



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“INFLUENCIA DE LA ACCIÓN SÍSMICA VERTICAL EN EDIFICACIONES
DE HORMIGÓN ARMADO UBICADOS EN LA CIUDAD DE AMBATO”**

AUTOR: Maldonado Vallejo Gabriel Alexander

TUTOR: Ing.M.Sc. Suquillo Ronquillo Betzabeth Jessenia

AMBATO - ECUADOR

Septiembre - 2020

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“INFLUENCIA DE LA ACCIÓN SÍSMICA VERTICAL EN EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO UBICADOS EN LA CIUDAD DE AMBATO”** elaborado por el Sr. Gabriel Alexander Maldonado Vallejo, portador de la cédula de ciudadanía: 0604220426, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad

Ambato, Septiembre 2020



Ing.M.Sc. Suquillo Ronquillo Betzabeth Jessenia
TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Gabriel Alexander Maldonado Vallejo, con C.I. 0604220426 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema **“INFLUENCIA DE LA ACCIÓN SÍSMICA VERTICAL EN EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO UBICADOS EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor de la investigación, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2020



Egdo. Gabriel Alexander Maldonado Vallejo
CI: 0604220426
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimonial de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además aprueba la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Septiembre 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'GABRIEL MALDONADO', is written over a light blue rectangular background.

Egdo. Gabriel Alexander Maldonado Vallejo
CI: 0604220426
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el trabajo experimental, realizado por el estudiante Gabriel Alexander Maldonado Vallejo de la carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“INFLUENCIA DE LA ACCIÓN SÍSMICA VERTICAL EN EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO UBICADOS EN LA CIUDAD DE AMBATO”**.

Ambato, Septiembre 2020

Por constancia firman:



Ing. Navarro Peñaherrera Carlos Patricio
DOCENTE FICM



Ing. Maldonado Narváez Lenin Rafael
DOCENTE FICM

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por haberme dado salud y poder cumplir con este sueño. A mis padres Verónica y Eduardo por su gran amor y por darme toda la fuerza para nunca rendirme y siempre salir adelante. A mi hermano Cristopher por siempre estar conmigo.

A mis abuelitos Mami Tili, Ximena, Susana y Eduardo por todo el cariño brindado. Siempre me han apoyado y yo les considero como unos padres para mí.

A mis tías Ximena, Marcela y Sheyla (+) y a mi tío Roberto por siempre aconsejarme y estar pendiente de que nunca me pase nada malo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres por haberme guiado y acompañado en este largo camino, por todos los consejos y palabras que me hicieron mejor persona, por nunca dejarme solo y siempre creer en mí. Por todo el amor y paciencia, sobre todo por siempre haber apoyado mis sueños. Son unos excelentes padres.

A toda mi familia que ha sido un pilar fundamental para siempre dar lo mejor de mí, han estado en los momentos más difíciles a lo largo de mi vida y siempre me han ayudado a salir adelante.

A todos los ingenieros de la FICM quienes más que profesores les considero amigos que me han apoyado y brindado todos sus conocimientos para ser un mejor profesional. Agradezco a la ingeniera Betzabeth Suquillo y al ingeniero Christian Medina por ser unos excelentes tutores y ayudarme con la realización de este trabajo.

Quiero agradecer al equipo de trabajo de la Asociación de Estudiantes y del Capítulo Estudiantil CESS, hemos podido trabajar por el bien de la Facultad cambiándola y mejorándola en varios aspectos. Se han convertido en mis mejores amigos, el apoyo y todas las experiencias que vivimos juntos es algo que nunca lo olvidaré. Gracias por estar a mi lado, en las buenas y malas.

Y por último quiero agradecer a todos los estudiantes y amigos que confiaron en mí; haberme convertido en el presidente de la ASO me enseñó muchas cosas para mi vida como profesional y sobre todo me ayudó a crecer como persona. Y eso sin el apoyo de ustedes no habría sido posible.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
RESUMEN EJECUTIVO	xxvii
EXECUTIVE SUMMARY	xxviii
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación	4
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	5
1.1.3.1 Tectónica de Placas	5
1.1.3.2 Espectros Verticales	20
1.1.3.2 Microzonificación Sísmica de Ambato	29
1.1.4. Hipótesis	36
1.2 Objetivos	36
2.1.1 Objetivo General	36
2.1.2 Objetivos Específicos.....	37
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	38
2.1 Materiales y Equipos.....	38
2.2 Métodos.....	39
2.2.1 Nivel o tipo de investigación	39
2.2.2 Población y Muestra.....	39

2.2.3	Plan de Recolección de Datos	40
2.2.4	Plan de Procesamiento y Análisis de Información.....	41
2.2.5	Materiales del Modelo	42
2.2.6	Irregularidades en Planta (NEC_SE_DS 5.2.3)	43
2.2.7	Irregularidades en Elevación (NEC_SE_DS 5.2.3)	44
2.2.8	Prediseño de la Losa	45
2.2.8	Prediseño de la Viga	48
2.2.9	Prediseño de la Columna.....	52
2.2.10	Carga Sísmica y Espectros Horizontales.....	54
2.2.11	Combinaciones de Carga	63
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		66
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	66
3.1.1	Chequeos según la NEC-SE-DS 2015 para el edificio de 12 pisos	66
3.1.1.1	Periodo de vibración de la estructura	66
3.1.1.2	Verificación de los modos traslacionales.....	67
3.1.1.3	Acumulación del 90% de la masa	68
3.1.1.4	Derivas de Piso.....	68
3.1.1.5	Cortante Basal Estático vs. Cortante Basal Dinámico	75
3.1.2	Chequeos según la NEC-SE-DS 2015 para el edificio de 4 pisos	79
3.1.2.1	Periodo de vibración de la estructura	79
3.1.2.2	Verificación de los modos traslacionales.....	80
3.1.2.3	Acumulación del 90% de la masa	81
3.1.2.4	Derivas de Piso.....	81
3.1.1.5	Cortante Basal Estático vs. Cortante Basal Dinámico	88
3.1.3	Comparación de resultados tomando en cuenta efectos verticales	92
3.1.3.1	Derivas de Piso.....	92
3.1.3.2	Cortantes	106
3.1.3.3	Desplazamientos	108
3.1.3.4	Columnas	121
3.1.3.5	Vigas Volado.....	140
3.2	Verificación de Hipótesis.....	157
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		158
4.1	Conclusiones	158
4.2	Recomendaciones	160

C. MATERIALES DE REFERENCIA	161
Referencias Bibliográficas	161
Anexos	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cocientes de aceleración vertical a horizontal.....	4
Tabla 2. Combinaciones con la componente sísmica.....	21
Tabla 3. Combinaciones con la componente sísmica.....	21
Tabla 4. Valores de Z en función de la zona sísmica adoptada	25
Tabla 5. Clasificación de los perfiles de suelos	26
Tabla 6. Tipo de suelo y Factores de sitio Fa.....	27
Tabla 7. Tipo de suelo y Factores de sitio Fd	27
Tabla 8. Tipo de suelo y Factores de sitio Fs.....	27
Tabla 9. Parámetros de las Fallas de la ciudad de Ambato.....	30
Tabla 10. Espectros de Control DBE y MCE de la componente vertical para un perfil sísmico C.....	34
Tabla 11. Espectros de Control DBE y MCE de la componente vertical para un perfil sísmico D.....	34
Tabla 12. Espectros de Control DBE y MCE de la componente vertical para un perfil sísmico E.....	35
Tabla 13. Materiales.....	38
Tabla 14. Equipos.....	39
Tabla 15. Plan de recolección de información.....	40
Tabla 16. Propiedades Mecánicas del Hormigón.....	42
Tabla 17. Propiedades Mecánicas del Acero	42
Tabla 18. Irregularidades en planta de los edificios de 12 y 4 pisos.....	43
Tabla 19. Irregularidades en elevación de los edificios de 4 y 12 pisos	45
Tabla 20. Peso propio de la losa maciza	46
Tabla 21. Peso propio de la losa maciza	48
Tabla 22. Dimensiones de las vigas del edificio de 4 pisos.....	51
Tabla 23. Dimensiones de las vigas del edificio de 12 pisos.....	52
Tabla 24. Dimensiones de las columnas del edificio de 4 pisos	53
Tabla 25. Dimensiones de las columnas del edificio de 12 pisos	54
Tabla 26. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 12 pisos (Suelo C).....	57
Tabla 27. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 12 pisos (Suelo D).....	58
Tabla 28. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 12 pisos (Suelo E)	59

Tabla 29. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 4 pisos (Suelo C)	60
Tabla 30. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 4 pisos (Suelo D).....	61
Tabla 31. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 4 pisos (Suelo E)	62
Tabla 32. Valores de aceleraciones horizontales en la plataforma constante para los suelos C, D, E.....	64
Tabla 33. Valores Máximos de aceleraciones verticales para los suelos C, D, E.....	64
Tabla 34. Combinaciones de Carga para suelos C, D, E sin componente vertical	64
Tabla 35. Combinaciones de Carga para suelos C, D, E con componente vertical (NEC 2015)	64
Tabla 36. Combinaciones de Carga para suelos C, D, E con componente vertical (Microzonificación de Ambato).....	65
Tabla 37. Periodos de vibración del edificio de 12 pisos.....	66
Tabla 38. Recalibración utilizando los periodos de vibración reales.....	67
Tabla 39. Participación modal de la masa sobre suelo C, D, E.....	67
Tabla 40. Participación modal de la masa sobre suelo C, D, E.....	68
Tabla 41. Periodos de vibración del edificio de 12 pisos.....	79
Tabla 42. Recalibración utilizando los periodos de vibración reales.....	79
Tabla 43. Participación modal de la masa sobre suelo C, D, E.....	80
Tabla 44. Participación modal de la masa sobre suelo C, D, E.....	81
Tabla 45. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo C	93
Tabla 46. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo C	94
Tabla 47. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo D	96
Tabla 48. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo E.....	98
Tabla 49. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo C	101
Tabla 50. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo C	101
Tabla 51. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo D	102
Tabla 52. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo E.....	104
Tabla 53. Cortantes del edificio de 12 pisos para suelo C	107
Tabla 54. Cortantes del edificio de 4 pisos para suelo C	107
Tabla 55. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C	108
Tabla 56. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C	109
Tabla 57. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D	111
Tabla 58. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D	113

Tabla 59. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C	116
Tabla 60. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C ..	116
Tabla 61. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D..	117
Tabla 62. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E ..	119
Tabla 63. Aumento de Pu de C.I. 1 para suelos C, D, E	123
Tabla 64. Aumento de Pu de C.I. 2 para suelos C, D, E	126
Tabla 65. Aumento de Pu de C.E. 1 para suelos C, D, E	128
Tabla 66. Aumento de Pu de C.E. 2 para suelos C, D, E	130
Tabla 67. Aumento de Pu de C.I. 1 para suelos C, D, E	132
Tabla 68. Aumento de Pu de C.I. 2 para suelos C, D, E	134
Tabla 69. Aumento de Pu de C.E. 1 para suelos C, D, E	136
Tabla 70. Aumento de Pu de C.E. 2 para suelos C, D, E	138
Tabla 71. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Planta Baja)	141
Tabla 72. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 1).....	143
Tabla 73. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 2).....	145
Tabla 74. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 3).....	147
Tabla 75. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Planta Baja)	149
Tabla 76. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 1).....	151
Tabla 77. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 2).....	153
Tabla 78. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 3).....	155
Tabla 79. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo D.....	178
Tabla 80. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo E	179
Tabla 81. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo D.....	179
Tabla 82. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo E	180
Tabla 83. Cortantes del edificio de 12 pisos para suelo D.....	180
Tabla 84. Cortantes del edificio de 12 pisos para suelo E	181
Tabla 85. Cortantes del edificio de 4 pisos para suelo D.....	181
Tabla 86. Cortantes del edificio de 4 pisos para suelo E	182
Tabla 87. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D.....	182
Tabla 88. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo E	183
Tabla 89. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D.....	183
Tabla 90. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E	184
Tabla 91. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo C sin componente vertical	184

Tabla 92. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)	185
Tabla 93. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)	185
Tabla 94. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo C sin componente vertical	186
Tabla 95. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)	186
Tabla 96. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)	187
Tabla 97. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo C sin componente vertical	187
Tabla 98. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)	188
Tabla 99. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)	188
Tabla 100. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo C sin componente vertical	189
Tabla 101. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)	189
Tabla 102. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)	190
Tabla 103. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo D sin componente vertical	190
Tabla 104. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)	191
Tabla 105. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)	191
Tabla 106. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo D sin componente vertical	192
Tabla 107. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)	192
Tabla 108. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)	193
Tabla 109. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo D sin componente vertical	193
Tabla 110. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)	194

Tabla 111. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación).....	194
Tabla 112. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo D sin componente vertical.....	195
Tabla 113. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)	195
Tabla 114. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación).....	196
Tabla 115. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo E sin componente vertical.....	196
Tabla 116. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)	197
Tabla 117. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación).....	197
Tabla 118. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo E sin componente vertical.....	198
Tabla 119. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)	198
Tabla 120. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación).....	199
Tabla 121. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo E sin componente vertical	199
Tabla 122. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)	200
Tabla 123. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación).....	200
Tabla 124. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo E sin componente vertical	201
Tabla 125. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)	201
Tabla 126. Diseño de C.E. 2 -12 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación).....	202
Tabla 127. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo C sin componente vertical	202
Tabla 128. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)	203
Tabla 129. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación).....	203
Tabla 130. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo C sin componente vertical	203

Tabla 131. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)	203
Tabla 132. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)	204
Tabla 133. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo C sin componente vertical	204
Tabla 134. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)	204
Tabla 135. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)	205
Tabla 136. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo C sin componente vertical	205
Tabla 137. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)	205
Tabla 138. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)	206
Tabla 139. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo D sin componente vertical	206
Tabla 140. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)	206
Tabla 141. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)	207
Tabla 142. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo D sin componente vertical	207
Tabla 143. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)	207
Tabla 144. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)	208
Tabla 145. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo D sin componente vertical	208
Tabla 146. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)	208
Tabla 147. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)	209
Tabla 148. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo D sin componente vertical	209
Tabla 149. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)	209

Tabla 150. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación).....	210
Tabla 151. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos – suelo E sin componente vertical.....	210
Tabla 152. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)	210
Tabla 153. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación).....	211
Tabla 154. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos – suelo E sin componente vertical.....	211
Tabla 155. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)	211
Tabla 156. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación).....	212
Tabla 157. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos – suelo E sin componente vertical.....	212
Tabla 158. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)	212
Tabla 159. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación).....	213
Tabla 160. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos – suelo E sin componente vertical.....	213
Tabla 161. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)	213
Tabla 162. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación).....	214
Tabla 163. Cortante y Momentos para vigas de suelo C	214
Tabla 164. Deflexión de vigas (Planta Baja)	215
Tabla 165. Deflexión de vigas (Piso 1).....	215
Tabla 166. Deflexión de vigas (Piso 2).....	216
Tabla 167. Deflexión de vigas (Piso 3).....	216
Tabla 168. Cortante y Momentos para vigas de suelo D	217
Tabla 169. Deflexión de vigas volado (Planta Baja).....	217
Tabla 170. Deflexión de vigas (Piso 1).....	218
Tabla 171. Deflexión de vigas (Piso 2).....	218
Tabla 172. Deflexión de vigas (Piso 3).....	219
Tabla 173. Cortante y Momentos para vigas de suelo E.....	219

Tabla 174. Deflexión de vigas volado (Planta Baja).....	220
Tabla 175. Deflexión de vigas (Piso 1).....	220
Tabla 176. Deflexión de vigas (Piso 2).....	221
Tabla 177. Deflexión de vigas (Piso 3).....	221
Tabla 178. Cortante y Momentos para vigas de suelo C	222
Tabla 179. Deflexión de vigas volado (Planta Baja).....	222
Tabla 180. Deflexión de vigas (Piso 1).....	223
Tabla 181. Deflexión de vigas (Piso 2).....	223
Tabla 182. Deflexión de vigas (Piso 3).....	224
Tabla 183. Cortante y Momentos para vigas de suelo D	224
Tabla 184. Deflexión de vigas (Planta Baja)	225
Tabla 185. Deflexión de vigas (Piso 1).....	225
Tabla 186. Deflexión de vigas (Piso 2).....	226
Tabla 187. Deflexión de vigas (Piso 3).....	226
Tabla 188. Cortante y Momentos para vigas de suelo E.....	227
Tabla 189. Deflexión de vigas volado (Planta Baja).....	227
Tabla 190. Deflexión de vigas (Piso 1).....	228
Tabla 191. Deflexión de vigas (Piso 2).....	228
Tabla 192. Deflexión de vigas (Piso 3).....	229

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de las Placas Tectónicas del Mundo	6
Figura 2. Límites convergentes	7
Figura 3. Límites divergentes.....	8
Figura 4. Límites transformantes	8
Figura 5. Cinturón de Fuego del Pacífico	9
Figura 6. Propagación de las ondas “P” (Primarias)	10
Figura 7. Propagación de las ondas “S” (Secundarias)	10
Figura 8. Propagación de las ondas “Love”	11
Figura 9. Propagación de las ondas “Rayleigh”	11
Figura 10. Límites de placas mostrando la dirección y velocidades de movimiento. 12	
Figura 11. Primer Mapa Neotécnico del Ecuador	14
Figura 12. Esquema de las principales fallas del Ecuador	15
Figura 13. Esquema de las principales fallas de Ambato.....	17
Figura 14. Isosistas del sismo del 5 de agosto de 1949.....	18
Figura 15. Viviendas de adobe colapsadas el 5 de agosto de 1949.....	19
Figura 16. Daños de la Catedral de Ambato el 5 de agosto de 1949	19
Figura 17. Hospital de Ambato el 5 de agosto de 1949	20
Figura 18. Espectro vertical según el ASCE 7-16.....	22
Figura 19. Zonas sísmicas y valor del factor de zona Z.....	24
Figura 20. Componentes horizontales de la carga sísmica	28
Figura 21. Fallas Geológicas que cruzan la ciudad de Ambato	30
Figura 22. Comparación de Espectros Verticales del Suelo C.....	31
Figura 23. Comparación de Espectros Verticales del Suelo D	32
Figura 24. Comparación de Espectros Verticales del Suelo E.....	32
Figura 25. Espectros verticales DBE para suelos C, D, E.....	35
Figura 26. Espectros verticales MCE para suelos C, D, E.....	36
Figura 27. Planta tipo del edificio de 12 pisos y del edificio de 4 pisos.....	43
Figura 28. Elevación del edificio de 12 pisos	44
Figura 29. Elevación del edificio de 4 pisos	44
Figura 30. Tablero más crítico de los edificios de 12 y 4 pisos	45
Figura 31. Prediseño de la Losa Alivianada.....	47

Figura 32. Área colaborante para la vida del eje 3AC	48
Figura 33. Área colaborante para la vida del eje 3AC	52
Figura 34. Factor η	54
Figura 35. Factor r	55
Figura 36. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura.....	55
Figura 37. Factor C_t y α	55
Figura 38. Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles	56
Figura 39. Valor del factor Z	56
Figura 40. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 12 pisos (Suelo C)	58
Figura 41. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 12 pisos (Suelo D)	59
Figura 42. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 12 pisos (Suelo E)	60
Figura 43. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 4 pisos (Suelo C)	61
Figura 44. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 4 pisos (Suelo D)	62
Figura 45. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 4 pisos (Suelo E)	63
Figura 46. Periodo de vibración sobre Suelo C, D, E	66
Figura 47. Valores máximos, expresados como fracción de la altura de piso	68
Figura 48. Análisis Estático del suelo C	69
Figura 49. Análisis Dinámico del suelo C	70
Figura 50. Análisis Estático del suelo D	71
Figura 51. Análisis Dinámico del suelo D	72
Figura 52. Análisis Estático del suelo E	73
Figura 53. Análisis Dinámico del suelo E.....	74
Figura 54. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo C.....	75
Figura 55. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo C.....	76

Figura 56. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo D	76
Figura 57. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo D	77
Figura 58. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo E.....	78
Figura 59. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo E.....	78
Figura 60. Periodo de vibración sobre Suelo C, D, E	79
Figura 61. Valores máximos, expresados como fracción de la altura de piso	81
Figura 62. Análisis Estático del suelo C	82
Figura 63. Análisis Dinámico del suelo C	83
Figura 64. Análisis Estático del suelo D	84
Figura 65. Análisis Dinámico del suelo D	85
Figura 66. Análisis Estático del suelo E	86
Figura 67. Análisis Dinámico del suelo E.....	87
Figura 68. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo C.....	88
Figura 69. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo C.....	89
Figura 70. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo D	89
Figura 71. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo D	90
Figura 72. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo E.....	91
Figura 73. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo E.....	91
Figura 74. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo C (X-Dir)	94
Figura 75. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo C (Y-Dir)	95
Figura 76. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo C (X-Dir)...	95
Figura 77. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)	96
Figura 78. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo D (Y-Dir)	97

Figura 79. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)...	97
Figura 80. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo E (X-Dir).....	98
Figura 81. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo E (Y-Dir).....	99
Figura 82. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo E (X-Dir)...	99
Figura 83. Resumen de los Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo C, D, E(X-Dir)	100
Figura 84. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir).....	101
Figura 85. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo C (Y-Dir).....	102
Figura 86. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir)...	102
Figura 87. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo D (X-Dir)	103
Figura 88. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo D (Y-Dir)	103
Figura 89. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo D (X-Dir)...	104
Figura 90. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo E (X-Dir).....	104
Figura 91. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo E (Y-Dir).....	105
Figura 92. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir)...	105
Figura 93. Resumen de los Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo C, D, E(X-Dir)	106
Figura 94. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C (X-Dir).....	109
Figura 95. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C (Y-Dir).....	110
Figura 96. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C (X-Dir)	110
Figura 97. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)	111
Figura 98. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D (Y-Dir)	112
Figura 99. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)	112
Figura 100. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo E (X-Dir).....	113
Figura 101. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo E (Y-Dir).....	114
Figura 102. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)	114
Figura 103. Resumen de los Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C, D, E(X-Dir)	115
Figura 104. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir).....	116
Figura 105. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C (Y-Dir).....	117

Figura 106. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir)	117
Figura 107. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D (X-Dir)	118
Figura 108. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D (Y-Dir)	118
Figura 109. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D (X-Dir)	118
Figura 110. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E (X-Dir).....	119
Figura 111. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E (Y-Dir).....	119
Figura 112. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E (X-Dir)	120
Figura 113. Resumen de los Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C, D, E(X-Dir).....	120
Figura 114. Diseño del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)	122
Figura 115. Selección de Columnas.....	122
Figura 116. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo C.....	124
Figura 117. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo D.....	124
Figura 118. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo E.....	125
Figura 119. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo C.....	126
Figura 120. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo D.....	127
Figura 121. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo E.....	127
Figura 122. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo C.....	128
Figura 123. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo D.....	129
Figura 124. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo E.....	129
Figura 125. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo C.....	130
Figura 126. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo D.....	131
Figura 127. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo D.....	131
Figura 128. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo C.....	132
Figura 129. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo D.....	133
Figura 130. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo E.....	133
Figura 131. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo C.....	134
Figura 132. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo D.....	135
Figura 133. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo E.....	135
Figura 134. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo C.....	136

Figura 135. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo D.....	137
Figura 136. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo E	137
Figura 137. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo C.....	138
Figura 138. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo D.....	139
Figura 139. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo D.....	139
Figura 140. Selección de Vigas Volado.....	140
Figura 141. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Planta Baja)	141
Figura 142. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Planta Baja).....	142
Figura 143. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Planta Baja)	142
Figura 144. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 1).....	144
Figura 145. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 1)	144
Figura 146. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 1).....	145
Figura 147. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 2).....	146
Figura 148. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 2)	146
Figura 149. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 2).....	147
Figura 150. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 3).....	148
Figura 151. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 3)	148
Figura 152. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 3).....	149
Figura 153. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Planta Baja)	150
Figura 154. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Planta Baja).....	150
Figura 155. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Planta Baja)	151
Figura 156. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 1).....	152
Figura 157. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 1)	152
Figura 158. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 1).....	153
Figura 159. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 2).....	154
Figura 160. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 2)	154
Figura 161. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 2).....	155
Figura 162. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 3).....	156
Figura 163. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 3)	156
Figura 164. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 3).....	157
Figura 165. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Huachi, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	165

Figura 166. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Huachi, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	165
Figura 167. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Huachi, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	166
Figura 168. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Huachi, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	166
Figura 169. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Huachi, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	167
Figura 170. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Huachi, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	167
Figura 171. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Huachi, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	168
Figura 172. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Huachi, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	168
Figura 173. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Huachi, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	169
Figura 174. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Ambato, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	169
Figura 175. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Ambato, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	170
Figura 176. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Ambato, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	170
Figura 177. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Ambato, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	171
Figura 178. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Ambato, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	171
Figura 179. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Ambato, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	172
Figura 180. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Ambato, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	172
Figura 181. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Ambato, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	173

Figura 182. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Ambato, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	173
Figura 183. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico C, falla Totoras, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	174
Figura 184. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico C, falla Totoras, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	174
Figura 185. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico C, falla Totoras, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	175
Figura 186. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico D, falla Totoras, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	175
Figura 187. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico D, falla Totoras, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	176
Figura 188. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico D, falla Totoras, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	176
Figura 189. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico E, falla Totoras, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13).....	177
Figura 190. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico E, falla Totoras, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)	177
Figura 191. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico E, falla Totoras, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13).....	178

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se analizó la influencia que tiene la componente vertical del sismo en estructuras regulares de hormigón, el grupo de análisis está formado por 2 estructuras de hormigón armado uno de 12 y otro de 4 pisos, estos fueron estudiados bajo tres análisis diferentes sobre suelos C, D y E obteniendo un total de 18 modelos, todos ubicados en la ciudad de Ambato.

