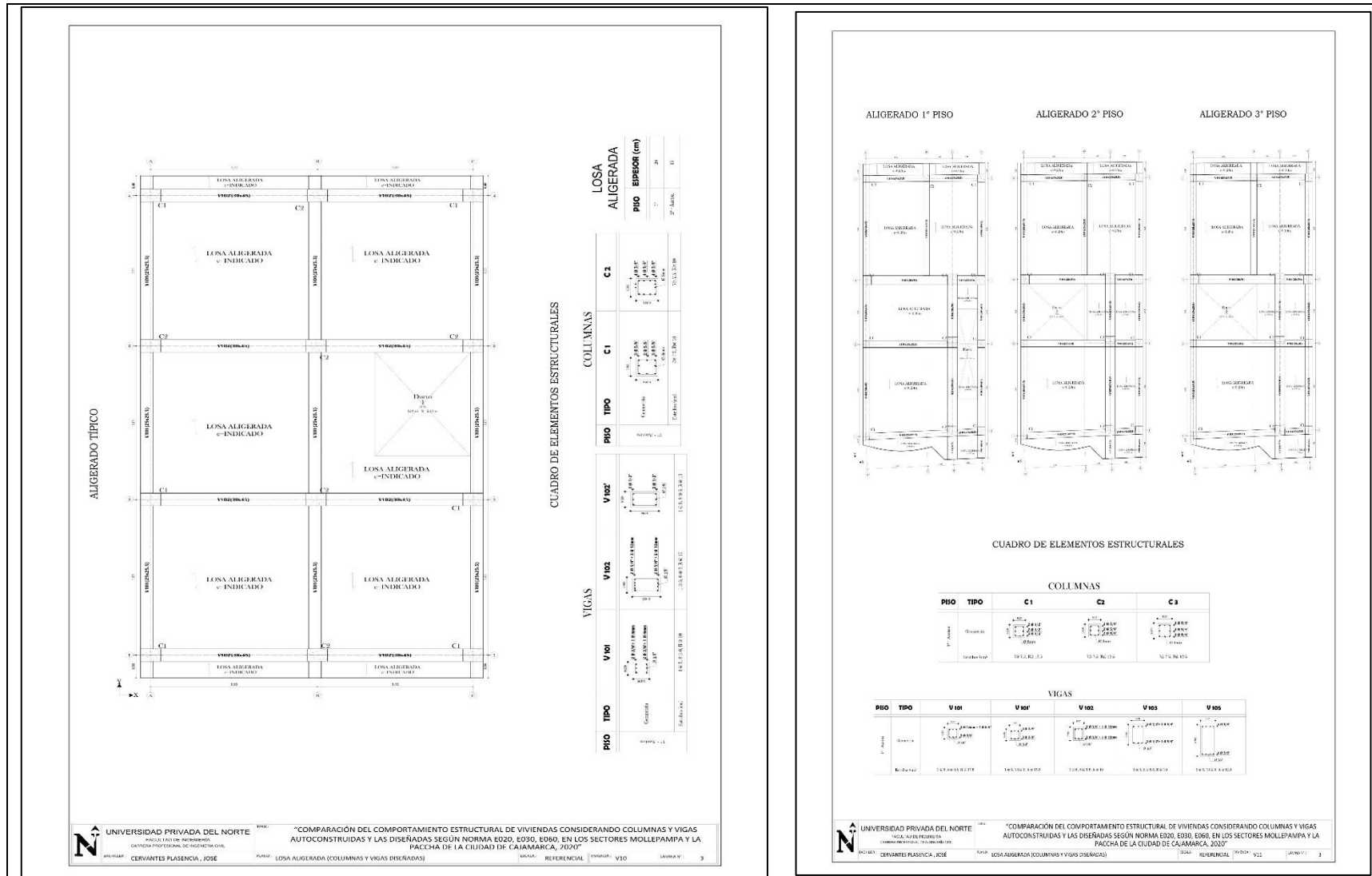


Figura 153. Planos de losa aligerada viviendas 10-11

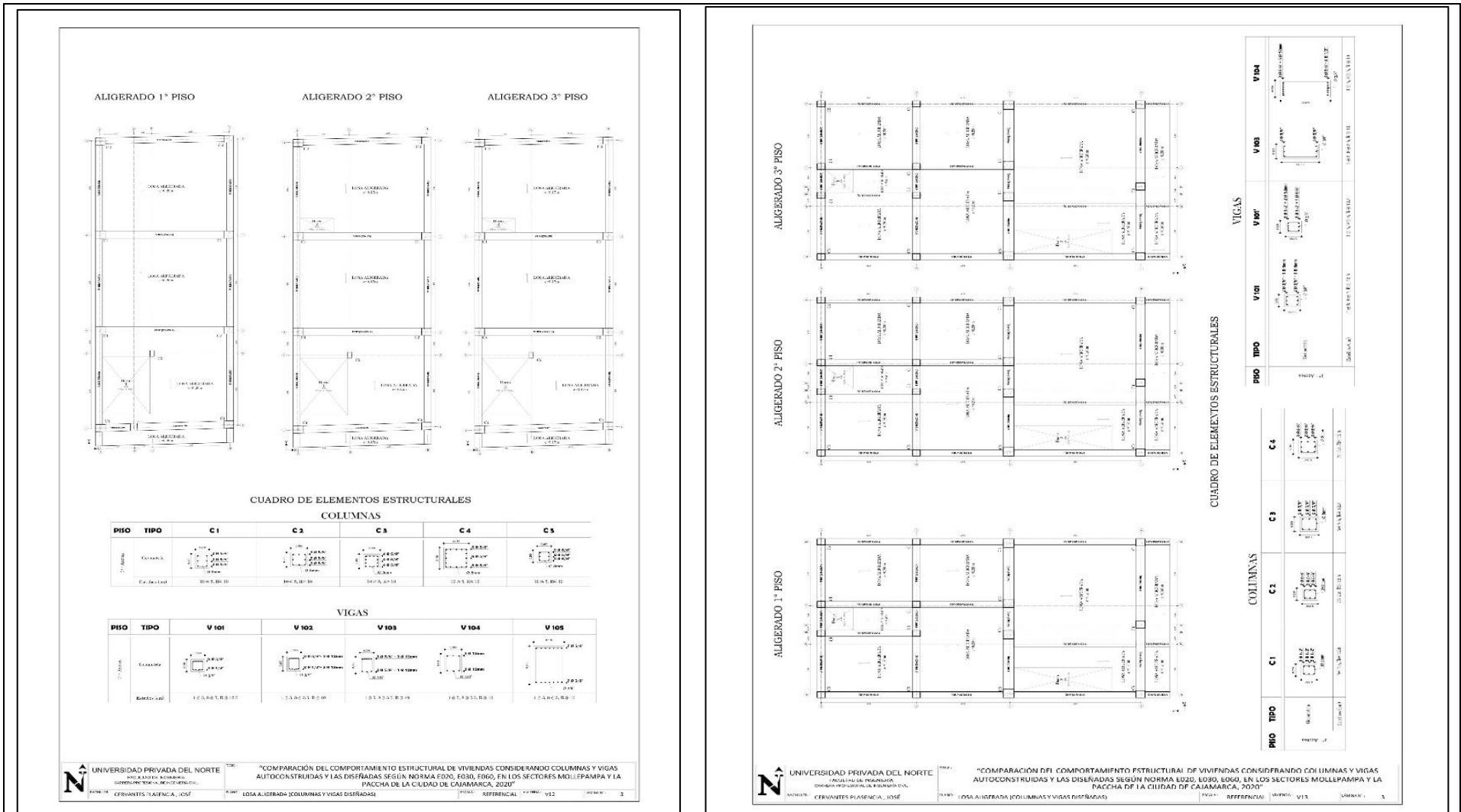


Figura 154. Planos de losa aligerada viviendas 12-13



**ANEXO n° 12. Localización de las viviendas de estudio en los sectores Mollepampa y La Paccha.**

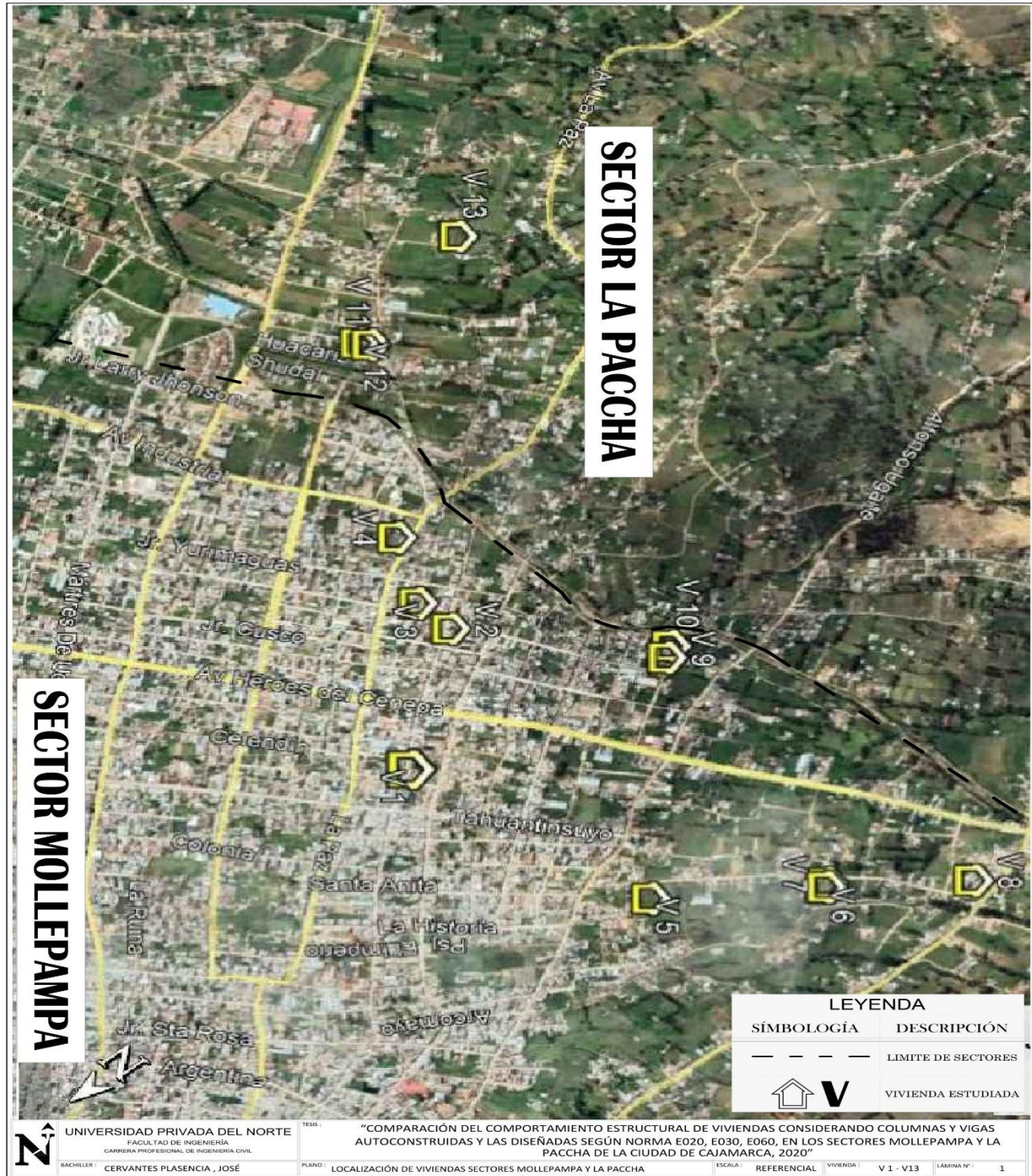


Figura 155. Ubicación de las viviendas

### ANEXO n° 13. Definición materiales para el programa ETABS

1. Las propiedades de los materiales utilizadas según el caso de estudio, se muestran a continuación:

Tabla 42

*Propiedades de los materiales.*

Material	Caso de estudio	Características			
		f'c kg/cm <sup>2</sup>	Ec tn/m <sup>2</sup>	Peso tn/m <sup>3</sup>	ν
Concreto Armado	Real	149	1843189.90	2.40	0.20
	Diseño	210	2188197.89	2.40	0.20

2. Determinación del esfuerzo de compresión del concreto para el caso de estudio real

Tabla 43

*Esfuerzo de compresión del concreto para el caso de estudio real.*

Ubicación	Vivienda	Elemento	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
Av. Héroes del Cenepa hacia la quebrada cruz	V10	Columna exterior	144
Av Shucapampa hacia la av. Independencia	V7	Columna exterior	155
Prolg. Jr. La paz – sector La Paccha	V13	Viga	158
Av. La paz – Jr. San Luis	V3	Columna exterior	141
<b>Promedio</b>			<b>149.5</b>

3. Ensayos de Esclerometría





**JOSE LEZAMA LEIVA**  
INGENIERO CIVIL  
**CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA**  
REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711  
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

Jr. Huánuco N° 442  
Telef. 365096 - Cel. 976625363 - 976666525  
RPC Claro 956277336 - 966724895  
Cajamarca.