Se realizó el prediseño de los elementos estructurales y se modeló empleando el software Etabs aplicando el diseño no lineal según la NEC SE DS 15 para verificar que los diferentes modelos cumplan los chequeos de nuestra norma.

Posteriormente, se realizó una comparación en donde se presentaron los resultados de tres análisis, el primero sin tomar en cuenta los efectos de la componente vertical, el segundo tomando en cuenta la recomendación de la NEC SE DS 15 la cual indica que la aceleración vertical es los dos tercios de la aceleración horizontal y un último análisis utilizando aceleraciones verticales reales con el uso del estudio de microzonificación de Ambato y la norma ASCE 7-16.

Se pudo concluir que la componente vertical del sismo no tiene gran influencia en: los desplazamientos, las cortantes y las derivas de piso, sino que esta afecta directamente a los elementos estructurales como son las columnas y vigas, duplicando la carga axial en algunas columnas y aumentando la deflexión en las vigas. Además, se determinó que la relación de los dos tercios subestima los efectos verticales en ciudades que se encuentran cerca de fuentes de falla.

EXECUTIVE SUMMARY

This research analyzed the influence of the vertical earthquake component on regular concrete structures, the analysis group consists of 2 reinforced concrete structures, one of twelve and other of four floors, these were analyzed in soils C, D and E obtaining a total of 18 models, all these in the city of Ambato.

The predesign of the structural elements was carried out and it was modeled using the Etabs software applying the non-linear design according to the NEC 15 to verify that the different models comply with the checks of our Ecuadorian standard.

After that, a comparison was made in which the results of three analyses were presented, the first without considering the effects of the vertical component, second considering the recommendation of the NEC SE DS 15 which indicates that the vertical acceleration is two-thirds of the horizontal acceleration and the last using real vertical acceleration using the Ambato microzoning study and ASCE 7-16.

It was concluded that the vertical component of the earthquake has no great influence on displacements, shears and floor drifts otherwise it is directly affecting structural elements such as columns and beams duplicating the axial load on some columns and increasing the deflections in cantilever beams. It was also determined that the ratio of two-thirds underestimates the vertical effects in cities near seismic failures.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

Casi todas las investigaciones a nivel mundial encaminadas a la interpretación de la componente vertical (V) basan sus estudios tomando en cuenta la intensidad de la componente horizontal (H), estudiando los registros de los sismos y haciendo uso de las relaciones $\frac{V}{H}$ en donde las variables a tomar en cuenta para encontrar dicha relación son: aceleraciones, desplazamientos, velocidad máxima del terreno, magnitud, distancia epicentral, frecuencia y periodos de vibración. [1]

El análisis de la componente vertical del movimiento sísmico consiste en investigar la respuesta dinámica elástica e inelástica de diferentes sistemas estructurales sujetos a la acción de la componente sísmica vertical y combinarlas con los efectos de la componente horizontal correspondiente y las cargas de gravedad. Los resultados de estos trabajos concluyen la importancia de tomar en cuenta la componente vertical en el diseño de estructuras localizadas en zonas de alta sismicidad, ya que dicha componente tiene efectos sobre nuestros elementos estructurales como aumento de la carga axial de las columnas entre otros. Hasta la fecha, son aún más escasos los estudios experimentales sobre los efectos de la componente vertical. [2]

Uno de los primeros estudios acerca de este tema es el de Newmark et al. (1973), en el que analizó 33 registros de EE. UU. y de ellos obtuvo las aceleraciones máximas del terreno, componente vertical y componente horizontal. En esta investigación se propone un método para poder corregir los datos de las grabaciones de los terremotos para obtener valores más exactos, estos errores están asociados con errores en el equipo

de grabación y cuando las condiciones iniciales o la aceleración cero no son conocidas. Las grabaciones utilizadas incluían 4 registros de San Fernando que son los que mayor frecuencia tenían, además se utilizó porcentajes de amortiguación de 0.5, 2, 5 y 10. Dicho estudio obtuvo un resultado promedio en donde la aceleración vertical es los $\frac{2}{3}$ de la aceleración horizontal. [3]

Rosenblueth (1975) ejecutó otro estudio muy importante relacionando la intensidad sísmica vertical con la horizontal, en el cual realizó análisis inelásticos considerando los efectos de la componente sísmica vertical de edificios altos e idealizados como una barra de sección uniforme, en la que están láminas fijas muy próximas entre sí y de masa uniforme a lo alto del edificio. Dichos análisis demostraron que en edificios altos aparecen aceleraciones verticales, las cuales son funciones moderadamente crecientes de la altura. La amplificación dinámica es mayor cuanto más rígidos son los pisos en comparación con las columnas y cuanto más rápido decrece la rigidez de éstas con la altura. Se observó que son máximas las aceleraciones en edificios de altura intermedia y resultan poco mayores en estructuras de hormigón que en estructuras metálicas. Rosenblueth propone un espectro elástico para la componente vertical el cual es muy similar al espectro elástico horizontal, con modificaciones en la escala de ordenadas espectrales y de reducción en un 70% de la escala de periodos; el espectro inelástico lo obtiene del cociente del espectro elástico entre un factor por ductilidad vertical de tres, aunque no presenta ninguna justificación para tomar dicho valor.[4]

Kawashima et al. (1985) obtuvo valores de la componente vertical en base a la componente horizontal tomando en cuenta los picos o los valores más altos de aceleración, velocidad y desplazamiento del suelo. Utilizó un registro de movimientos de tierra de mayo de 1965 y junio de 1980 de 53 zonas de Japón, en donde tomó en cuenta solo los registros sísmicos que tenían una magnitud igual o mayor a 5.0 y con una distancia focal menor a 60km, obteniendo así un registro total de 119 movimientos de suelo en donde se concluyó que para una amortiguación del 5% la aceleración vertical es del orden de $\frac{1}{5}$ de la aceleración horizontal.[5]

Ambrasays y Simpson (1995) estudiaron la relación del cociente de la aceleración máxima del terreno de la componente vertical entre la horizontal con la magnitud del sismo y el mecanismo sismogénico. Este estudio es la secuela de un documento complementario de Ambrasays en donde estudió la atenuación de las ordenadas espectrales de aceleración absoluta horizontal en Europa en términos de distancia, magnitud y condiciones locales del suelo. Para el estudio se utilizó 104 registros de temblores mundiales generados a una distancia epicentral máxima de 15 km de la fuente, con magnitud mayor a los 6 grados y con una aceleración máxima del terreno mínima de 0.1g, en donde se concluyó que dicho cociente puede tomar un valor de 1.75 para una magnitud de 7.5. Las ecuaciones utilizadas en este estudio sirvieron para el desarrollo del Euro código 8 el cual no consideraba el espectro vertical o los límites para la relación de campo cercano de vertical a horizontal. [6]

En 1995 J. P. Singh explica que los primeros estudios de la relación entre la aceleración vertical con respecto a la aceleración horizontal presentaban un valor aproximado de $\frac{2}{3}$, mientras que los estudios más actuales concluyen que dicho cociente está en función a la distancia del sitio de estudio de la fuente sísmica y de las frecuencias, lo que quiere decir que es mayor a cortas distancias y en intervalos de periodos cortos. Además, afirma que sobre todo para sitios cercanos a la fuente, dicho cociente $\frac{V}{H}$ es mayor que el valor de $\frac{2}{3}$ para periodos cortos con un pico cerca del periodo de 0.1s, mientras que para periodos largos el valor es menor. [7]

Bommer y Martínez (1996) calcularon los cocientes de aceleraciones máximas del terreno de la componente vertical entre la horizontal con un registro de 130 temblores; la aceleración vertical del terreno mínima de los registros considerados fue de 0.2g. Concluyendo así que dicho cociente es mayor en mucho a la unidad. [8]

Mohamnadioum (1996) estudió el comportamiento de las relaciones de aceleraciones espectrales de la componente vertical entre la horizontal, en donde se diferencia el movimiento de la tierra en parámetros de la aceleración, la velocidad y el

desplazamiento de registros asociados con movimientos fuertes del terreno en suelos no lineales y en sitios cercanos a la falla los cuales tienen capas aluviales con la resistencia mecánica débil, este fenómeno produce una reducción en la aceleración horizontal. Concluyendo que en suelos cercanos a la falla la relación alcanza valores mayores de 0.75, mientras que valores menores se presentan en suelos con comportamiento lineal. [9]

Tabla 1. *Cocientes de aceleración vertical a horizontal*

Referencia	Características de los registros	V/H
Newmark et al., 1973	33 registros de EE. UU.	2/3
Kawashima et al., 1985	Registros de Japón	1/5
Ambrasays y Simpson, 1995	104 registros mundiales, R<15 km, M>6, AV>0.1g	1.75
Boomer y Martínez, 1996	130 registros, Av>0.2g	1.00
Mohammadioun, 1966	Suelos aluviales cercanos a la falla	0.75

Fuente: *Perea y Esteva, 2005*

1.1.2 Justificación

La componente vertical que se genera en movimientos sísmicos fuertes ha sido la variable menos estudiada a lo largo de los años, es por esto que algunos códigos, normas o reglamentos de la construcción usan simples recomendaciones para la consideración del componente sísmico vertical en la respuesta dinámica de las estructuras como por ejemplo la relación que la componente vertical es los 2/3 de la componente horizontal, además existe una nula o deficiente documentación en este tema, provocando que el especialista, llegue a interpretaciones erróneas y que el componente sísmico vertical sea mal entendido o ignorado. [10]

Los terremotos son catástrofes naturales que han causado muchos problemas a la humanidad a lo largo del camino histórico de nuestro planeta y han traído destrucción, desolación y muerte. Por estas razones, el principal objetivo del diseño sismorresistente es impedir el colapso de las edificaciones para preservar la vida

humana y también reducir los daños materiales causados por este fenómeno natural, dicho objetivo se logra mediante una correcta técnica de modelado y simulación, y también mediante un correcto proceso constructivo. [1]

El especialista en estructuras es el responsable de crear construcciones resistentes a todas las solicitaciones (carga muerta, carga viva, cargas accidentales) durante su vida útil. Sin embargo, en los últimos años los terremotos que son cargas accidentales han demostrado la insuficiencia de un correcto diseño incluso en los países más desarrollados del mundo. Las primeras soluciones que se dieron al problema de diseño sísmico es la consideración de fuerzas horizontales estáticas equivalentes y proporcionales al peso de la estructura, con el desarrollo de la dinámica estructural se empezó a considerar las propiedades dinámicas de la estructura, la influencia de las componentes horizontales del terreno, el efecto del terreno donde se plantará la edificación y el efecto de la interacción suelo – estructura. Pero se necesita incorporar al diseño variables como la componente vertical la cual influye en la respuesta estructural de cierto tipo de construcciones sobre todo las ubicadas en zonas de alto peligro sísmico, ya que en los códigos de la construcción omiten este tema de gran importancia. [2]

Utilizando valores reales de aceleraciones verticales podemos obtener un mejor modelado y gracias a esto se podrá disminuir el colapso de las edificaciones en nuestro país, preservando la vida humana y reduciendo los daños materiales causado por este fenómeno. [1]

1.1.3 Fundamentación Teórica

1.1.3.1 Tectónica de Placas

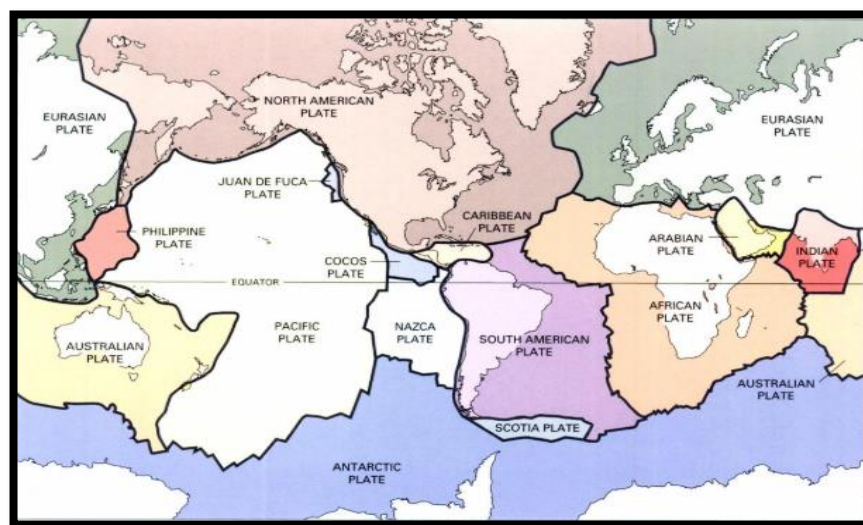
Nuestro planeta Tierra se formó por la atracción gravitacional de partículas con diferentes tamaños hasta llegar a su tamaño actual, la gravedad comprime el material terrestre mientras que la masa de nuestro planeta aumenta. Dicho proceso genera una

temperatura de fusión la cual se la conoce como fenómeno de convección. Este fenómeno permite que los materiales más livianos suban a la superficie y los más pesados bajen al centro de la Tierra. [11]

De esta forma es como se generó la atmosfera, océanos, la corteza terrestre, el Manto y el Núcleo externo e interno. La convección del el Manto es el que genera el movimiento de la corteza terrestre y oceánica. La corteza terrestre está dividida en placas como podemos observar en la Figura 1, las cuales están en constante movimiento unas con respecto a las otras lo cual genera una gran cantidad de esfuerzo, estos se van acumulando durante el tiempo y la ruptura violenta es lo que caracteriza a los movimientos telúricos provocando terremotos, temblores o erupciones. [11]

Existen tres tipos de movimientos o límites tectónicos: limites convergentes, donde las placas se acercan unas a otras, las placas colisionan y forman las cordilleras; limites divergentes de los océanos el magma surge en la superficie desde las profundidades del manto de la Tierra, separando dos o más placas renovando el fondo oceánico; y límites transformantes en el que dos placas friccionan la una con la otra a lo largo de fallas de desgarre. [12]

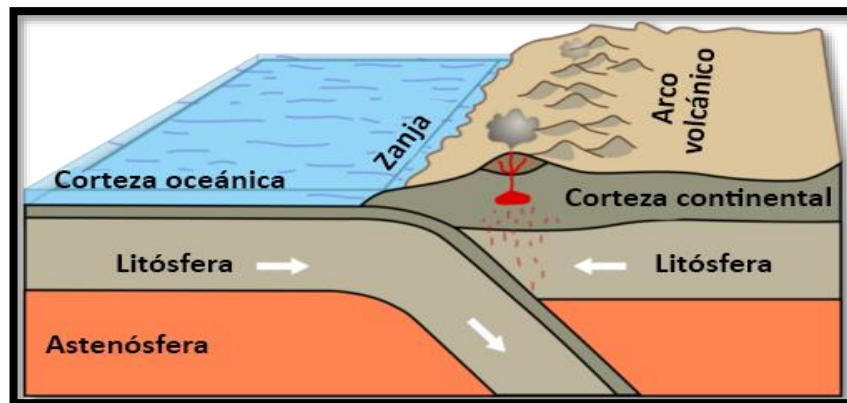
Figura 1. *Mapa de las Placas Tectónicas del Mundo*



Fuente: *This Dynamic Earth, The Story of Plate Tectonics, 1996*

Los límites convergentes se dan por que cada vez la litosfera aumenta en las dorsales oceánicas y el tamaño del planeta no aumenta, lo que quiere decir que el área de la superficie de nuestro plante se mantiene constante y por consiguiente para que la nueva litosfera se acomode las placas oceánicas más antiguas vuelven al manto a lo largo de los límites convergentes. A medida que dos placas convergen lentamente, el borde de una placa más densa se dobla hacia abajo, lo que permite que se deslice por debajo de la otra placa. De acuerdo con el tipo de litosfera existen tres tipos: convergencia corteza oceánica - corteza continental, convergencia corteza oceánica - corteza oceánica y convergencia corteza continental – corteza continental. [13]

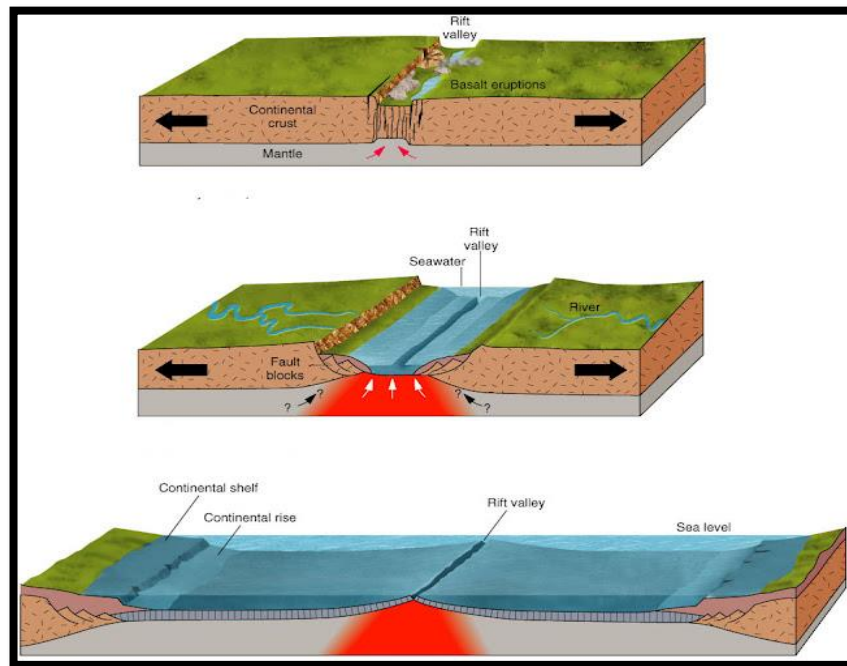
Figura 2. *Límites convergentes*



Fuente: *Tectónica de Placas*

Los límites divergentes son los lugares donde las placas se separan, lo que produce la ascensión del material del manto para crear un nuevo suelo oceánico, este efecto se produce en las dorsales oceánicas. Las fracturas creadas por la separación de las placas se rellenan inmediatamente con una roca fundida que sube desde la astenósfera inferior, este material caliente se enfría lentamente hasta formar roca dura, produciendo nuevas franjas de fondo oceánico.[13]

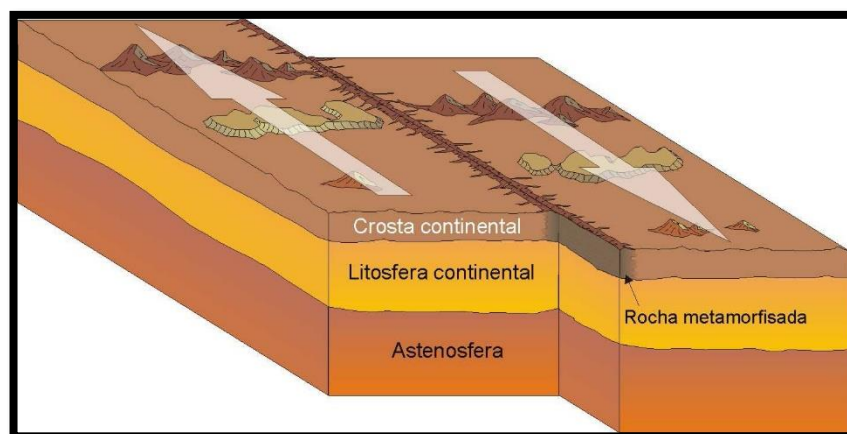
Figura 3. Límites divergentes



Fuente: Tectónica de Placas

Los límites transformantes como se visualiza en la Figura 4 se localizan donde las placas se deslizan una con respecto a la otra, sin generar una nueva litósfera y sin consumir la litósfera antigua. Estas fallas son paralelas a la dirección de movimiento de las placas y son asociadas a las cordilleras mesoceánicas. Algunas de este tipo de fallas atraviesan los continentes como es el caso de la Falla de San Andrés en California (Estados Unidos). [13]

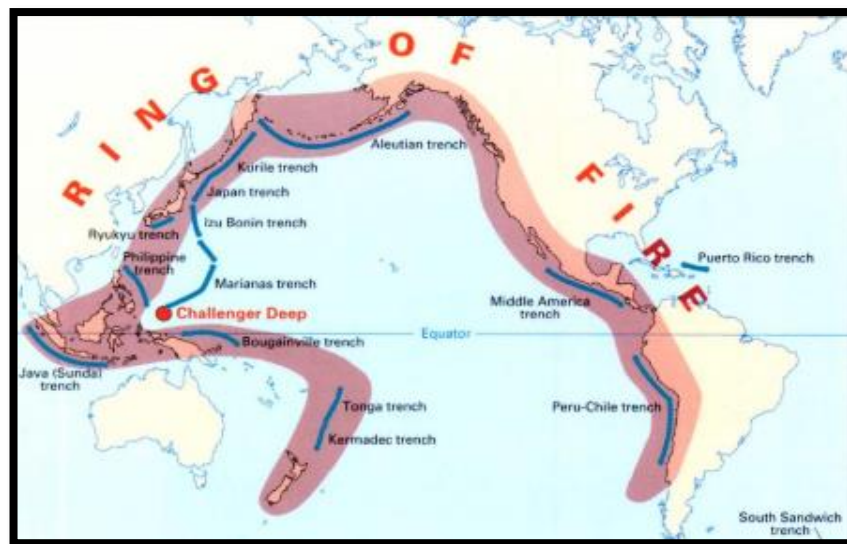
Figura 4. Límites transformantes



Fuente: Tectónica de Placas

La mayoría de los movimientos telúricos ocurren en áreas específicas, a lo largo de los límites de placas, una de las zonas sísmológica y volcánicamente más activa del mundo se la llama “Cinturón de Fuego del Pacífico”. [13] Este se extiende por más de 40.000 km desde Nueva Zelanda hasta la zona de la costa oeste de Sudamérica, dentro de él se concentra el 75% de los volcanes más activos del mundo y se ha producido el 90% de los terremotos. [14]

Figura 5. Cinturón de Fuego del Pacífico



Fuente: *This Dynamic Earth, The Story of Plate Tectonics, 1996*

Estos eventos naturales generan perturbaciones que se propagan por las distintas capas y materiales del núcleo terrestre, a estas se les conoce como ondas sísmicas, estas se dividen en ondas de cuerpo y ondas superficiales, y a su vez estas se subdividen en ondas de cuerpo “P” (primarias), ondas de cuerpo “S” (secundarias), ondas superficiales “Love” y ondas superficiales “Rayleigh”. [15]

Las ondas de cuerpo se transmiten a través de las capas internas del núcleo terrestre, donde las ondas “P” se propagan comprimiendo y dilatando las partículas cercanas, siguiendo la dirección de la transmisión de la onda generando una propagación longitudinal, mientras que las ondas “S” avanzan con un movimiento transversal a la

dirección de propagación generando ondulaciones en las partículas de los materiales atravesados. [15]

Figura 6. Propagación de las ondas “P” (Primarias)



Fuente: L.P.I. (2012)

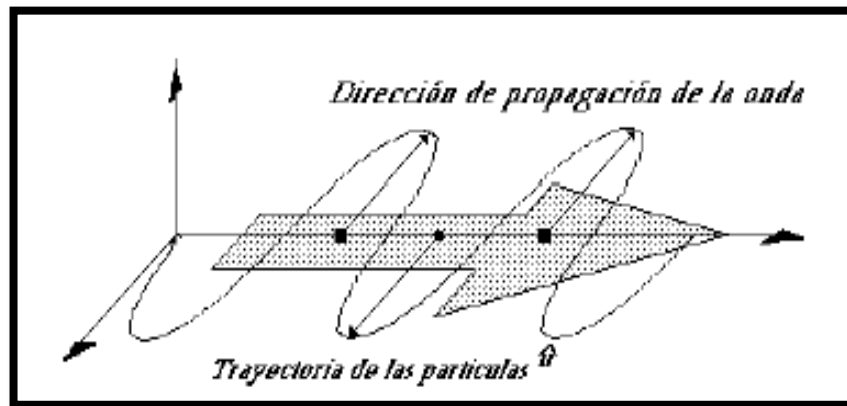
Figura 7. Propagación de las ondas “S” (Secundarias)



Fuente: L.P.I. (2012)

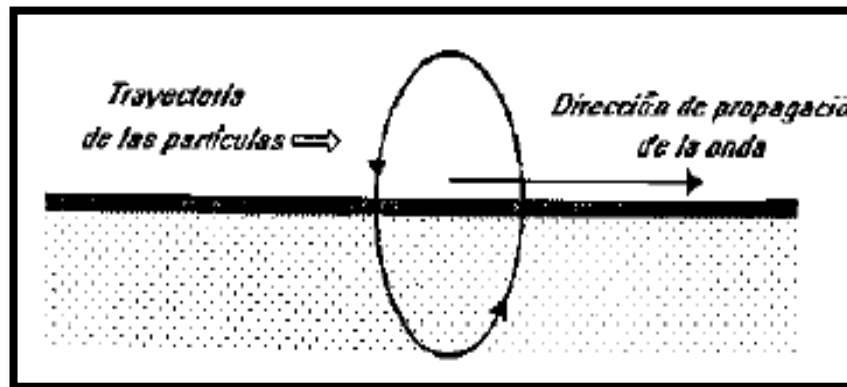
Mientras que las ondas superficiales se propagan en la superficie terrestre en donde las ondas “Love” transmiten ondulaciones horizontales en la superficie y las ondas “Rayleigh” transmiten ondulaciones verticales, semejantes a las olas del mar, siendo estas las causantes de las acciones sísmicas verticales cuyos efectos en las edificaciones son la base del presente estudio, como se muestra en la Figura 9. [15]

Figura 8. Propagación de las ondas “Love”



Fuente: L.P.I. (2012)

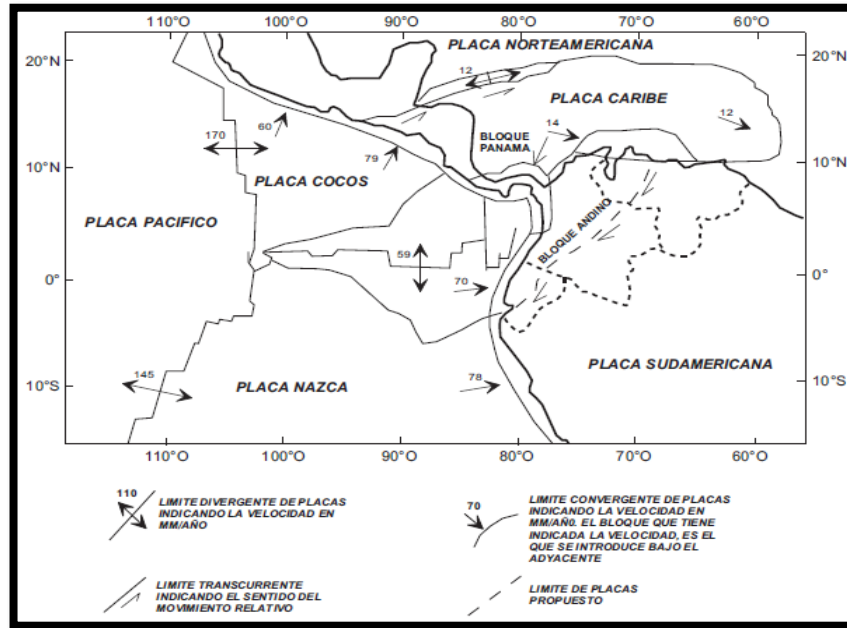
Figura 9. Propagación de las ondas “Rayleigh”



Fuente: L.P.I. (2012)

Una parte del territorio continental ecuatoriano se encuentra sobre una microplaca denominada “Bloque Andino” definida por Pennington (1981), esta microplaca está controlada por la interacción de las placas Sudamericana, Nazca-Cocos y Caribe. [16]

Figura 10. Límites de placas mostrando la dirección y velocidades de movimiento



Fuente: *Accommodation de la convergence oblique dans une chine de type cordilleraine, Les Andes d'Equateur, 1995*

La placa Nazca se mueve respecto a la Placa Sudamericana a una velocidad de 58 mm/año con una dirección N83E [17] y el bloque Andino se mueve a una velocidad de entre 7-8 mm/año con una dirección N35E con respecto a la placa Sudamericana a lo largo de un sistema de fallas denominado Sistema Mayor Dextral definido inicialmente por Soulas et al. (1991). [18]

El Ecuador se encuentra situado en la costa noroccidental de América del Sur, la parte continental de nuestro país se encuentra ubicado entre los meridianos 75°12' W y 81°00' W y los paralelos 01°30' N y 03°23.5' S. Tiene una extensión territorial total de 270.670 km² y se encuentra dentro del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, por lo que su actividad sísmica es alta. [19]

El territorio se divide en cuatro regiones, Costa, Sierra, Oriente y Región Insular, en donde la segunda región mencionada es la que tiene la mayor cantidad de fallas y volcanes por la alta actividad geodinámica de la zona. Por esta región pasa la conocida cordillera de los Andes [20]

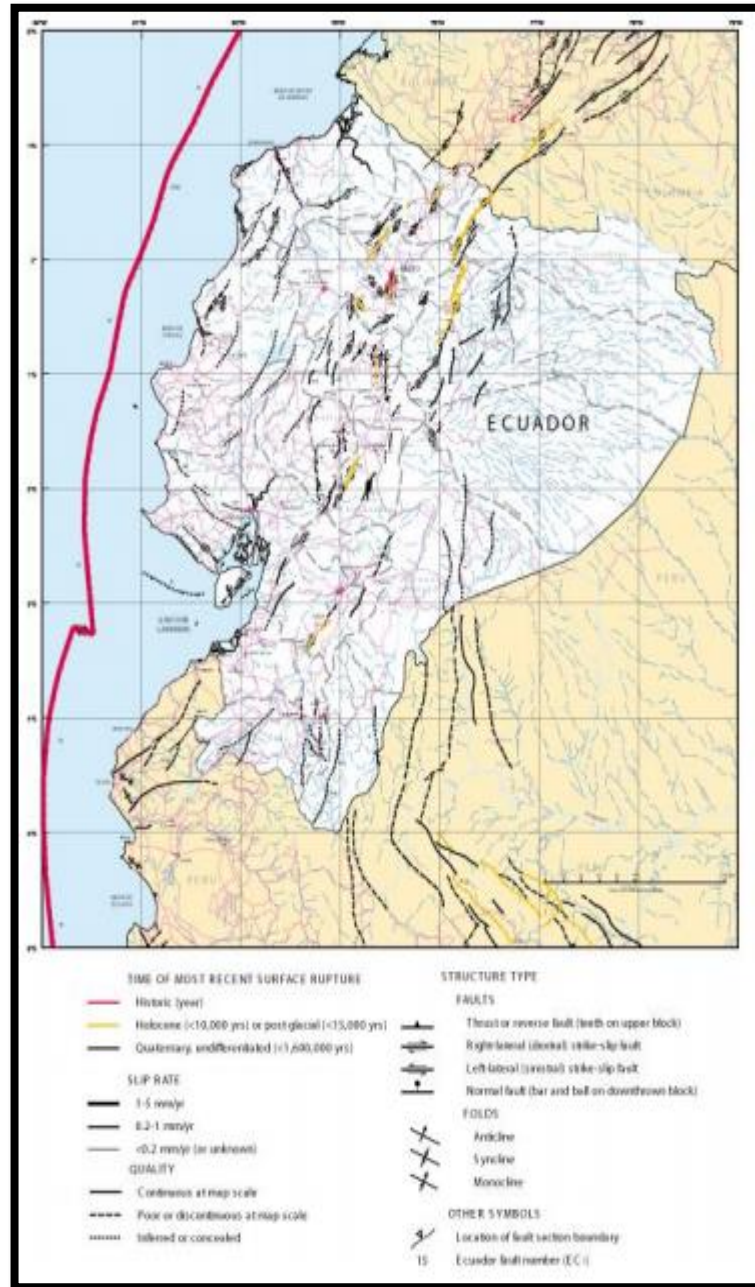
Las fallas que tiene nuestro país son producidas por la sismicidad intraplaca superior, también conocida como la Zona 3, dentro de esta se han reconocido aproximadamente 400 segmentos de fallas activas y 6 sistemas de fallas mayores. [21]

Los estudios neotectónicos en el Ecuador empezaron en los años 80 en el "Proyecto de Preparación" el cuál fue financiado por la UNDRO (United Nations Disaster Relief Organization), y en los años 90 fue publicado el primer mapa neotectónico de Ecuador como lo podemos observar en la Figura 11 [18]

Mediante la investigación de los sistemas de fallas activas, ya sea de nueva formación o reactivado de estructuras tectónicas mayores, se estudia la deformación que tienen las placas para producir el mapeo homogéneo de las fallas activas del Ecuador para ser utilizado en los cálculos de modelado y riesgo sísmico. [18]

Para poder cuantificar la deformación total se realiza un estudio de los índices morfotectónicos integrando condiciones geológicas, hidrológicas y morfológicas del terreno para poder identificar los marcadores que reflejan la actividad de fallas recientes. En donde la principal base de datos son las imágenes de satélite la cual identifica los marcadores morfológicos a través de varios ciclos sísmicos [22]

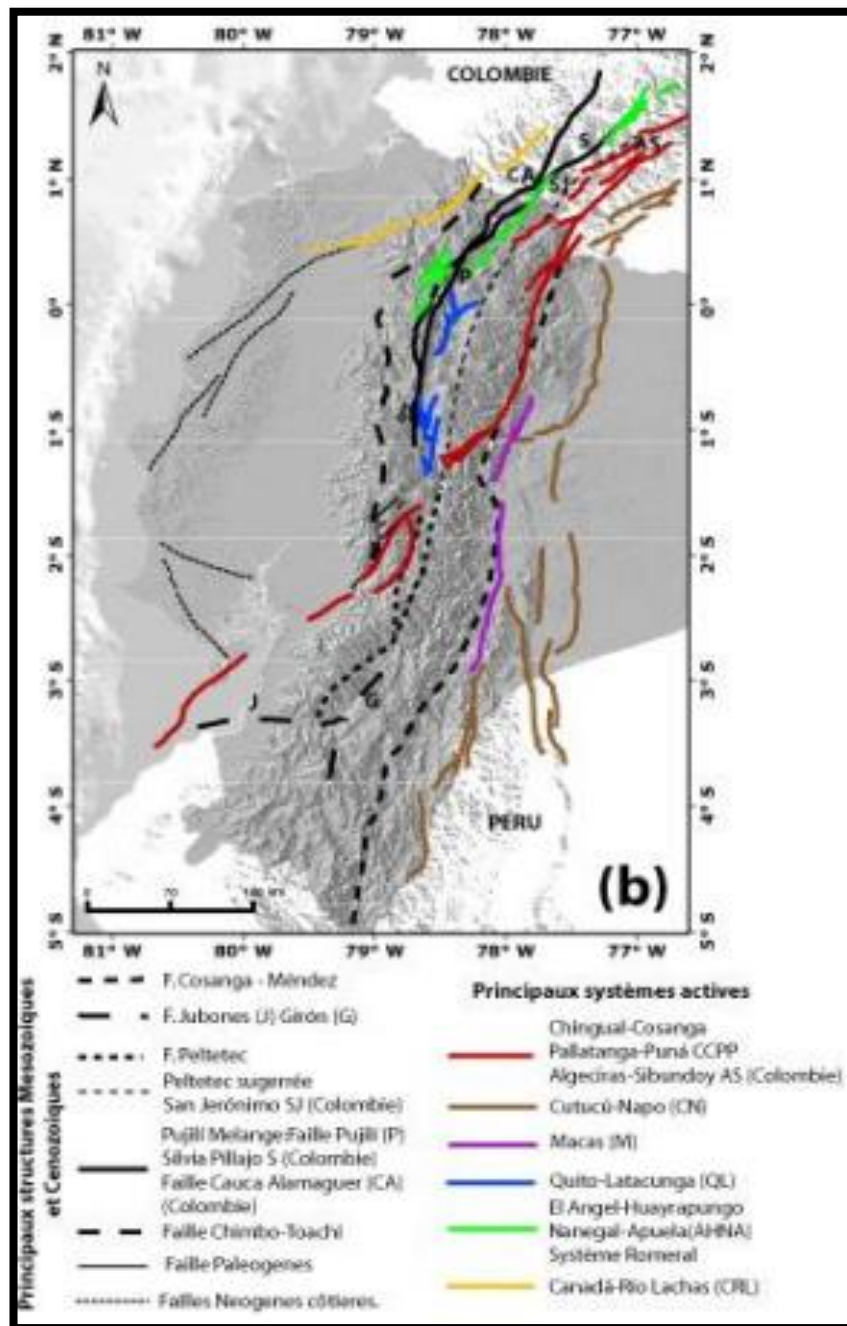
Figura 11. Primer Mapa Neotécnico del Ecuador



Fuente: *Map and Database of Quaternary Faults and Folds in Ecuador and its Offshore Region, 2003*

Las principales fallas del Ecuador son: Chingual-Cosanga-Pallatanga-Puna (PAAB), Quito-Latacunga (QL), El Ángel-Huayrapungo-Nanegalito-Apuela (AHNA), Cutucú-Napo (CN), Macas (M) y Canandé-Río Lachas (CRL). [18]

Figura 12. Esquema de las principales fallas del Ecuador



Fuente: *Néotectonique et cinématique de la déformation continentale en Equateur,* Alvarado 2012

El sistema de fallas Chingual cruza hacia el lado oriental de la cordillera de los Andes y se conecta a las fallas de la Sofía y Río Cofanes, la tasa de deslizamiento tiene un rango de 7mm/año – 10mm/año. [23]

El sistema de fallas de Cosanga sigue el valle atrincherado del Río Cosanga, esta falla tuvo un movimiento compresivo durante el Periodo Cuaternario. Muestra un desplazamiento principal inverso con un secundario dextral que se conecta en el norte con la falla Salado y Reventador. [24]

El sistema de fallas de Pallatanga interrumpe la Cordillera Occidental al este del Golfo de Guayaquil y se extiende aproximadamente 200KM hasta el Noreste cruzando por el valle interandino hasta el volcán Chimborazo. [25]

El sistema de fallas de Puná incluye varios sistemas activos: la estructura Floral de Zambapala, la falla de Santa Clara y el Golfo de Guayaquil, esta falla evoluciono desde la etapa de Mioceno. [26]

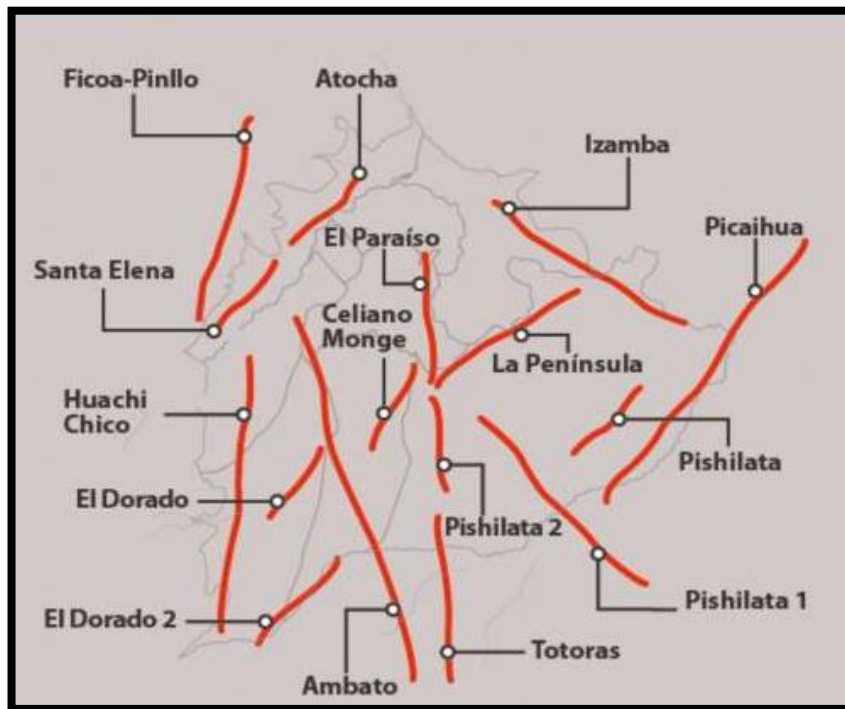
El sistema de fallas de Macas limita la Cordillera Real en el lado oeste y probablemente formó parte de la falla de Méndez al norte de su actual ubicación, las evidencias morfológicas sugieren que tiene una deformación compresiva. [27]

La magnitud de los terremotos y el tiempo de recurrencia de estos, están en función de la tensión, longitud y anchura de las fallas cercanas y de la tasa de acumulación de esfuerzos. En donde la máxima magnitud del terremoto dependerá de la ruptura simultanea de los segmentos que forman la falla. Una de las leyes empíricas publicada por Leonard (2010) relaciona el área de ruptura potencial (AR) y la ruptura de la superficie longitudinal (SRL) para proporcionar una estimación de la magnitud del terremoto y usando el método de Wesnousky (1986) se estima el tiempo de recurrencia mediante la división del momento del máximo terremoto por el déficit de tasa de momento estimado a partir de la geodesia.[18]

Con respecto a la ciudad de Ambato, la Unidad de Gestión de Riesgos del municipio de la ciudad creada en el 2016 realizo un estudio de microzonificación del área urbana

para poder determinar el comportamiento de los suelos frente a las ondas sísmicas producidas durante el movimiento telúrico de nuestro planeta en donde se determinó que dentro de la ciudad de Ambato existen 52 fallas geológicas fracturadas en la corteza terrestre de las cuales 16 son de consideradas como peligrosas las cuales las podemos observar en la figura 13. [28]

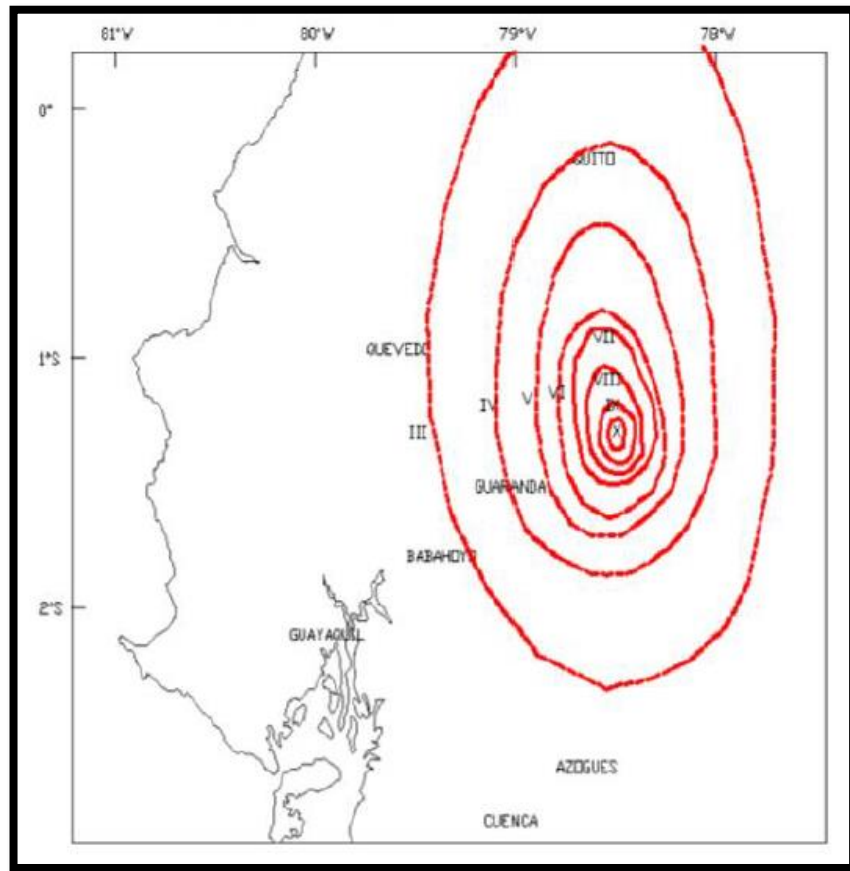
Figura 13. Esquema de las principales fallas de Ambato



Fuente: Noticias Tungurahua, La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo

Uno de los sismos históricos de la ciudad de Ambato ocurrió el 5 de agosto de 1949 a las 14h08, su epicentro se ubicó al sur de la falla del Nido Sísmico de Pisayambo con una profundidad menor a 15 km ubicada aproximadamente a 20 km al nororiente de Pelileo. [29] La magnitud del sismo fue de IX (Muy Destructivo) estimada en base a la intensidad sísmica en la escala de Mercalli que es la escala que se ocupaba en esas épocas.[30]

Figura 14. *Isosistas del sismo del 5 de agosto de 1949*



Fuente: *Observatorio Astronómico de Quito (1949)*

Según las investigaciones realizadas por José Egred uno de los iniciadores del Instituto Geofísico (IG), el terremoto causó más de 6000 muertos, alrededor de 100000 sin hogar y un área de afectación de 1920 km². Las ciudades con más destrucción fueron Pelileo 100%, Píllaro 90%, Guano 80% y Ambato 75%. [30]

Se debe tomar en cuenta que la destrucción de este sismo fue bastante alta debido a que la mayor parte de las construcciones en esa época eran de adobe, un material que tiene un comportamiento muy frágil frente a los sismos. Una de las estructuras más importantes de esa época era la Catedral de Ambato en donde su cubierta colapsó matando a 70 niños. [30]