ESTUDIOS GEOTECNICOS, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805)**

**PROYECTO :** COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS EN CONDICIONES AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN LAS NORMAS E020, E030, E060 EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020  
**UBICACIÓN :** DISTRITO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.  
**SOLICITANTE :** JOSÉ FRANCISCO CERVANTES PLASENCIA

**RESPONSABLE :** ING. JOSE LEZAMA LEIVA.  
**OPERADOR :** C.L.M.  
**NORMA TECNICA :** A.S.T.M. C 805M-18  
**FECHA ENSAYO :** 22 DE JUNIO DEL 2017

<b>VIVIENDA N° 10 ENTRE LA AV. HEROES DEL CENEPÁ HACIA LA QUEBRADA CRUZ BLANCA V9 - V10</b>				
<b>COORDENADAS :</b> 775841 E y 9204928 N				
<b>ENSAYO N° 01</b>				
<b>CODIFICACIÓN :</b> E - 1				
<b>ELEMENTO :</b> COLUMNA EXTERIOR				
<b>f<sub>c</sub> (especificado) =</b> NO INDICA				
<b>Edad del concreto :</b> NO INDICA				
ANGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACION	
<b>α = 0°</b>	31	25	NO VALIDO	
		26	VALIDO	
		24	VALIDO	
		26	VALIDO	
		26	VALIDO	
		24	VALIDO	
	33	25	VALIDO	
		25	VALIDO	
		25	VALIDO	
	35	33	NO VALIDO	
		25	VALIDO	
	<b>RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA</b>			
	<b>N° DE REBOTE PROMEDIO :</b>		25	
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>		0.8		
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO :</b>		<b>2100</b>	<b>PSI</b>	
		<b>144</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	

  
 .....  
**José L. Lezama Leiva**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 14061



**JOSE LEZAMA LEIVA**  
INGENIERO CIVIL  
**CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA**  
REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711  
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

Jr. Huánuco N° 442  
Telef. 365096 - Cel. 976625363 - 976666525  
RPC Claro 956277336 - 966724895  
Cajamarca.

ESTUDIOS GEOTECNICOS, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805)**

**PROYECTO :** COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS EN CONDICIONES AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN LAS NORMAS E020, E030, E060 EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020  
**UBICACIÓN :** DISTRITO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.  
**SOLICITANTE :** JOSÉ FRANCISCO CERVANTES PLASENCIA

**RESPONSABLE :** ING. JOSE LEZAMA LEIVA.  
**OPERADOR :** C.L.M.  
**NORMA TECNICA :** A.S.T.M. C 805M-18  
**FECHA ENSAYO :** 30 DE JUNIO DEL 2017

VIVIENDA N° 7 - AV SHUCAPAMPA HACIA LA AV. INDEPENDENCIA			
<b>COORDENADAS :</b>		775043 E y 9205165 N	
<b>ENSAYO N° 02</b>			
<b>CODIFICACIÓN :</b>		E - 2	
<b>ELEMENTO :</b>		COLUMNA EXTERIOR	
<b>f<sub>c</sub> (especificado) =</b>		NO INDICA	
<b>Edad del concreto :</b>		NO INDICA	
ANGULO DE IMPACTO	N° REBOTE	ACEPTACION	
α = 0°	32	25	VALIDO
		24	VALIDO
			NO VALIDO
		26	VALIDO
		27	VALIDO
		25	VALIDO
	31	26	VALIDO
			NO VALIDO
		27	VALIDO
		27	VALIDO
		25	VALIDO
		26	VALIDO
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA</b>			
<b>N° DE REBOTE PROMEDIO :</b>		26	
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>		1.0	
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO :</b>		2200	PSI
		155	Kg/cm <sup>2</sup>

  
 José L. Lezama Leiva  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 14061



**JOSE LEZAMA LEIVA**  
INGENIERO CIVIL  
**CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA**  
REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711  
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

Jr. Huánuco N° 442  
Telef. 365096 - Cel. 976625363 - 976666525  
RPC Claro 956277336 - 966724895  
Cajamarca.