Figura 15. *Viviendas de adobe colapsadas el 5 de agosto de 1949*



Fuente: <http://fotografiapatrimonial.gob.ec/web/busqueda/ambato>

Figura 16. *Daños de la Catedral de Ambato el 5 de agosto de 1949*



Fuente: <http://fotografiapatrimonial.gob.ec/web/busqueda/ambato>

Figura 17. *Hospital de Ambato el 5 de agosto de 1949*



Fuente: <http://fotografiapatrimonial.gob.ec/web/busqueda/ambato>

1.1.3.2 Espectros Verticales

Cada norma de construcción de los diferentes países del mundo tiene diferentes recomendaciones para tomar en cuenta los efectos verticales en las edificaciones. Sin embargo muchos carecen de información o solo tienen relaciones muy generales que ocasiona que las estructuras no tengan un buen comportamiento sísmico,[2] porque la mayoría de las investigaciones de este tema están dirigidas a interpretar la componente vertical (V) combinándola con la componente horizontal (H), generando relaciones V/H. [10]

- **Estados Unidos (ASCE/SEI 7-16)**

El código “Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and other Structures” (ASCE 7-16) nos indica que la sexta y séptima combinación de carga son las que toman en cuenta la componente del sismo. Descritas en la sección 2.3.6 las combinaciones son: [31]

Tabla 2. Combinaciones con la componente sísmica

Sexta combinación:	$1.2D + E + L + 0.2S$
Séptima combinación:	$0.9D + E$

Fuente: ASCE/SEI 7-16

El valor de la carga sísmica (E) se encuentra detallado en la sección 12.4.2 en donde nos indica que para encontrar dicho valor se toman en cuenta los efectos horizontales (E_h) y los efectos verticales (E_v), para la sexta combinación el valor de la carga sísmica es $E = E_h + E_v$ mientras que para la séptima combinación tendrá un valor de $E = E_h - E_v$. [31]

Tabla 3. Combinaciones con la componente sísmica

Sexta combinación:	$1.2D + E_h + E_v + L + 0.2S$
Séptima combinación:	$0.9D + E_h - E_v$

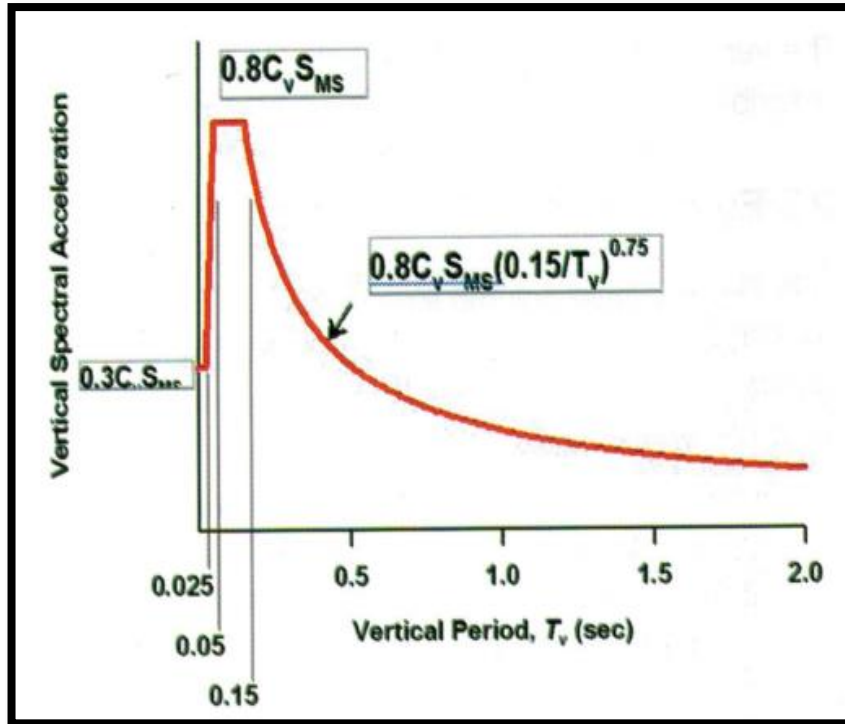
Fuente: ASCE/SEI 7-16

La norma ASCE/SEI 7-16 indica en la sección 12.4.2.1, que para tomar en cuenta los efectos horizontales (E_h) se utilizará la fórmula $E_h = p * Q_e$ en donde p es un factor de redundancia que depende del tipo de suelo y Q_e son los efectos horizontales para la fuerza total lateral, corte en la base y la fuerza sísmica que actúa sobre la estructura, mientras que para los efectos verticales (E_v) descritos en la sección 12.4.2.2 se utilizará la fórmula $E_v = 0.2 * S_{DS} * D$ en donde D es el peso del edificio y S_{DS} es el diseño con el 5% de amortiguamiento para espectros de respuesta para periodos cortos, este último factor se lo calcula mediante la fórmula $S_{DS} = \frac{2}{3} * F_a * S_s$ donde F_a toma un valor de 1 si es roca o 1.4 si es otro tipo de suelo y S_s es el Espectro de respuesta de aceleraciones de periodo corto (0.1s) utilizando el “MCRE(mapa de todas las distritos de E.E U.U)” para un amortiguamiento del 5%. [31]

La ASCE/SEI 7-16 tiene su propio espectro vertical en donde para un periodo de 0.025s se lo calcula mediante la fórmula $0.3 * C_v * S_{MS}$, para un periodo entre 0.05s y

0.15s se utiliza la fórmula $0.8 * C_v * S_{MS}$ y para periodos mayores a 0.15 se utiliza la fórmula $0.8 * C_v * S_{MS} * (\frac{0.15}{T})^{0.75}$ como se lo puede observar en la figura 13. [31]

Figura 18. Espectro vertical según el ASCE 7-16



Fuente: ASCE/SEI 7-16

Donde C_v se lo calcula en terminos de S_s , S_{MS} es el espectro de respuesta de aceleraciones de periodo corto (0.1s) utilizando el “MCRE(mapa de todas las distritos de E.E U.U)” para un amortiguamiento del 5% y T es el periodo de vibración.[31]

- **Venezuela (COVENIN 1756-2:2001)**

La norma COVENIN en su apartado C-3.5, hace una pequeña mención sobre las aceleraciones verticales en donde indica que en todos los casos debe añadirse en el diseño la componente vertical del sismo con un valor de $0.70 A_0$, en donde A_0 es la aceleración máxima del terreno

- **Colombia (NSR10)**

Esta norma en su apartado A.2.8. habla sobre la componente vertical de los movimientos sísmicos en donde nos indica que dicha componente tiene un valor mínimo a las dos terceras partes de los valores correspondientes de los efectos horizontales, ya sea en el espectro de diseño , o en las familias de acelerogramas en el caso de contar solo con registros horizontales, de igual forma nos indica que si se usa acelerogramas reales se podrá emplear la aceleración vertical registrada con el ajuste equivalente que se haya realizado a las componentes horizontales. [32]

- **Perú (DS-003-2016-Vivienda)**

En esta norma nos indica en su apartado 4.6.2 que para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por: $S_a = \frac{Z*U*C*S*g}{R}$ en donde “Z” es un factor que depende de la zona en la que se va a construir, “U” es el factor de importancia de la estructura, “C” es el factor de amplificación sísmica, “S” es el factor de amplificación del suelo, “g” es la aceleración de la gravedad y “R” es el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas. Y nos indica que para realizar un análisis en la dirección vertical se podrá usar un espectro con valores iguales a los $\frac{2}{3}$ del espectro empleado para las direcciones horizontales. [33]

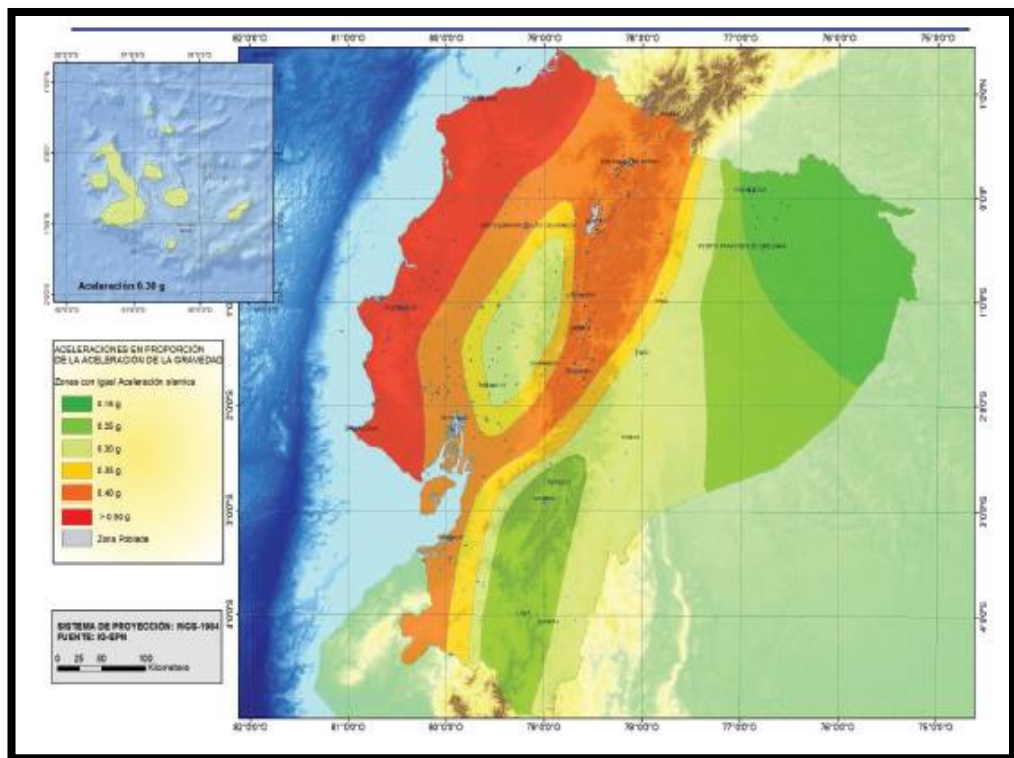
- **Ecuador (NEC-2015)**

En nuestro país esta norma tiene como objetivo reducir el riesgo sísmico para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones al momento que ocurra un sismo. Para poder obtener las componentes horizontales de la carga sísmica o los espectros elásticos de diseño se necesita tomar en cuenta tres puntos claves: el factor de zona sísmica Z, el

tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura y la consideración de los coeficientes de amplificación del suelo [34]

El factor de zona sísmica “Z”, este valor representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño expresada en fracción a la gravedad, nuestro país está dividido en zonas sísmicas provenientes del resultado de un estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años para un periodo de retorno de 475 años como lo podemos observar en la figura 14.

Figura 19. Zonas sísmicas y valor del factor de zona Z



Fuente: NEC 2015

El estudio de peligro sísmico nos indica que todo el territorio ecuatoriano está catalogado como una amenaza sísmica alta, con excepción del nororiente que presenta una amenaza sísmica intermedia y el litoral ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica muy alta, por lo cual el valor de Z dependerá de la zona en donde se vaya a realizar la construcción. [34]

Tabla 4. *Valores de Z en función de la zona sísmica adoptada*

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: *NEC 2015*

El tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura se describe en la sección 3.2. en donde nos indica que existe seis tipos de suelos como lo podemos observar en la tabla 5. Los parámetros utilizados en la clasificación son los correspondientes a los 30 metros superiores del perfil para los perfiles tipo A, B, C, D y E. Y para el tipo de perfil F se aplican las curvas de peligro sísmico en donde las ordenadas son la tasa anual de excedencia y las abscisas son las aceleraciones. Tabla 5 [34]

Los coeficientes de amplificación del suelo son: F_a , F_d y F_s en donde la tabla 6 representa los valores del coeficiente F_a , el cual amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca; la tabla 7 representa los valores del coeficiente F_d , el cual amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca y la tabla 8 representa los valores del coeficiente F_s , el cual considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos. [34]

Tabla 5. Clasificación de los perfiles de suelos

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_U \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ KPa} > S_U \geq 50 \text{ KPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda cortante, o	$V_s \leq 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor a 3 metros de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_U < 50 \text{ KPa}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evacuación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1- Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersos o débilmente cementados, etc.	
	F2- Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H>3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas)	
	F3- Arcillas de muy alta plasticidad (H>7.5m con índice de Plasticidad IP>75)	
	F4- Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanca (H>30m)	
	F5- Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y oca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
F6- Rellenos colocados sin control ingenieril		

Fuente: NEC 2015

Tabla 6. Tipo de suelo y Factores de sitio Fa

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.5	1.39	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 5: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4 de la NEC2015					

Fuente: NEC 2015

Tabla 7. Tipo de suelo y Factores de sitio Fd

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 5: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4 de la NEC2015					

Fuente: NEC 2015

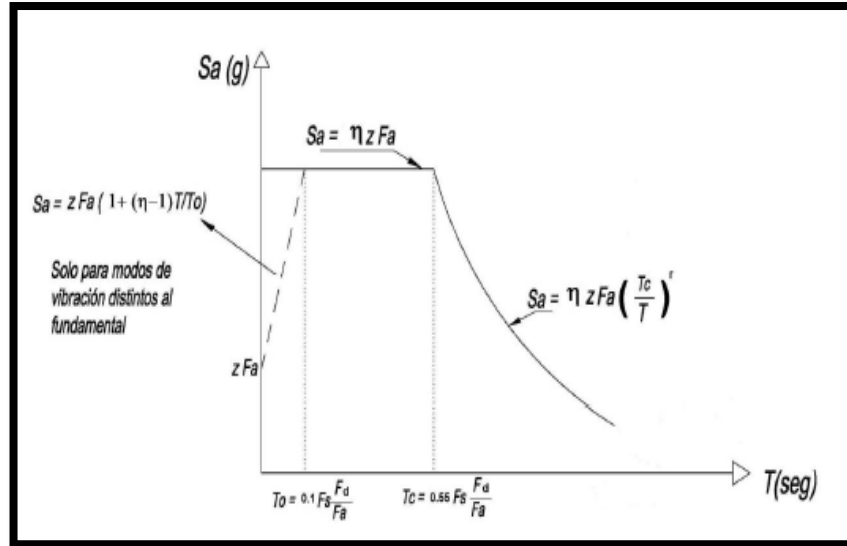
Tabla 8. Tipo de suelo y Factores de sitio Fs

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 5: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4 de la NEC2015					

Fuente: NEC 2015

Con todos estos datos la norma NEC 2015 genera su espectro elástico de diseño como lo podemos ver en la figura 20. [34]

Figura 20. Componentes horizontales de la carga sísmica



Fuente: NEC 2015

Par el cálculo de la aceleración vertical (E_v) el apartado 3.4. nos indica que existen tres casos para poder definir el valor de esta componente, el primer caso (caso general) nos muestra que E_v se definirá mediante el escalamiento de la componente horizontal de la aceleración por un factor mínimo de 2/3, el segundo caso (estructuras de uso especial o esencial cerca de una falla geológica) especifica que para estructuras esenciales o especiales que se encuentren dentro del campo cercano a una falla superficial (0-10 km) se debe evaluar la componente vertical del sismo mediante el estudio de respuesta de sitio y el tercer caso (Cuando exceden los límites de las plantas de los pisos) en donde nos indica que cuando existe la presencia de voladizos horizontales los efectos de la componente vertical se diseñaran aplicando una fuerza neta vertical F_{rev} expresada por: $F_{rev} = \frac{2}{3} * I(\eta * z * F_a) * W_p$ en donde I es el coeficiente de importancia de la estructura y W_p es el peso que actúa en el voladizo. [34]

Nuestra norma en el apartado 3.5. nos indica las combinaciones de las fuerzas sísmicas ortogonales y dirección de aplicación: En donde para la combinación de las componentes horizontales nos indica que las estructuras deben diseñarse para resistir fuerzas sísmicas provenientes de cualquier dirección horizontal por lo que las componentes horizontales deben aplicar de forma no concurrente es decir que en una combinación de cargas solo se tomara en cuenta el sismo en “x” y en otra combinación solo tomará en cuenta es sismo “y”, utilizando la fórmula: $E_h = \pm\sqrt{E_x^2 + E_y^2}$, en donde E_x es la componente horizontal de la fuerza sísmica según el axis “x” y E_y es la componente horizontal de la fuerza sísmica de dirección perpendicular a E_x [34], además indica que cuando existen volados o una edificación esencial o de ocupación especial ubicadas en el campo cercano a una falla geológica se utilizara una combinación de las componentes horizontales y verticales $E = E_h + E_v$ [34]

1.1.3.2 Microzonificación Sísmica de Ambato

El estudio de Microzonificación de la ciudad de Ambato realizado por el Dr. Roberto Aguiar y la Dra. Alicia Rivas en el 2018 da como resultado valores de periodo de vibración de los suelos, la velocidad de la onda de corte, valores del número de golpes del ensayo de Penetración Estándar y espectros de aceleraciones de la componente horizontal y vertical del movimiento del suelo. [30]

Dicho estudio inicialmente estaba realizado en base al trabajo “Desarrollos metodológicos y aplicaciones hacia el cálculo de la peligrosidad sísmica en el Ecuador Continental y estudio Riesgo Sísmico en la ciudad de Quito” realizada por Parra (2016), la cual mediante una metodología probabilística zonificada presenta como principal aportación la elaboración de un Estado del Arte sobre Tectónica y Geología de Ecuador identificando las principales fuentes sísmicas del país. [35]

En este estudio se realizó un análisis de tres fallas geológicas que atraviesan la ciudad de Ambato: Huachi ($M = 6.3$), Ambato ($M = 6.5$) y Totoras ($M = 6.5$) las cuales

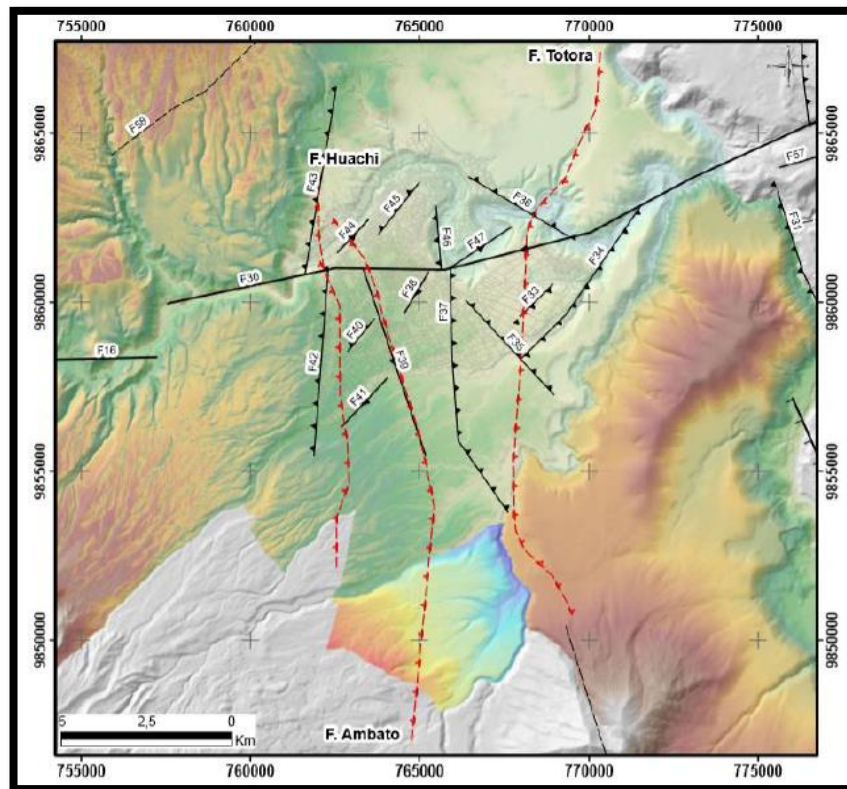
producen sismos impulsivos de corta duración, pero sumamente destructivos. Es por esto por lo que se debe realizar un buen diseño sísmico a las estructuras, en donde se necesita conocer el Espectro de Diseño (DBE) con el cuál se diseñaran los elementos estructurales y el Espectro Máximo Considerado (MCE) con el cual vamos a encontrar los desplazamientos y las derivas de piso. Si el diseñador no tiene definido de forma correcta los espectros DBE y MCE por más que se utilice de forma eficiente programas sofisticados los resultados serán inciertos. [30]

Tabla 9. Parámetros de las Fallas de la ciudad de Ambato

Nombre	Tipo Falla	Longitud (km)	Ancho (km)	Magnitud	Buzamiento (grados)	RAKE (grados)
Huachi	Inversa	12.04	6.0	6.3	45	90
Ambato	Inversa	16.30	6.0	6.5	45	90
Totoras	Transcurrente - Inversa	17.65	6.0	6.5	45	90

Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 21. Fallas Geológicas que cruzan la ciudad de Ambato

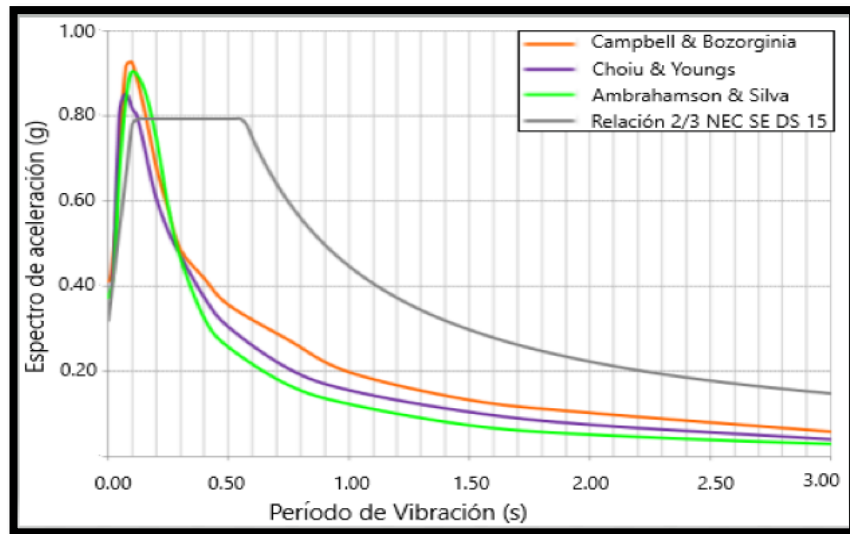


Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Para poder encontrar las aceleraciones verticales a los suelos C, D y E se les aplicó tres ecuaciones de movimientos fuertes las cuales fueron: Campbell y Bozorgnia (2014); Chou y Youngs (2014) y Abrahamson et al. (2014). Estos tres modelos forman parte del programa Next Generations Attenuation (NGA WEST-2). [30]

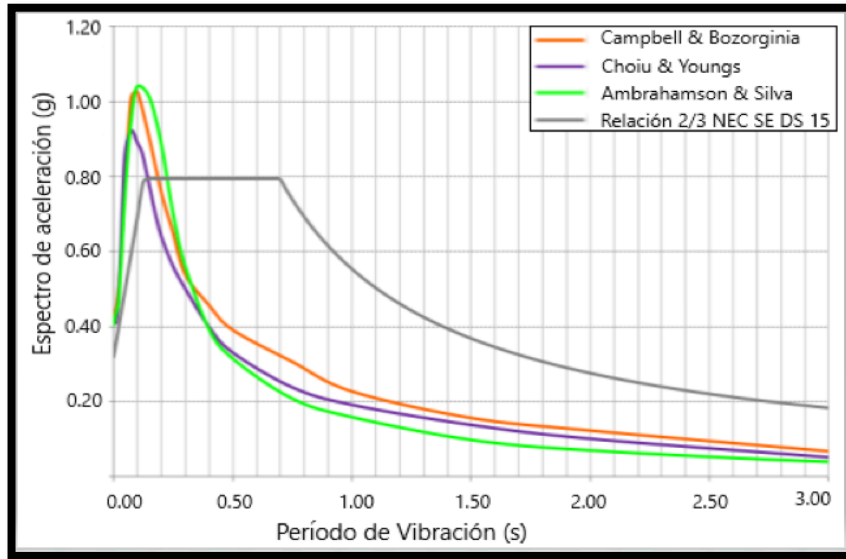
En las Figura 22, 23, 24 podemos observar que nuestra norma al utilizar la relación en donde la aceleración vertical es los $\frac{2}{3}$ de la aceleración horizontal subestima los efectos de esta componente ya que el pico de los espectros verticales por los tres métodos de ecuaciones de movimientos fuertes se encuentra por encima de la meseta del espectro vertical de la NEC. [34]

Figura 22. Comparación de Espectros Verticales del Suelo C



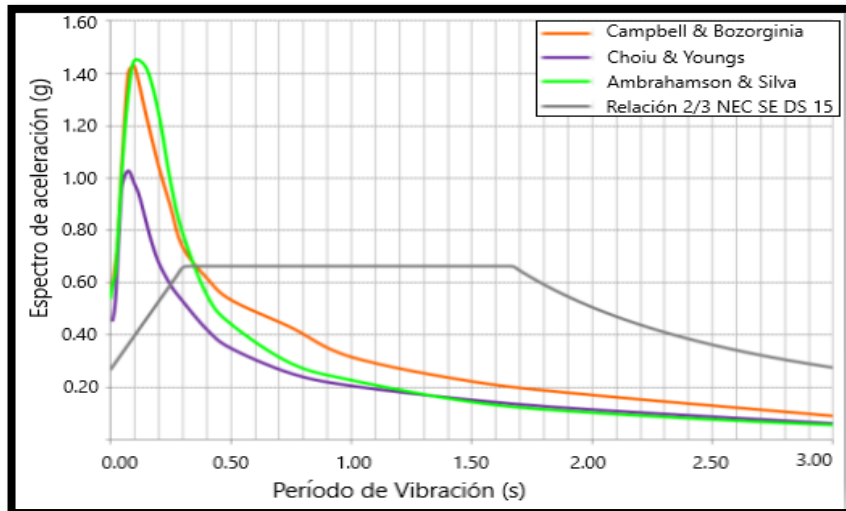
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 23. Comparación de Espectros Verticales del Suelo D



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 24. Comparación de Espectros Verticales del Suelo E



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

La primera diferencia que podemos encontrar es que los espectros de microzonificación son espectros de respuesta el cual es un gráfico irregular que muestra los mayores picos de reacciones del suelo bajo vibraciones. Mientras que la NEC-SE-DS 15 es un espectro de diseño el cual es un gráfico suavizado formado por la envolvente de dos o más espectros de respuesta en función del periodo natural de vibración y el amortiguamiento. [15]

La falla Totoras para un sismo de una magnitud de 6.5 es el que tiene las mayores ordenadas espectrales en donde el modelo que obtuvo las máximas aceleraciones para suelos sísmicos tipo C fue el de Bozorgnia y Campbell seguido por muy poco por el modelo Abrahamson y Silva. Pero para suelos de períodos cortos (Suelos Sísmico tipo D y E) el modelo que presentó los rangos mayores fue el de Abrahamson y Silva. [30]

Como se observa en la Figura 24 el suelo E presenta un cambio considerable con relación a los espectros verticales de la NEC-SE-DS 15 por lo cual al momento de construir una edificación en suelo sísmico tipo E tenemos que tomar en cuenta los efectos verticales reales que generará un sismo. [30]

Para los espectros de control vertical se toman los mayores valores espectrales obtenidos dependiendo del tipo de modelo de ecuaciones fuertes empleado y el tipo de falla. En la Tabla 10, 11 y 12 el recuadro azul representa la aceleración máxima obtenida y serán las que usaremos en nuestro análisis para obtener las combinaciones de carga. [30]

Tabla 10. Espectros de Control DBE y MCE de la componente vertical para un perfil sísmico C

Período (s)	Espectros de Control Falla Totoras	
	Diseño (DBE)	Máximo Considerado (MCE)
0.001	0.4111	0.7513
0.01	0.4194	0.7662
0.02	0.4695	0.8827
0.03	0.5509	1.0857
0.05	0.7494	1.5939
0.075	0.9183	1.8840
0.100	0.9265	1.8484
0.150	0.8651	1.7464
0.200	0.7480	1.5101
0.250	0.5850	1.1810
0.300	0.4873	0.8689
0.400	0.4184	0.7560
0.500	0.3566	0.6482
0.750	0.2738	0.5116
1.000	0.1986	0.3735
1.500	0.1328	0.2541
2.000	0.1026	0.200
3.000	0.0583	0.117

Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Tabla 11. Espectros de Control DBE y MCE de la componente vertical para un perfil sísmico D

Período (s)	Espectros de Control Falla Totoras	
	Diseño (DBE)	Máximo Considerado (MCE)
0.001	0.4352	0.7952
0.01	0.4434	0.8100
0.02	0.4919	0.9250
0.03	0.5656	1.1147
0.05	0.7987	1.6881
0.075	1.0116	2.0753
0.100	1.0261	2.0472
0.150	1.0114	2.0416
0.200	0.8868	1.7901
0.250	0.6990	1.4111
0.300	0.5409	0.9645
0.400	0.4586	0.8286
0.500	0.3922	0.7131
0.750	0.3074	0.5745
1.000	0.2283	0.4295
1.500	0.1576	0.3015
2.000	0.1239	0.2415
3.000	0.0689	0.1319

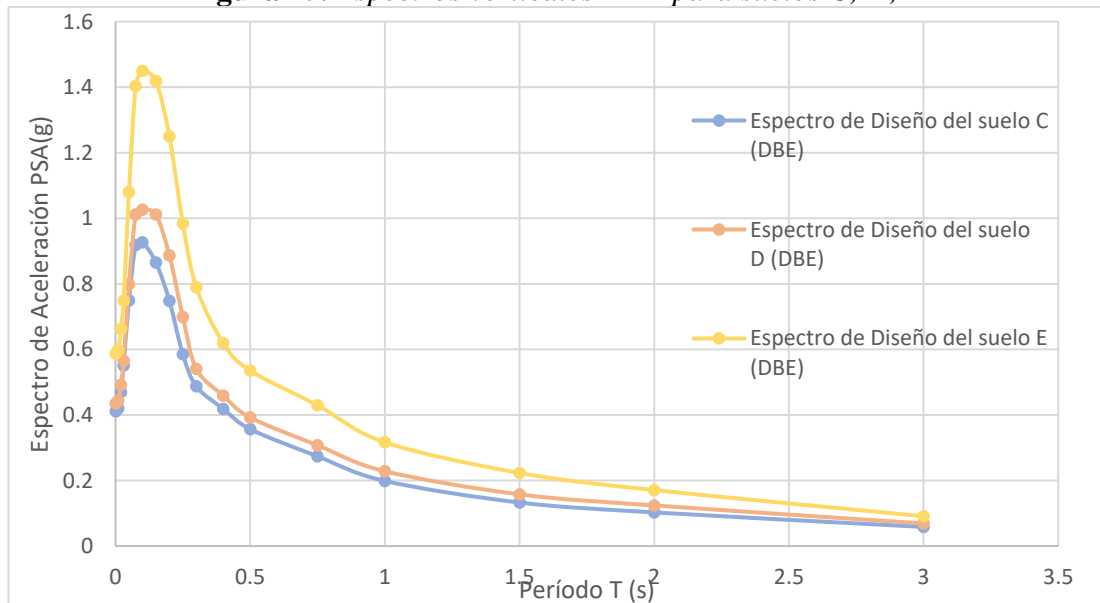
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Tabla 12. Espectros de Control DBE y MCE de la componente vertical para un perfil sísmico E

Período (s)	Espectros de Control Falla Totoras	
	Diseño (DBE)	Máximo Considerado (MCE)
0.001	0.5873	1.0732
0.01	0.5979	1.0923
0.02	0.6630	1.2467
0.03	0.7481	1.4744
0.05	1.0797	2.2819
0.075	1.4035	2.8795
0.100	1.4497	2.9286
0.150	1.4189	2.8644
0.200	1.2500	2.5233
0.250	0.9843	1.9869
0.300	0.7894	1.5935
0.400	0.6194	1.1191
0.500	0.5353	0.9133
0.750	0.4295	0.8027
1.000	0.3165	0.5954
1.500	0.2230	0.4265
2.000	0.1708	0.3328
3.000	0.0907	0.1737

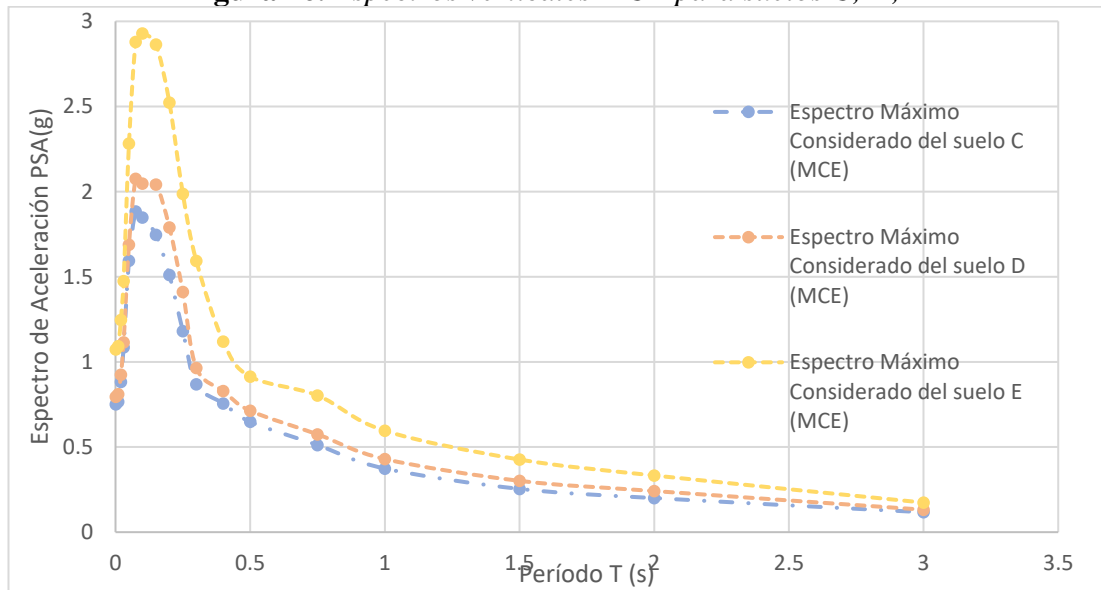
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 25. Espectros verticales DBE para suelos C, D, E



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 26. Espectros verticales MCE para suelos C, D, E



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

En las figuras 25 y 26 podemos observar el espectro de diseño y el espectro máximo considerado de los suelos C, D, E. Los espectros de diseño son lo que se encontraron con las ecuaciones de movimiento fuerte con una confiabilidad del 50% mientras que el espectro máximo considerado tiene una confiabilidad del 84%. [30]

1.1.4. Hipótesis

La acción sísmica vertical tiene influencia en el diseño de estructuras de hormigón armado situadas en el campo cercano a una falla geológica.

1.2 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la acción sísmica vertical en edificaciones de hormigón armado ubicados en la ciudad de Ambato, mediante la modelación de edificios de baja y mediana altura para un análisis comparativo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

2.1.2 Objetivos Específicos

Calcular los espectros verticales para los suelos C, D y E utilizando la recomendación de la norma NEC-SE-DS y compararlos con los espectros calculados con valores reales de aceleraciones verticales obtenidos del estudio de microzonificación de Ambato.

Realizar el modelado y el análisis estructural de edificaciones de varios pisos de hormigón armado.

Establecer un análisis comparativo sin tomar en cuenta los efectos verticales, aplicando espectros verticales según NEC 2015 y por último diseñándolo con valores reales de aceleraciones verticales obtenidas del estudio de microzonificación de la ciudad de Ambato.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales y Equipos

Tabla 13. Materiales

MATERIALES		
Tipo	Cantidad	Unidad
Computador	1	Unidad
Disco Duro	1	Unidad
Impresora	1	Unidad
Calculadora	1	Unidad
Hojas de Papel Bond	50	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Esferos	3	Unidad
Lápiz	1	Unidad
Borrador	1	Unidad
Sacapuntas	1	Unidad
Portaminas	1	Unidad
Minas	10	Unidad

Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Tabla 14. Equipos

EQUIPOS		
Tipo	Cantidad	Unidad
Software Etabs	1	Unidad

Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

2.2 Métodos

2.2.1 Nivel o tipo de investigación

En el presente trabajo experimental los tipos de investigación a ser utilizados serán: exploratorio, de campo y descriptiva.

- Exploratorio debido a que en la ciudad de Ambato no se ha realizado ni se encuentra registros de estudios sobre la influencia de la acción sísmica vertical en edificaciones de hormigón armado.[30]
- De campo porque se utiliza información de estudios realizados a nivel mundial sobre las aceleraciones verticales para poder generar los espectros verticales, además se utiliza los datos del estudio de Microzonificación de Ambato.[30]
- Se describe los resultados obtenidos y se compara con valores establecidos por la Norma Ecuatoriana de Construcción 2015 (NEC 2015).[34]

2.2.2 Población y Muestra

- Población: El estudio de la influencia de la acción sísmica vertical se lo realizará para estructuras de hormigón armado con volados de 4 y 12 pisos del cantón Ambato para suelos de tipo C, D, y E. [30]
- Muestra: Se realizará un total de 18 modelos. Para cada tipo de suelo (C, D, E) se generará tres modelos (Sin tomar en cuenta el espectro vertical, tomando en cuenta el espectro vertical de la NEC 2015 y tomando en cuenta los espectros

verticales del estudio de microzonificación de Ambato) y esto lo realizaremos para una edificación de 4 pisos y para una edificación de 12 pisos. [30]

2.2.3 Plan de Recolección de Datos

Tabla 15. Plan de recolección de información

Preguntas básicas	Explicación
¿Para qué?	- Para determinar la influencia de la acción sísmica vertical en edificios de hormigón armado.
¿De qué personas u objetos?	- Edificios de 12 y 4 pisos con volados de 2.5 metros y 1.5 metros.
¿Sobre qué aspectos?	- Influencia de la componente vertical para las estructuras.
¿Quién evalúa?	Maldonado Vallejo Gabriel Alexander
¿Dónde se evalúa?	- Laboratorios de computación de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
¿Con qué técnica o instrumento?	- Software Etabs 17 - Norma NEC 2015 - Estudio de Microzonificación de Ambato

Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

2.2.4 Plan de Procesamiento y Análisis de Información

Los procedimientos para el estudio son los siguientes:

1. Determinar los espectros verticales para la ciudad de Ambato utilizando la NEC_SE_DS 2015.
2. Determinar los espectros verticales reales para la ciudad de Ambato mediante el uso del ASCE 7-16 y el estudio de microzonificación de Ambato.
3. Modelar un edificio de 4 pisos debido a que la componente vertical afecta mayormente a los primeros pisos de una estructura.
 - a. Sin tomar en cuenta la componente vertical
 - b. Tomando en cuenta la componente vertical según la NEC_SE_DS 2015
 - c. Tomando en cuenta la componente vertical según el estudio de microzonificación de la ciudad de Ambato.
4. Modelar un edificio de 12 pisos que es el número de pisos máximos dados por el plan de ordenamiento territorial Ambato 2020
 - a. Sin tomar en cuenta la componente vertical
 - b. Tomando en cuenta la componente vertical según la NEC_SE_DS 2015
 - c. Tomando en cuenta la componente vertical según el estudio de microzonificación de la ciudad de Ambato.
5. Análisis Modal para todas las combinaciones de carga dada por la NEC_SE_DS
6. Realizar una comparación de los tres análisis efectuados
7. Concluir si los 2/3 de la Norma Ecuatoriana se aproxima a valores reales en la ciudad de Ambato.

2.2.5 Materiales del Modelo

El hormigón presenta una excelente resistencia a compresión, sin embargo ofrece una escasa resistencia a la tracción, por lo cual se refuerza al hormigón con barras de acero en zonas de tracción, a este material se lo conoce con el nombre de hormigón armado y este será el material con el cual modelaremos nuestros edificios con propiedades mecánicas descritas en la tabla 16 y 17[36]

Tabla 16. Propiedades Mecánicas del Hormigón

Simetría	F'c	Módulo de Elasticidad	Módulo de Poissons	Coefficiente de dilatación térmica	Módulo de corte
	[kgf/cm ²]	[kgf/cm ²]		[1/°C]	[kgf/cm ²]
Isotrópico	240	202944.33	0.2	0.0000099	84560.14

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

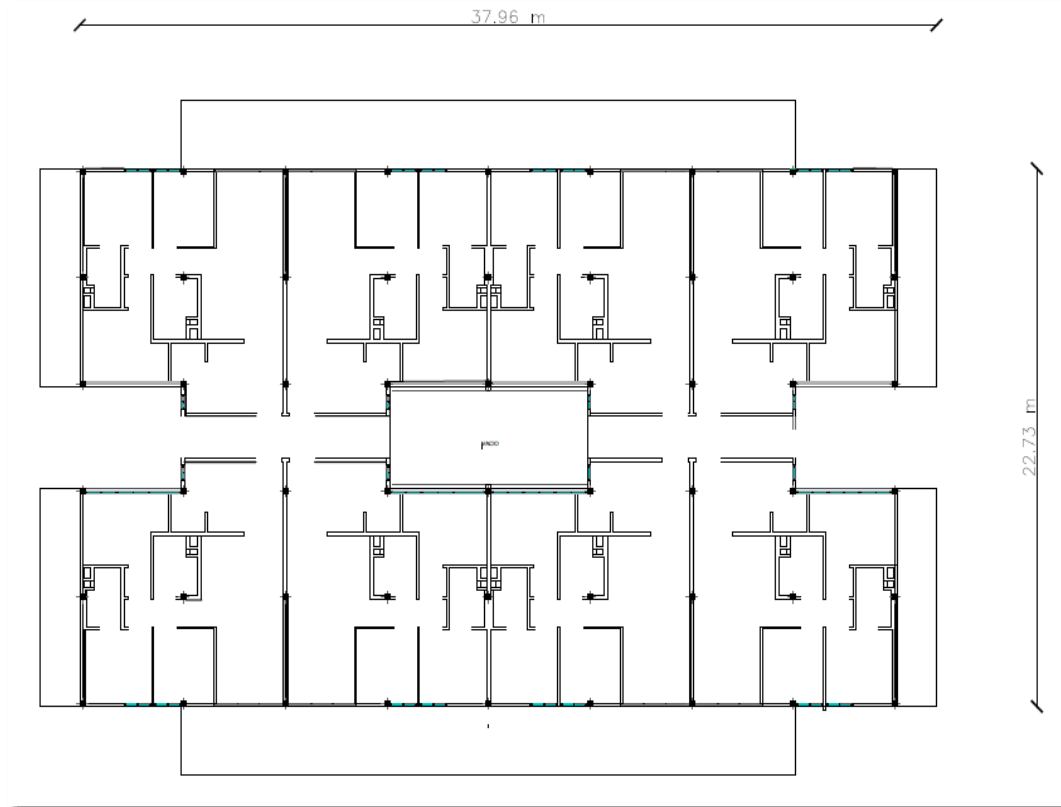
Tabla 17. Propiedades Mecánicas del Acero

Simetría	Fy	Módulo de Elasticidad	Coefficiente de dilatación térmica	Fu	Densidad
	[kgf/cm ³]	[kgf/cm ²]	[1/°C]	[kgf/cm ²]	[tonf/m ³]
Uniaxial	4200	2038901.92	0.0000117	6327.63	7.849

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

2.2.6 Irregularidades en Planta (NEC_SE_DS 5.2.3)

Figura 27. Planta tipo del edificio de 12 pisos y del edificio de 4 pisos



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

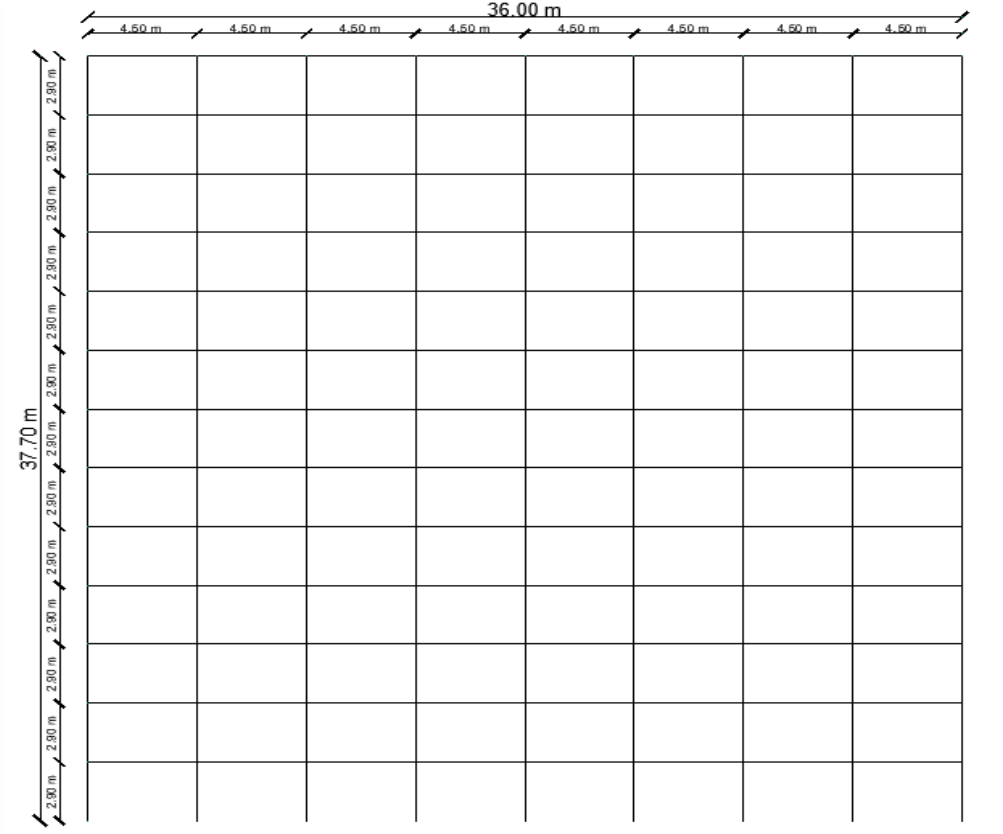
Tabla 18. Irregularidades en planta de los edificios de 12 y 4 pisos

Tipo de Irregularidad	Posee	ϕ_p
Retrocesos excesivos en las esquinas	NO	1
Discontinuidades en el sistema de piso	NO	1
Ejes estructurales no paralelos	NO	1
Coeficiente de Irregularidad en planta		1

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

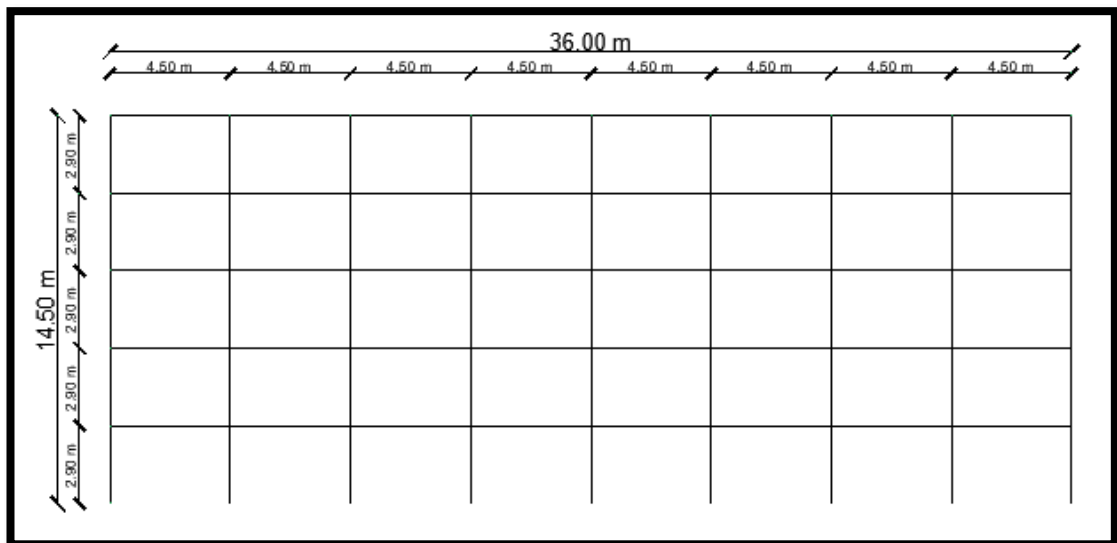
2.2.7 Irregularidades en Elevación (NEC_SE_DS 5.2.3)