ESTUDIOS GEOTECNICOS, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805)**

**PROYECTO :** COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS EN CONDICIONES AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN LAS NORMAS E020, E030, E060 EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020  
**UBICACIÓN :** DISTRITO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.  
**SOLICITANTE :** JOSÉ FRANCISCO CERVANTES PLASENCIA

**RESPONSABLE :** ING. JOSE LEZAMA LEIVA.  
**OPERADOR :** C.L.M.  
**NORMA TECNICA :** A.S.T.M. C 805M-18  
**FECHA ENSAYO :** 01 DE JULIO DEL 2017

VIVIENDA N° 13 - PROLG. JR. LA PAZ – SECTOR LA PACCHA					
<b>COORDENADAS :</b>		777147 E y 9204415 N			
		ENSAYO N° 03			
<b>CODIFICACIÓN :</b>		E - 3			
<b>ELEMENTO :</b>		VIGA			
<b>f<sub>c</sub> (especificado) =</b>		NO INDICA			
<b>Edad del concreto :</b>		NO INDICA			
ANGULO DE IMPACTO	Nº REBOTE	ACEPTACION			
α = 90°	24	30	VALIDO		
		29	VALIDO		
		32	VALIDO		
		31	VALIDO		
		32	VALIDO		
		29	VALIDO		
	39	29	VALIDO		
		24	NO VALIDO		
		31	VALIDO		
		31	NO VALIDO		
		31	VALIDO		
		32	VALIDO		
		<b>RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA</b>			
		<b>Nº DE REBOTE PROMEDIO :</b>		31	
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>		1.3			
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO :</b>		2250	PSI		
		158	Kg/cm <sup>2</sup>		

  
 José L. Lezama Leiva  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 14061



**JOSE LEZAMA LEIVA**  
INGENIERO CIVIL  
**CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA**  
REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711  
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

Jr. Huánuco N° 442  
Telef. 365096 - Cel. 976625363 - 976666525  
RPC Claro 956277336 - 966724895  
Cajamarca.

ESTUDIOS GEOTECNICOS, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805)**

**PROYECTO :** COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSIDERANDO COLUMNAS Y VIGAS EN CONDICIONES AUTOCONSTRUIDAS Y LAS DISEÑADAS SEGÚN LAS NORMAS E020, E030, E060 EN LOS SECTORES MOLLEPAMPA Y LA PACCHA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020  
**UBICACIÓN :** DISTRITO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.  
**SOLICITANTE :** JOSÉ FRANCISCO CERVANTES PLASENCIA

**RESPONSABLE :** ING. JOSE LEZAMA LEIVA.  
**OPERADOR :** C.L.M.  
**NORMA TECNICA :** A.S.T.M. C 805M-18  
**FECHA ENSAYO :** 15 DE JULIO DEL 2017

VIVIENDA N° 3 - PROLG. JR. LA PAZ – SECTOR LA PACCHA					
<b>COORDENADAS :</b>		777147 E y 9204415 N			
		ENSAYO N° 03			
<b>CODIFICACIÓN :</b>		E - 3			
<b>ELEMENTO :</b>		COLUMNA EXTERIOR			
<b>f<sub>c</sub> (especificado) =</b>		NO INDICA			
<b>Edad del concreto :</b>		NO INDICA			
ANGULO DE IMPACTO	Nº REBOTE	ACEPTACION			
α = 90°	24	30	VALIDO		
		29	VALIDO		
		32	VALIDO		
		31	VALIDO		
		32	VALIDO		
		29	VALIDO		
	39	29	VALIDO		
		24	NO VALIDO		
		31	VALIDO		
		31	NO VALIDO		
		31	VALIDO		
		32	VALIDO		
		<b>RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA</b>			
		<b>Nº DE REBOTE PROMEDIO :</b>		31	
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>		1.3			
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO :</b>		2100	PSI		
		141	Kg/cm <sup>2</sup>		

  
 José L. Lezama Leiva  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 14061



ANEXO n° 14. **Panel fotográfico.**



Figura 156. Toma de medidas entre columnas





*Figura 157.* Toma de medidas entre columnas





*Figura 158.* Registro de datos ficha de columnas





Figura 159. Registro de datos ficha de losa aligerada