Figura 28. Elevación del edificio de 12 pisos



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 29. Elevación del edificio de 4 pisos



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 19. Irregularidades en elevación de los edificios de 4 y 12 pisos

Tipo de Irregularidad	Posee	ϕ_e
Piso Flexible	NO	1
Distribución de masa	NO	1
Geométrica	NO	1
Coefficiente de Irregularidad en elevación		1

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

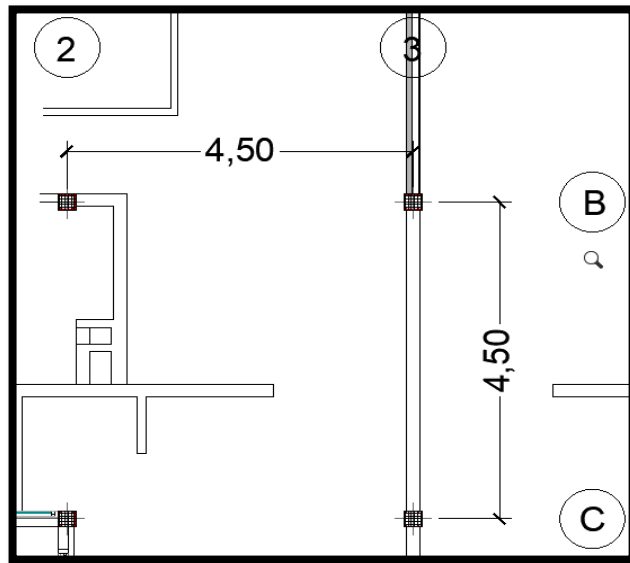
2.2.8 Prediseño de la Losa

Según la norma ACI-318S-14 se determinará si la losa que vamos a diseñar es unidireccional o bidireccional:[37]

$$\beta = \frac{\text{Luz Larga}}{\text{Luz Corta}} \leq 2 \Rightarrow \text{Losa Bidireccional}$$

$$\beta = \frac{\text{Luz larga}}{\text{Luz corta}} \geq 2 \Rightarrow \text{Losa Unidireccional}$$

Figura 30. Tablero más crítico de los edificios de 12 y 4 pisos



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

$$\beta = \frac{4.50 \text{ m}}{4.50 \text{ m}} = 1$$

$1 \leq 2 \Rightarrow$ **Losa Bidireccional**

Según la tabla 7.3.1.1 del código ACI-318S-14, el espesor mínimo para losas macizas con ambos extremos continuos es igual a:[37]

$$H = \frac{\text{Luz libre en la dirección larga}}{28}$$

$$H = \frac{4.50 \text{ m}}{28} = 0.16 \text{ m} \cong 20 \text{ cm}$$

Tabla 20. Peso propio de la losa maciza

Peso Propio	Ancho	Largo	Espesor	Peso Específico	Peso
	[m]	[m]	[m]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
Losa	1	1	0.2	2400	480
Enlucido y Masillado	1	1	0.05	1900	95
Acabados	1	1	0.05	1600	32
Carga Muerta					607

Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

El edificio que estamos analizando es un edificios para departamentos por lo que tienen una carga viva de 200 kg/m² según la sección 4.2.1 de la NEC 2015 y para verificar si la losa es maciza o alivianada se utiliza los siguientes criterios:[34]

$$CV \geq 3CM \Rightarrow \text{LOSA MACIZA}$$

$$CV < 3CM \Rightarrow \text{LOSA ALIVIANADA}$$

$$200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 3 * 607 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 1821 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \Rightarrow \text{LOSA ALIVIANADA}$$

Según la tabla 78.3.1.2 del código ACI-318S-14, el espesor mínimo para losas de dos direcciones con ambos extremos continuos es igual a

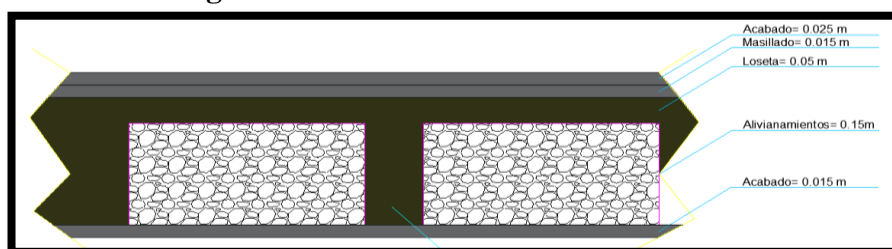
$$h = \frac{\text{luz libre en la dirección larga en centímetros} \left(0.8 + \frac{f_y}{14000} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$h = \frac{450 \text{ cm} \left(0.8 + \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{14000} \right)}{36 + 9 * 1} \geq 9.0 \text{ cm}$$

$$h = \frac{450 \text{ cm} \left(0.8 + \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{14000} \right)}{36 + 9 * 1} \geq 9.0 \text{ cm}$$

$$h = 11 \cong 20 \text{ cm}$$

Figura 31. Prediseño de la Losa Alivianada



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

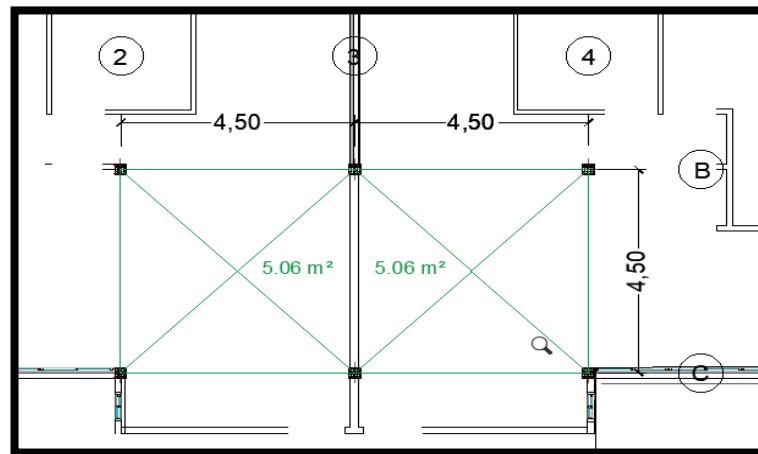
Tabla 21. Peso propio de la losa maciza

Peso Propio	Ancho	Largo	Espesor	Peso Específico	Peso
	[m]	[m]	[m]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
Loseta	1	1	0.05	2400	120
Nervios	0.1	3.6	0.15	2400	129.6
Alivianamientos	1	1	0.2	2400	64
Enlucido y Masillado	1	1	0.05	1900	57
Acabados	1	1	0.05	1600	24
Carga Muerta					394.6

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

2.2.8 Prediseño de la Viga

Figura 32. Área colaborante para la vida del eje 3AC



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

$$U = 1.2 * D + 1.6 * L$$

$$\Delta P (\text{Para una pared de bloque macizo de } 20 * 40 * 12) = 366.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$U = 1.2 * \left(\frac{394.6 \text{ kg}}{\text{m}^2} + \frac{366.15 \text{ kg}}{\text{m}^2} \right) + 1.6 * 200 \text{ kg/m}^2$$

$$U = 1232.9 \text{ kg/m}^2$$

$$qu = \frac{U * A_{COLABORANTE}}{Luz}$$

$$qu = \frac{1232.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 10.12 \text{m}^2}{4.50 \text{ m}}$$

$$qu = 2772.66 \text{ kg/m}$$

$$M_{CG} = \frac{qu * l^2}{10}$$

$$M_{CG} = \frac{2772.66 \text{ kg/m} * (4.50\text{m})^2}{10}$$

$$M_{CG} = 5614.63 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 5.61 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$M_{SISMO} = C * M_{CG} * \#Pisos Superiores$$

$$M_{SISMO} = 0.0988 * 5.61 \text{ ton.m} * 12$$

$$M_{SISMO} = 6.66 \text{ ton.m}$$

$$M_{TOTAL} = M_{CG} + M_{SISMO}$$

$$M_{TOTAL} = 5.61 \text{ ton.m} + 6.66 \text{ ton.m}$$

$$M_{TOTAL} = 12.27 \text{ ton.m}$$

$$pb = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{fy} * \frac{6120}{6120 + fy}$$

$$pb = 0.85 * 0.85 * \frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \frac{6100}{6100 + 4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$pb = 0.028$$

$$pmáx = 0.5 * pb$$

$$pmáx = 0.5 * 0.028$$

$$pmáx = 0.014$$

$$w = p * \frac{fy}{f'c}$$

$$w = 0.012 * \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$w = 0.18$$

Ancho Asumido = 35 cm

$$db = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * f'c * b * w * (1 - 0.59w)}}$$

$$db = \sqrt{\frac{12.27 \text{ ton.m} * 10^5}{0.9 * 240 \text{ kg/cm}^2 * 35 \text{ cm} * 0.18 * (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$db = 29 \text{ cm}$$

$$h = db + r$$

$$h = 29 \text{ cm} + 3 \text{ cm} + 1 \text{ cm} + 0.6 \text{ cm}$$

$$h = 33.6 \text{ cm}$$

Tabla 22. Dimensiones de las vigas del edificio de 4 pisos

Piso	Nivel	Base	Altura
	[m]	[m]	[m]
Planta Baja	2.9	40	55
Piso 1	5.8	40	55
Piso 2	8.7	40	55
Piso 3	11.6	40	55
Piso 4	14.5	40	55

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

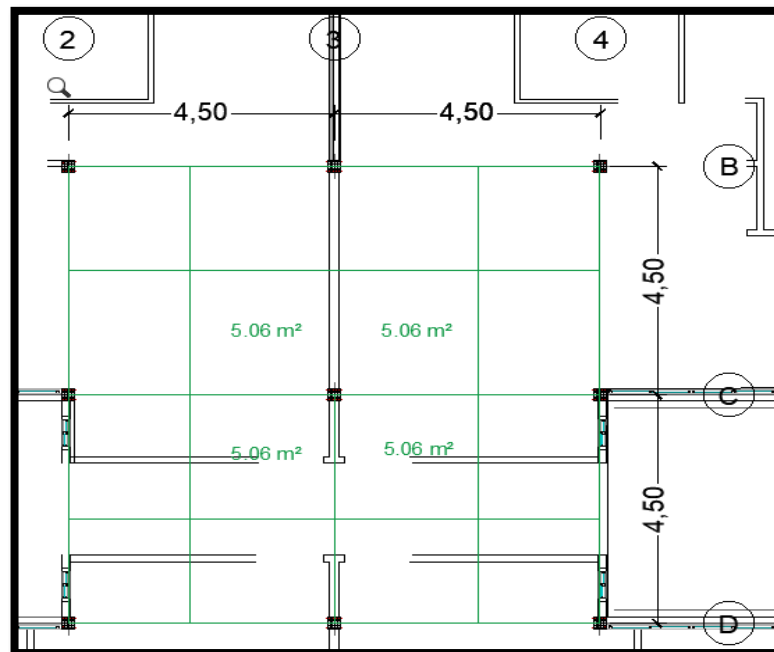
Tabla 23. Dimensiones de las vigas del edificio de 12 pisos

Piso	Nivel	Base	Altura
	[m]	[m]	[m]
Planta Baja	2.9	45	60
Piso 1	5.8	45	60
Piso 2	8.7	45	60
Piso 3	11.6	45	60
Piso 4	14.5	45	60
Piso 5	17.4	40	55
Piso 6	20.3	40	55
Piso 7	23.2	40	55
Piso 8	26.1	40	55
Piso 9	29	35	50
Piso 10	31.9	35	50
Piso 11	34.8	35	50
Piso 12	37.7	35	50

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

2.2.9 Prediseño de la Columna

Figura 33. Área colaborante para la vida del eje 3AC



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

$$P_o = 0.85 * f'c * A_g + A_s * f_y$$

$$P_{u_{m\acute{a}x}} = \frac{P_o}{3}$$

$$P_u = U * A_{COLABORANTE} * \#Pisos$$

$$P_u = 1232.9 \frac{kg}{m^2} * 20.25 m^2 * 12$$

$$P_u = 299594.7 kg$$

$$A_g = \frac{3 * P_u}{0.85 * f'c + p * f_y}$$

$$A_g = \frac{3 * 299594.7 kg}{0.85 * 280 kg/cm^2 + 0.01 * 4200 kg/cm^2}$$

$$A_g = 3209.94 cm^2$$

Tabla 24. Dimensiones de las columnas del edificio de 4 pisos

Piso	Nivel	Base	Altura
	[m]	[m]	[m]
Planta Baja	2.9	40	75
Piso 1	5.8	40	75
Piso 2	8.7	40	75
Piso 3	11.6	40	75
Piso 4	14.5	40	75

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 25. Dimensiones de las columnas del edificio de 12 pisos

Piso	Nivel	Base	Altura
	[m]	[m]	[m]
Planta Baja	2.9	45	75
Piso 1	5.8	45	75
Piso 2	8.7	45	75
Piso 3	11.6	45	75
Piso 4	14.5	45	75
Piso 5	17.4	45	75
Piso 6	20.3	45	75
Piso 7	23.2	45	75
Piso 8	26.1	45	75
Piso 9	29	45	75
Piso 10	31.9	45	75
Piso 11	34.8	45	75
Piso 12	37.7	45	75

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

2.2.10 Carga Sísmica y Espectros Horizontales

Para realizar el análisis estructural se tomará en cuenta el análisis estático y el dinámico; es por eso por lo que en este punto determinaremos cada uno de los valores necesarios para obtener un análisis óptimo sin perder seguridad estructural tomando en cuenta parámetros de la NEC 2015. [34]

η = Factor que define la relación de amplificación espectral. [34]

Figura 34. Factor η

• η = 1.80 : Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),
• η = 2.48 : Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
• η = 2.60 : Provincias del Oriente

Fuente: NEC 2015

r = Coeficiente que depende de la ubicación geográfica del proyecto. [34]

Figura 35. Factor r

r	Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto
$r = 1$	para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
$r = 1.5$	para tipo de suelo E.

Fuente: NEC 2015

I = Coeficiente de importancia. [34]

Figura 36. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Fuente: NEC 2015

C_t = Coeficiente que depende del tipo de edificación. [34]

α = Coeficiente que depende del tipo de edificación. [34]

Figura 37. Factor C_t y α

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Fuente: NEC 2015

R = Reducción de resistencia. [34]

Figura 38. Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8

Fuente: NEC 2015

Z = Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. [34]

Figura 39. Valor del factor Z

POBLACION	PARROQUIA	CANTON	PROVINCIA	Z
SAN MIGUELITO	SAN MIGUELITO	SANTIAGO DE PILLARO	TUNGURAHUA	0.40
HUACHI GRANDE	HUACHI GRANDE	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40
SANTA ROSA	SANTA ROSA	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40
AMBATO	AMBATO	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40
PELILEO GRANDE	PELILEO	SAN PEDRO DE PELILEO	TUNGURAHUA	0.40
SAN ANTONIO DE PASA	PASA	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40
SAN BARTOLOME DE PINLLOG	SAN BARTOLOME DE PINLLOG	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40
PATATE	PATATE	PATATE	TUNGURAHUA	0.40
SAN FERNANDO	SAN FERNANDO	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40
EMILIO M. TERAN	EMILIO MARIA TERAN (RUMIPAMBA)	SANTIAGO DE PILLARO	TUNGURAHUA	0.40
MARCOS ESPINEL	MARCOS ESPINEL (CHACATA)	SANTIAGO DE PILLARO	TUNGURAHUA	0.40
BAÑOS DE AGUA SANTA	BAÑOS DE AGUA SANTA	BAÑOS DE AGUA SANTA	TUNGURAHUA	0.40

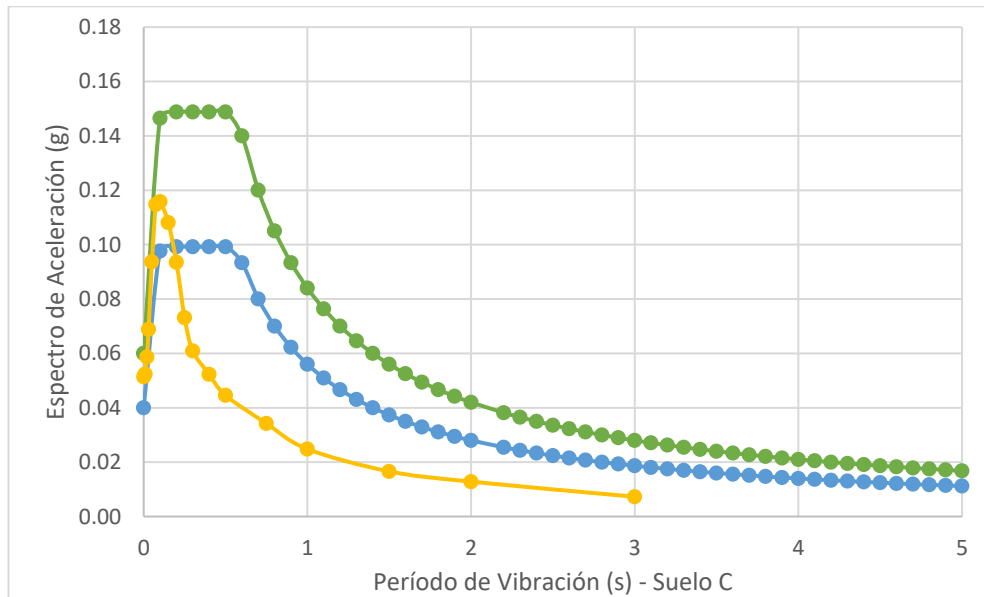
Fuente: NEC 2015

Tabla 26. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 12 pisos (Suelo C)

Ubicación	Ambato
S. Estructural	Aporticado en Hormigón armado con vigas descolgadas
Ocupación	Vivienda
Z(%g)	0.4
Fa	1.2
Fd	1.11
Fs	1.11
n	2.48
r	1
Ct	0.055
Alpha	0.75
hn(m)	38.5
Ta1	0.85
To(s)	0.10
Tc(s)	0.56
Sa(%g)	0.79
I	1
R	8
ϕ_p	1
ϕ_e	1
C(%g)	0.0988
k	1.1750

Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 40. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 12 pisos (Suelo C)



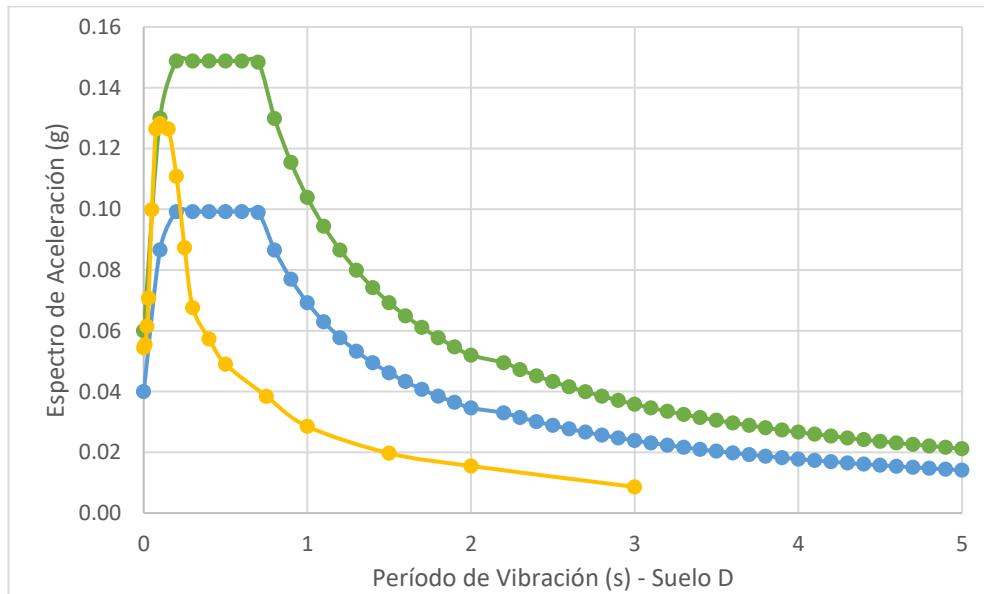
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 27. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 12 pisos (Suelo D)

Ubicación	Ambato
S. Estructural	Aporticado en Hormigón armado con vigas descolgadas
Ocupación	Vivienda
Z(%g)	0.4
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
n	2.48
r	1
Ct	0.055
Alpha	0.75
hn(m)	38.5
Ta1	0.85
To(s)	0.13
Tc(s)	0.70
Sa(%g)	0.98
I	1
R	8
ϕ_p	1
ϕ_e	1
C(%g)	0.1222
k	1.1750

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 41. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 12 pisos (Suelo D)



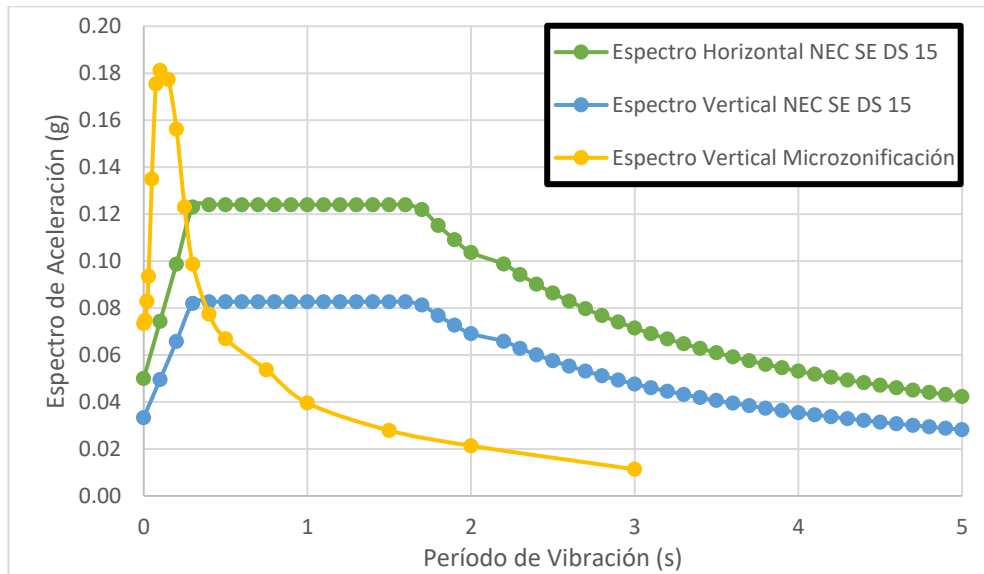
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 28. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 12 pisos (Suelo E)

Ubicación	Ambato
S. Estructural	Aporticado en Hormigón armado con vigas descolgadas
Ocupación	Vivienda
Z(%g)	0.4
Fa	1
Fd	1.6
Fs	1.9
n	2.48
r	1
Ct	0.055
Alpha	0.75
hn(m)	38.5
Ta1	0.85
To(s)	0.30
Tc(s)	1.67
Sa(%g)	0.99
I	1
R	8
ϕ_p	1
ϕ_e	1
C(%g)	0.1240
k	1.1750

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 42. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 12 pisos (Suelo E)



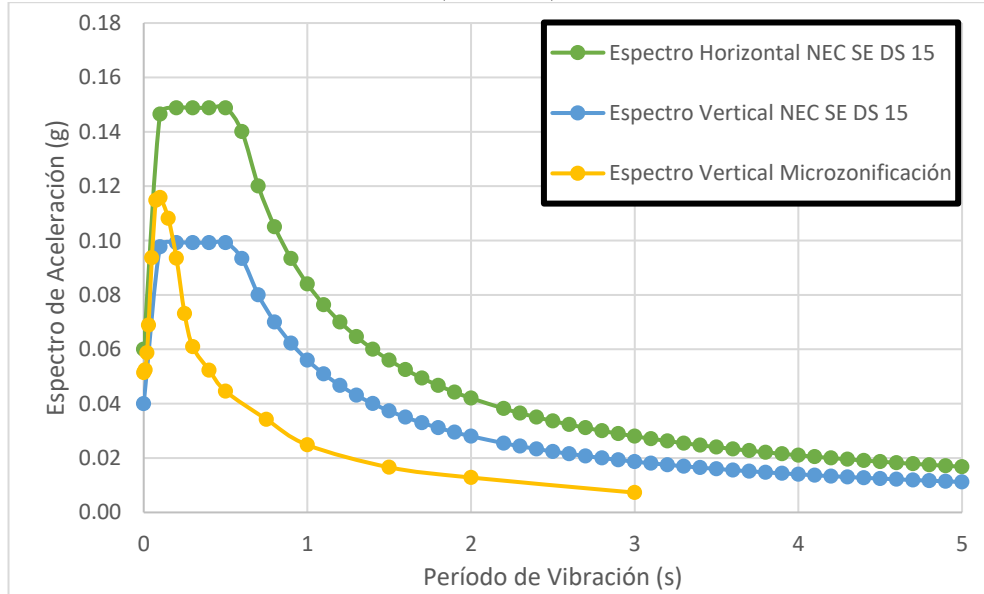
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 29. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 4 pisos (Suelo C)

Ubicación	Ambato
S. Estructural	Aporticado en Hormigón armado con vigas descolgadas
Ocupación	Vivienda
Z(%g)	0.4
Fa	1.2
Fd	1.11
Fs	1.11
n	2.48
r	1
Ct	0.055
Alpha	0.75
hn(m)	15.3
Ta1	0.43
To(s)	0.10
Tc(s)	0.56
Sa(%g)	1.19
I	1
R	8
ϕ_p	1
ϕ_e	1
C(%g)	0.1488
k	1.0000

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 43. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 4 pisos (Suelo C)



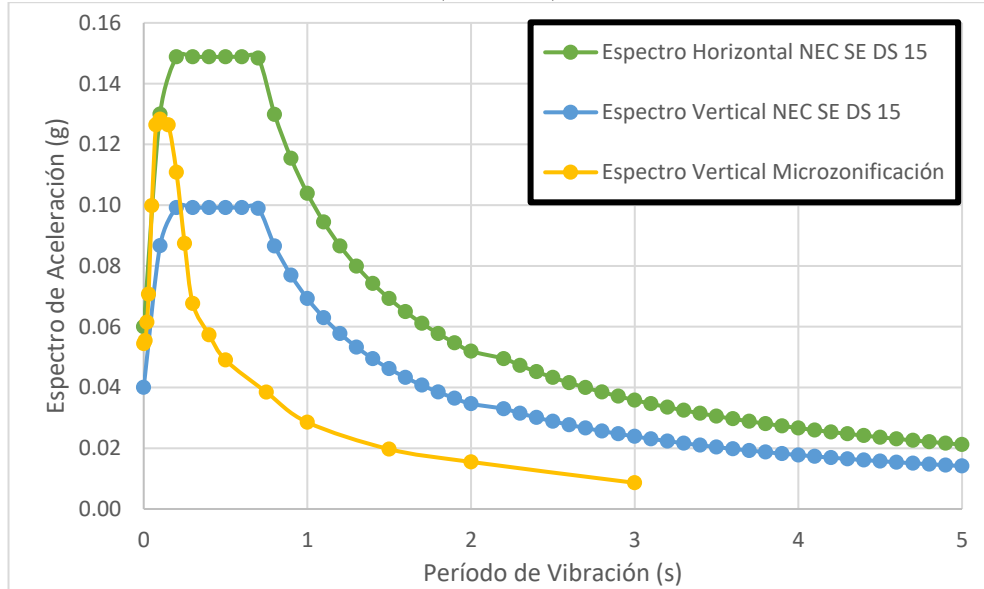
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 30. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 4 pisos (Suelo D)

Ubicación	Ambato
S. Estructural	Aporticado en Hormigón armado con vigas descolgadas
Ocupación	Vivienda
Z(%g)	0.4
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
n	2.48
r	1
Ct	0.055
Alpha	0.75
hn(m)	15.3
Ta1	0.43
To(s)	0.13
Tc(s)	0.70
Sa(%g)	1.19
I	1
R	8
ϕ_p	1
ϕ_e	1
C(%g)	0.1488
k	1.0000

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 44. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 4 pisos (Suelo D)



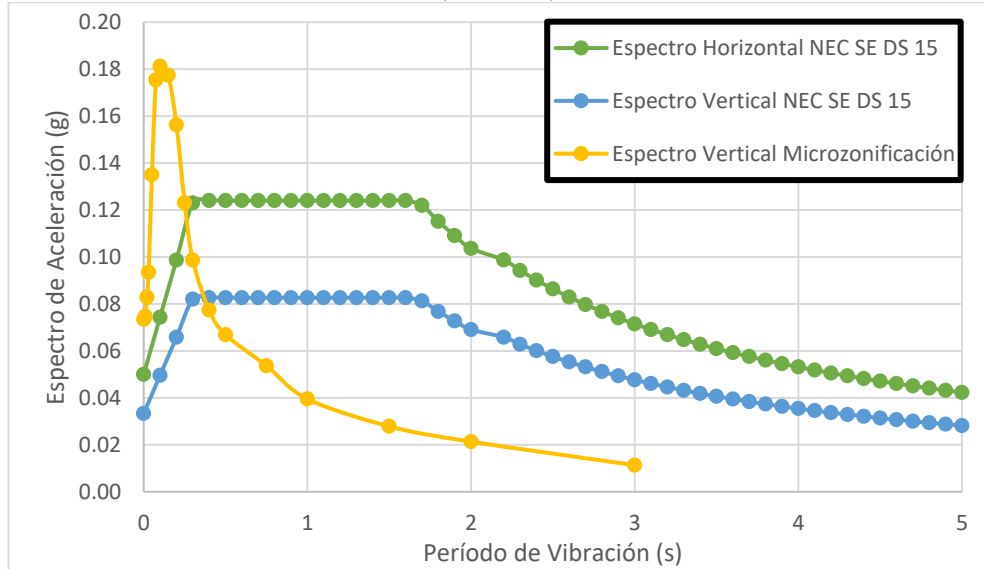
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 31. Cálculo del Cortante Basal del edificio de 4 pisos (Suelo E)

Ubicación	Ambato
S. Estructural	Aporticado en Hormigón armado con vigas descolgadas
Ocupación	Vivienda
Z(%g)	0.4
Fa	1
Fd	1.6
Fs	1.9
n	2.48
r	1
Ct	0.055
Alpha	0.9
hn(m)	15.3
Ta1	0.64
To(s)	0.30
Tc(s)	1.67
Sa(%g)	0.99
I	1
R	8
ϕ_p	1
ϕ_e	1
C(%g)	0.1240
k	1.0703

Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 45. Espectros inelásticos horizontales y verticales del edificio de 4 pisos (Suelo E)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

2.2.11 Combinaciones de Carga

De acuerdo con la NEC 2015 en el capítulo de peligro sísmico sección 3.4.3 hablo sobre las combinaciones para el diseño por última resistencia, en don nos indica que: Las estructuras, componentes y cimentaciones, deberán ser diseñadas de tal forma que la resistencia de diseño sea igual o mayor a los efectos de las cargas incrementadas. En nuestro medio no se toma en cuenta la carga de viento ni la carga de granizo es por eso que se utilizarán las siguientes combinaciones: [34]

No es fácil realizar el análisis sísmico vertical para una estructura por lo que para este trabajo utilizaremos la recomendación del ASCE 7-16 en el apartado 12.4.2.2 que mayor la carga vertical para considerar los efectos verticales. [31] Dicha mayoración también es recomendada por el estudio de Microzonificación de la ciudad de Ambato.[30]

La recomendación nos indica que se debe tomar en cuenta un adicional de carga muerta dada por la siguiente fórmula: $0.2 * S_{DS} * D$. En donde $S_{DS} = \frac{2}{3} * S_{MS}$, siendo S_{MS} la aceleración espectral horizontal, en la plataforma de aceleración constante.[31]

Para tomar en cuenta los valores de nuestros espectros verticales obtenidos del estudio de Microzonificación S_{DS} va a ser el valor máximo de aceleraciones de nuestro espectro de respuesta en función de la gravedad.[30]

Tabla 32. Valores de aceleraciones horizontales en la plataforma constante para los suelos C, D, E

	Valor Máximo	S_{DS}	$0.2 * S_{DS}$
Perfil C	1.1904	0.7936	0.1587
Perfil D	1.1904	0.7936	0.1587
Perfil E	0.9920	0.6613	0.1323

Fuente: NEC 2015

Tabla 33. Valores Máximos de aceleraciones verticales para los suelos C, D, E

	Valor Máximo	S_{DS}	$0.2 * S_{DS}$
Perfil C	0.9265	0.9265	0.1853
Perfil D	1.0261	1.0261	0.2052
Perfil E	1.4497	1.4497	0.2899

Fuente: NEC 2015

Tabla 34. Combinaciones de Carga para suelos C, D, E sin componente vertical

Perfil C	Perfil D	Perfil E
$1.2 D + L \pm E (E_x + E_y)$	$1.2 D + L \pm E (E_x + E_y)$	$1.2 D + L \pm E (E_x + E_y)$
$0.9 D \pm E (E_x + E_y)$	$0.9 D \pm E (E_x + E_y)$	$0.9 D \pm E (E_x + E_y)$

Fuente: NEC 2015

Tabla 35. Combinaciones de Carga para suelos C, D, E con componente vertical (NEC 2015)

Perfil C	Perfil D	Perfil E
$1.36 D + L \pm E (E_x + E_y + E_z)$	$1.36 D + L \pm E (E_x + E_y + E_z)$	$1.33 D + L \pm E (E_x + E_y + E_z)$
$1.06 D \pm E (E_x + E_y + E_z)$	$1.06 D \pm E (E_x + E_y + E_z)$	$1.03 D \pm E (E_x + E_y + E_z)$

Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Tabla 36. *Combinaciones de Carga para suelos C, D, E con componente vertical (Microzonificación de Ambato)*

Perfil C	Perfil D	Perfil E
$1.39 D + L \pm E (E_x + E_y + E_z)$	$1.40 D + L \pm E (E_x + E_y + E_z)$	$1.49 D + L \pm E (E_x + E_y + E_z)$
$1.09 D \pm E (E_x + E_y + E_z)$	$1.11 D \pm E (E_x + E_y + E_z)$	$1.19 D \pm E (E_x + E_y + E_z)$

Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

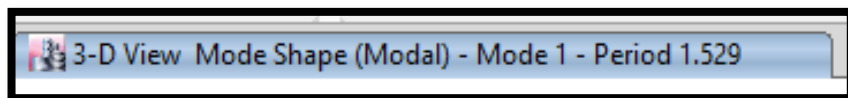
Los edificios que se van a utilizar dentro de los análisis dinámicos de la estructura, es una estructura ficticia por lo que las consideraciones económicas no son de importancia ya que la finalidad de dicho estudio es ver la influencia de los efectos que produce la componente sísmica vertical sobre edificios de hormigón armado. Dicho modelo es muy cercano a la realidad, cumpliendo con la normativa especificada en la NEC_SE_DS 2015 para obtener un diseño seguro, factible y útil. [15]

3.1.1 Chequeos según la NEC-SE-DS 2015 para el edificio de 12 pisos

3.1.1.1 Periodo de vibración de la estructura

$$T \leq T_{\text{modal}} \leq 1.3 T$$

Figura 46. *Periodo de vibración sobre Suelo C, D, E*



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Tabla 37. *Periodos de vibración del edificio de 12 pisos*

Tipo de suelo	T	Tmodal	1.3 T	Resultado
C	1.47	1.529	1.91	CUMPLE
D	1.47	1.529	1.91	CUMPLE
E	1.47	1.529	1.91	CUMPLE

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 38. Recalibración utilizando los periodos de vibración reales.

Tipo de suelo	T	Sa (%g)	C (%)	k
C	1.529	0.44	0.0550	1.5145
D	1.529	0.54	0.0679	1.5145
E	1.529	0.992	0.124	1.5145

Fuente: Etabs 2017

3.1.1.2 Verificación de los modos traslacionales

$$\frac{Rz}{Ux}, \frac{Rz}{Uy} \leq 30\%$$

Tabla 39. Participación modal de la masa sobre suelo C, D, E

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	RZ	Vibración
Modal	1	1.529	0.7993	0	0	Traslacional
Modal	2	1.316	0	0.7783	0	Traslacional

Fuente: Etabs 2017

Modo 1: $Rz = 0$

$$\frac{Rz}{Ux} = \frac{0}{0.7993} * 100\% = 0\%$$

$$0\% \leq 30\% \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

Modo 2: $Rz = 0$

$$\frac{Rz}{Uy} = \frac{0}{0.7783} * 100\% = 0\%$$

$$0\% \leq 30\% \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

3.1.1.3 Acumulación del 90% de la masa

Tabla 40. Participación modal de la masa sobre suelo C, D, E

Caso	Modo	Periodo	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1.529	0.7993	0
Modal	2	1.316	0.7993	0.7783
Modal	3	1.294	0.7993	0.7783
Modal	4	0.531	0.9078	0.7783
Modal	5	0.452	0.9078	0.8959
Modal	6	0.448	0.9078	0.8959
Modal	7	0.313	0.9078	0.8959
Modal	8	0.261	0.9444	0.8959
Modal	9	0.259	0.9444	0.9353

Fuente: Etabs 2017

3.1.1.4 Derivas de Piso

Según la NEC-SE-DS 4.2.2, la deriva máxima no excederá los límites establecidos en la figura 84. [34]

Figura 47. Valores máximos, expresados como fracción de la altura de piso

Estructuras de:	Δ_m máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Fuente: NEC 2015

$$\Delta I = \Delta E * 0.75 * R$$

Donde:

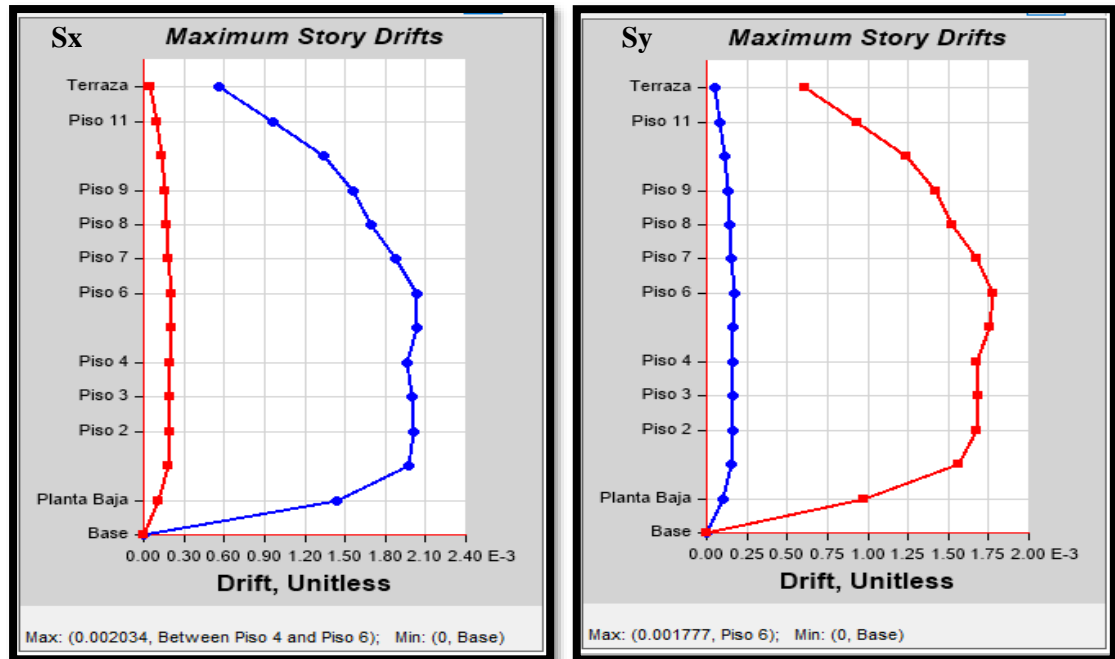
ΔI = Deriva Inelástica

ΔE = Deriva Elástica

R= Factor de Reducción

- Suelo C

Figura 48. Análisis Estático del suelo C



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.002034$$

$$\Delta I = 0.002034 * 0.75 * 8$$

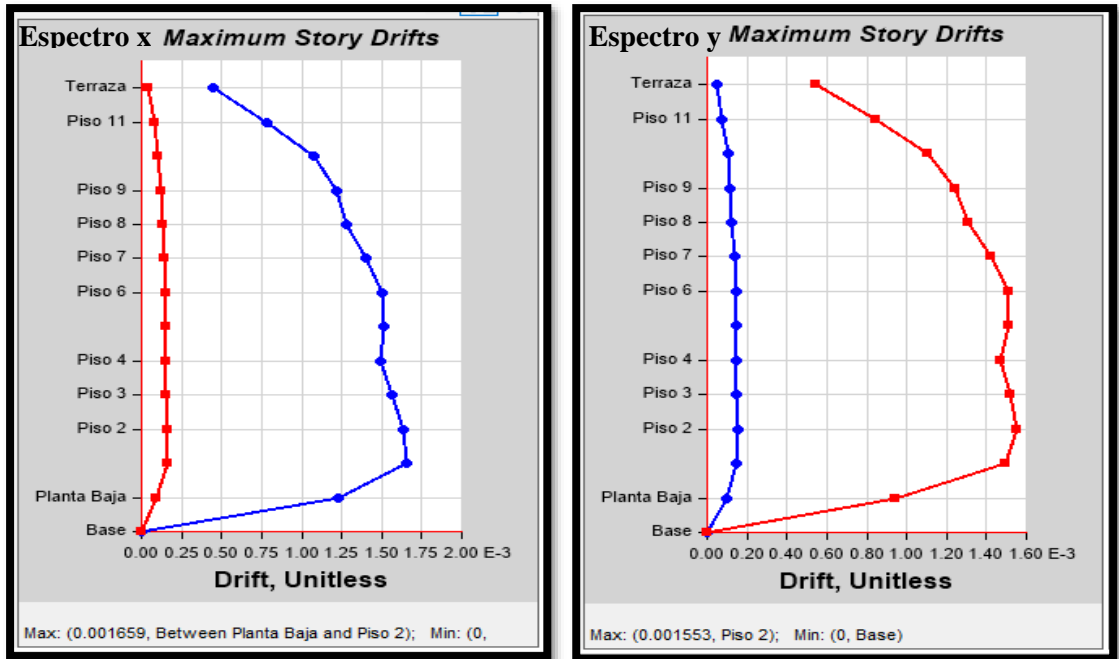
$$\Delta I = 0.0122 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

$$\Delta E_y = 0.001777$$

$$\Delta I = 0.001777 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.01066 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 49. Análisis Dinámico del suelo C



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.001659$$

$$\Delta I = 0.001659 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.009954 < 0.02 \therefore \text{CUMPLE}$$

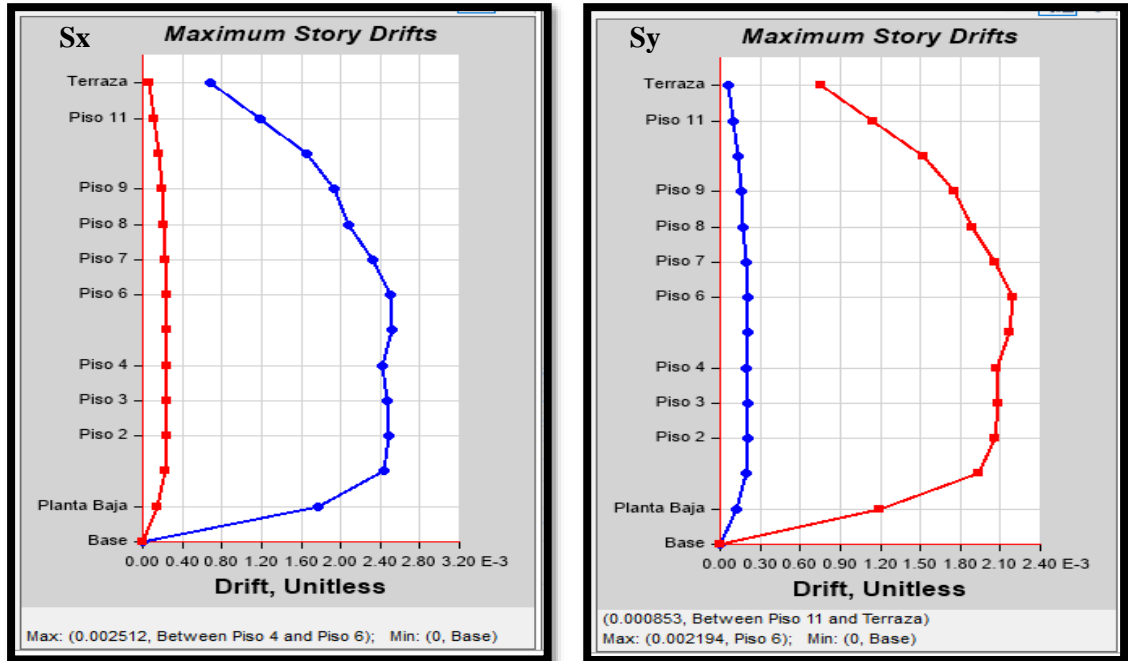
$$\Delta E_y = 0.001553$$

$$\Delta I = 0.001521 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.009318 < 0.02 \therefore \text{CUMPLE}$$

- Suelo D

Figura 50. Análisis Estático del suelo D



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.002512$$

$$\Delta I = 0.002512 * 0.75 * 8$$

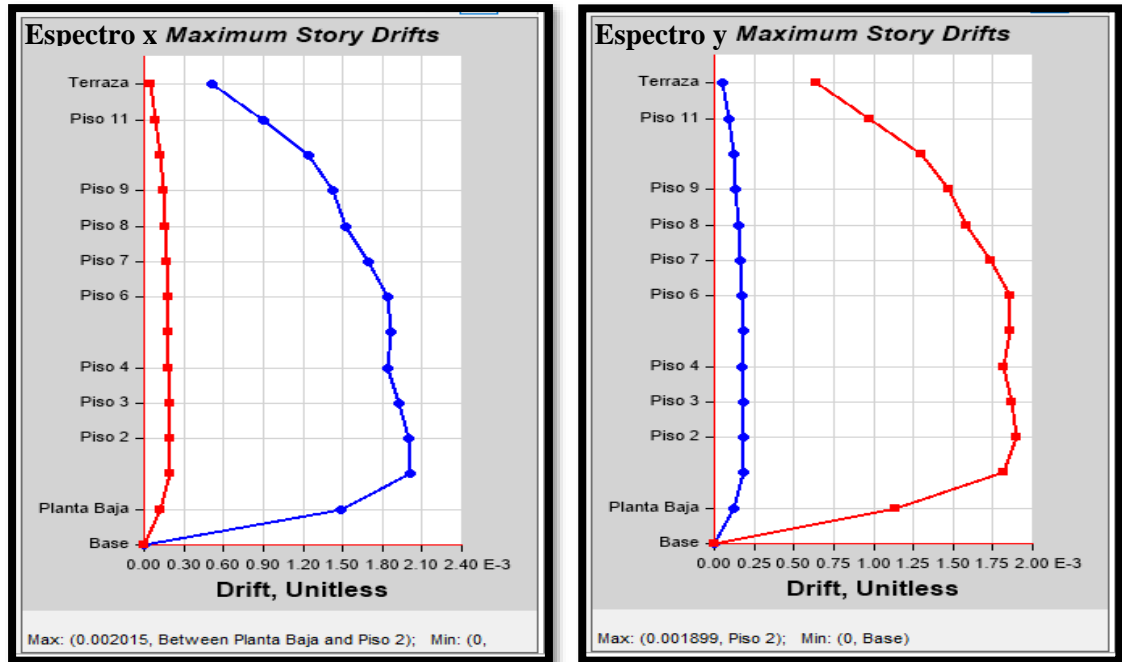
$$\Delta I = 0.0150 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

$$\Delta E_y = 0.002194$$

$$\Delta I = 0.002194 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.01316 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 51. Análisis Dinámico del suelo D



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.002015$$

$$\Delta I = 0.002015 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.01209 < 0.02 \therefore \text{CUMPLE}$$

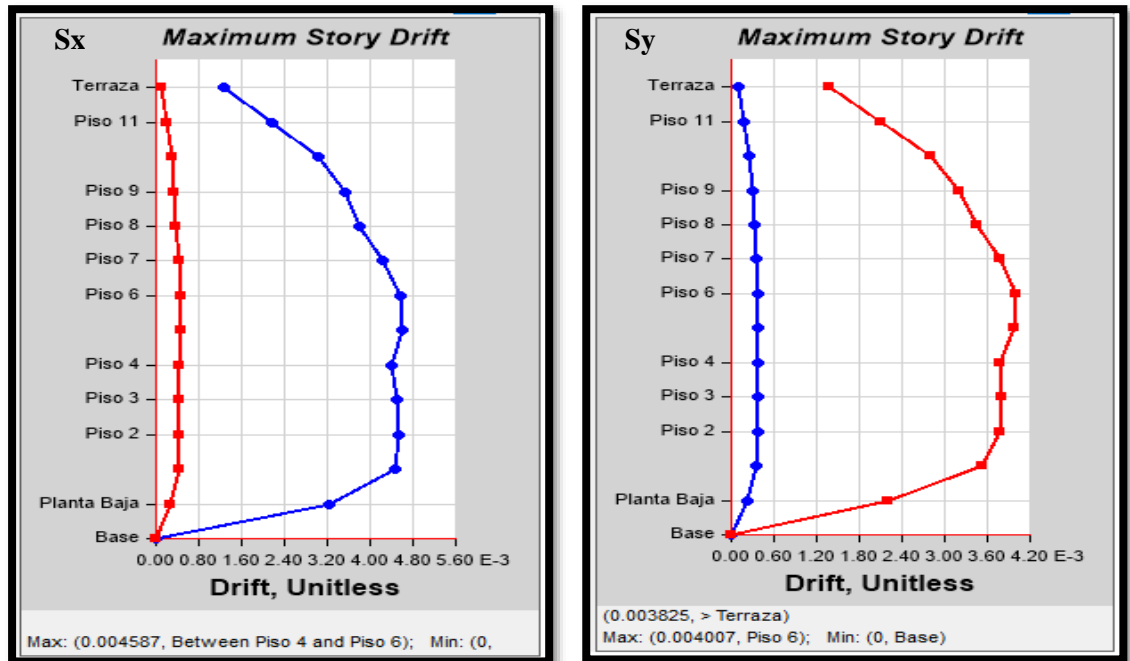
$$\Delta E_y = 0.001899$$

$$\Delta I = 0.001899 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.011394 < 0.02 \therefore \text{CUMPLE}$$

- Suelo E

Figura 52. Análisis Estático del suelo E



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.004587$$

$$\Delta I = 0.002034 * 0.75 * 8$$

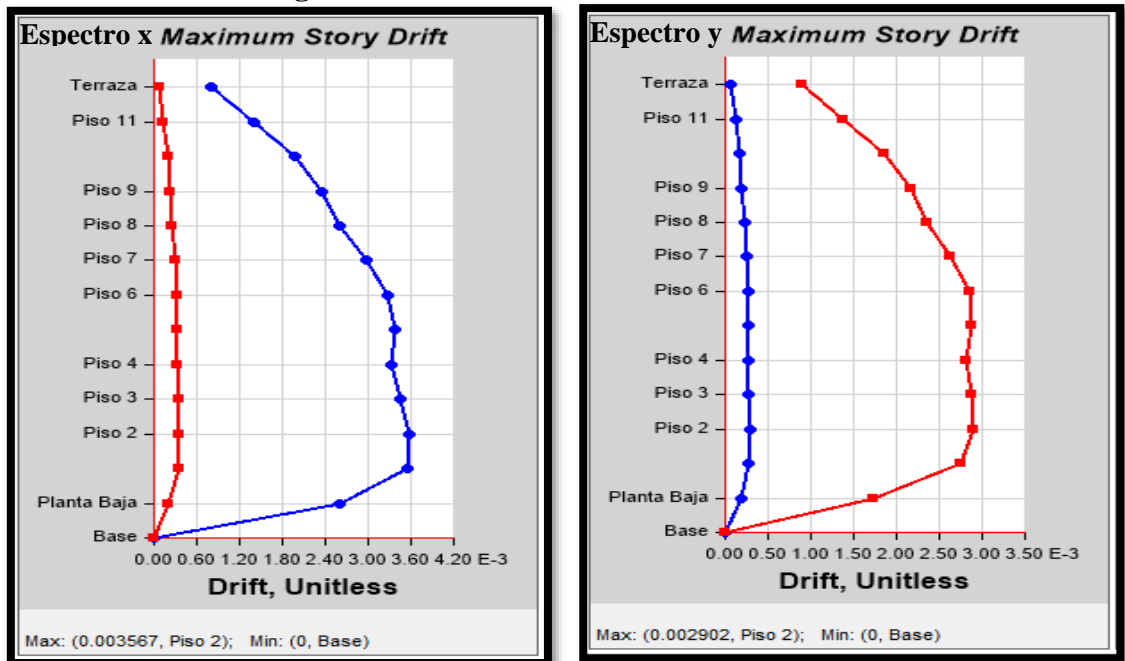
$$\Delta I = 0.02758 > 0.02 \therefore \text{NO CUMPLE}$$

$$\Delta E_y = 0.004007$$

$$\Delta I = 0.004007 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.0240 > 0.02 \therefore \text{NO CUMPLE}$$

Figura 53. Análisis Dinámico del suelo E



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.003567$$

$$\Delta I = 0.001569 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.00214 > 0.02 \therefore \text{NO CUMPLE}$$

$$\Delta E_y = 0.002902$$

$$\Delta I = 0.002902 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.001741 > 0.02 \therefore \text{CUMPLE}$$

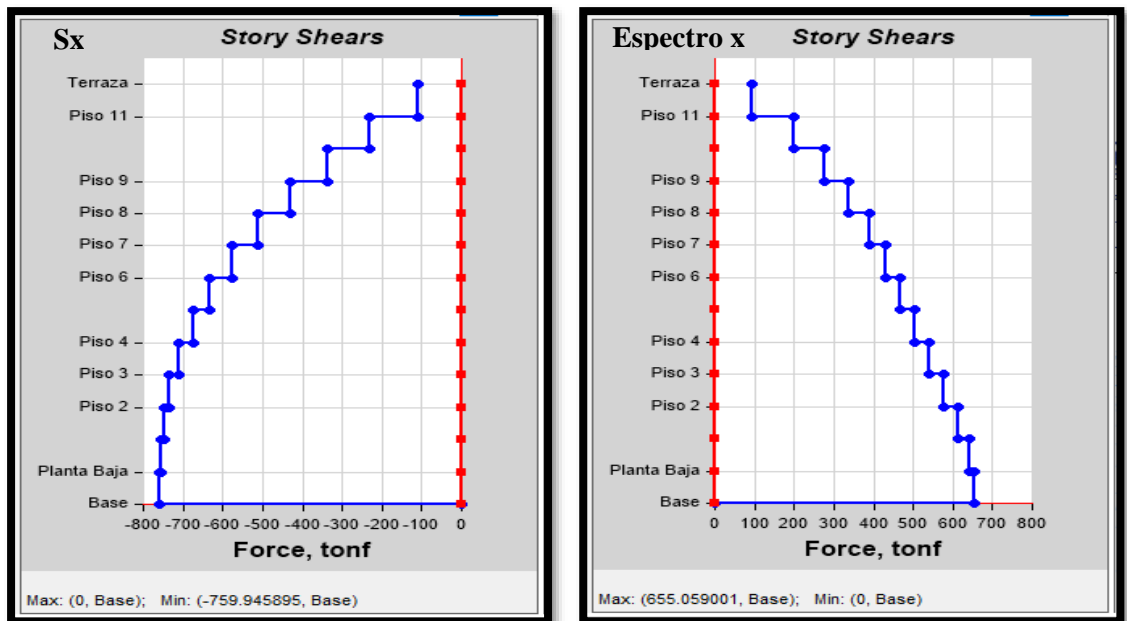
3.1.1.5 Cortante Basal Estático vs. Cortante Basal Dinámico

Según NEC-SE-DS 6.2.2 dice que el valor del cortante dinámico total en la base que se obtenga por medio de un análisis dinámico, para el caso de estructuras regulares no debe ser menor que el 80% del cortante Basal que obtuvo el método estático. [34]

$$V_{dinamico} \geq 80\% V_{estatico}$$

- Suelo C

Figura 54. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo C



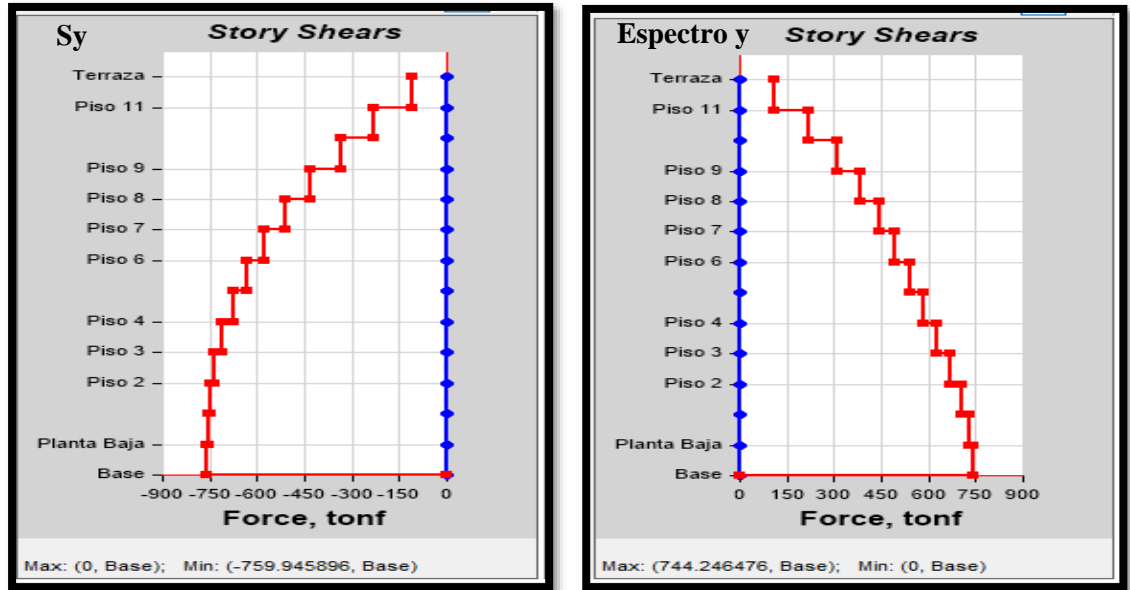
Fuente: Etabs 2017

$$V_{Estático} = 759.9458$$

$$V_{Dinámico} = 655.059$$

$$\frac{655.059}{759.9458} * 100\% = 86\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 55. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo C



Fuente: Etabs 2017

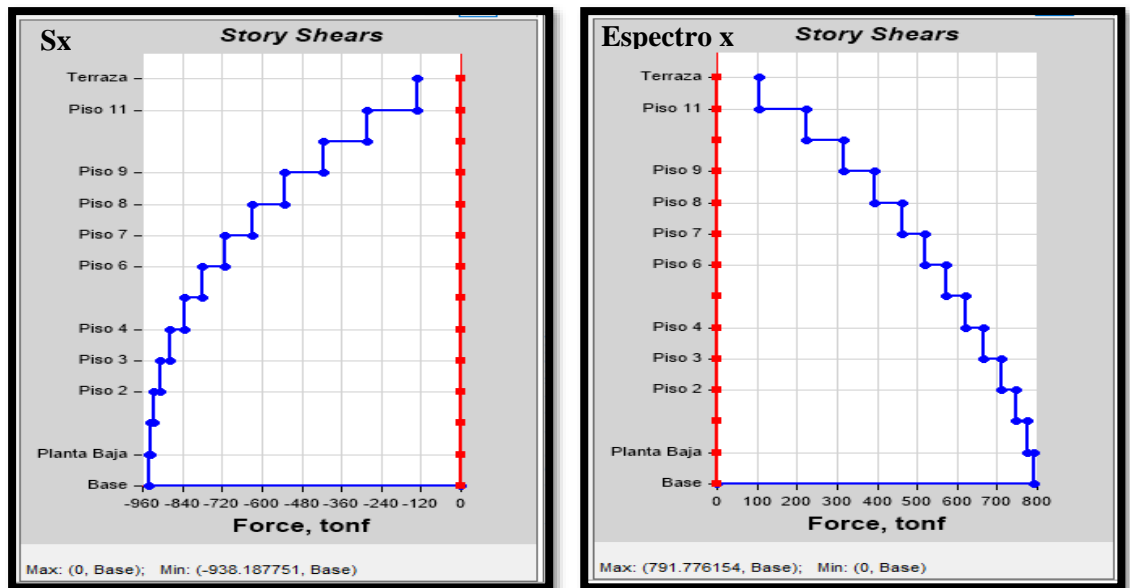
$$V_{\text{Estático}} = 759.9458$$

$$V_{\text{Dinámico}} = 744.24$$

$$\frac{744.24}{759.9458} * 100\% = 97\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

- Suelo D

Figura 56. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo D



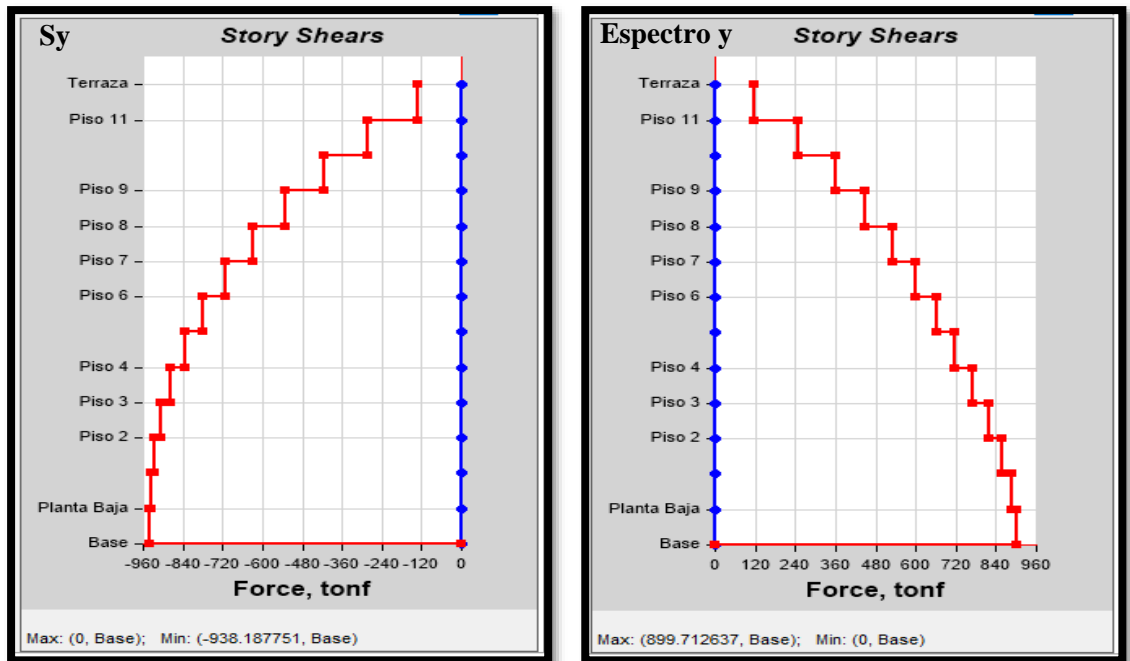
Fuente: Etabs 2017

$$V_{Estático} = 938.1877$$

$$V_{Dinámico} = 791.7761$$

$$\frac{791.7761}{938.1877} * 100\% = 84\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 57. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo D



Fuente: Etabs 2017

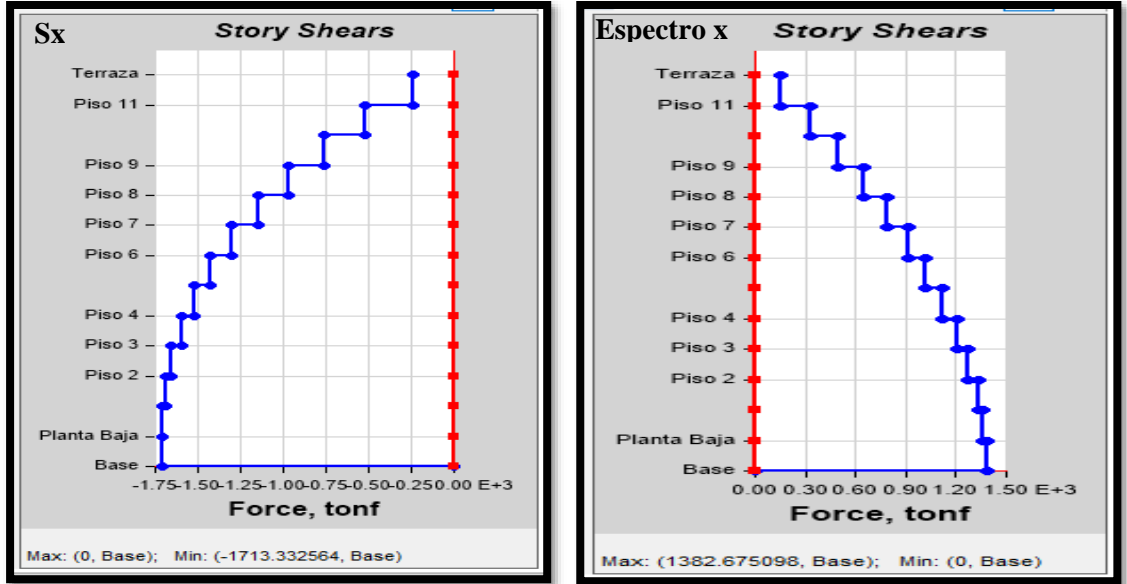
$$V_{Estático} = 938.1877$$

$$V_{Dinámico} = 899.71$$

$$\frac{899.7126}{938.1877} * 100\% = 95\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

- Suelo E

Figura 58. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo E



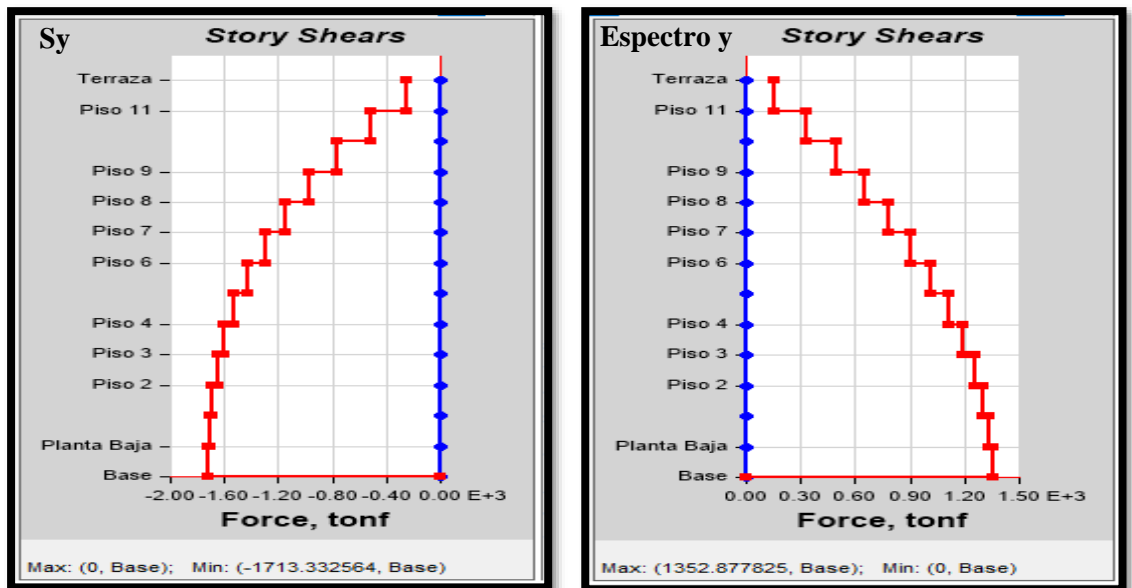
Fuente: Etabs 2017

$$V_{Estático} = 1713.3325$$

$$V_{Dinámico} = 1382.6750$$

$$\frac{1382.6750}{1713.3325} * 100\% = 80.7\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 59. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo E



Fuente: Etabs 2017

$$V_{\text{Estático}} = 1713.33 \quad V_{\text{Dinámico}} = 1352.8778$$

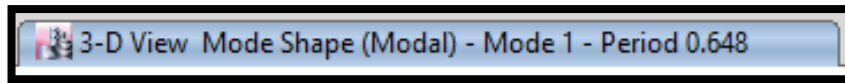
$$\frac{1352.8778}{1713.33} * 100\% = 78.96\% < 80\% \therefore \text{NO CUMPLE}$$

3.1.2 Chequeos según la NEC-SE-DS 2015 para el edificio de 4 pisos

3.1.2.1 Periodo de vibración de la estructura

$$T \leq T_{\text{modal}} \leq 1.3 T$$

Figura 60. Periodo de vibración sobre Suelo C, D, E



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 41. Periodos de vibración del edificio de 12 pisos

Tipo de suelo	T	Tmodal	1.3 T	Resultado
C	0.64	0.648	0.832	CUMPLE
D	0.64	0.648	0.832	CUMPLE
E	0.64	0.648	0.832	CUMPLE

Fuente: Etabs 2017

Tabla 42. Recalibración utilizando los periodos de vibración reales.

Tipo de suelo	T	Sa (%g)	C (%)	k
C	0.648	1.04	0.1297	1.074
D	0.648	1.1904	0.1488	1.074
E	0.648	0.992	0.1240	1.074

Fuente: Etabs 2017

3.1.2.2 Verificación de los modos traslacionales

$$\frac{Rz}{Ux}, \frac{z}{Uy} \leq 30\%$$

Tabla 43. Participación modal de la masa sobre suelo C, D, E

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	RZ	Vibración
Modal	1	0.648	0.8497	0	0	Traslacional
Modal	2	0.505	0.000029	0.0165	0	Traslacional

Fuente: Etabs 2017

Modo 1: $Rz = 0$

$$\frac{Rz}{Ux} = \frac{0}{0.8497} * 100\% = 0\%$$

$$0\% \leq 30\% \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

Modo 2: $Rz = 0$

$$\frac{Rz}{Uy} = \frac{0}{0.0165} * 100\% = 0\%$$

$$0\% \leq 30\% \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

3.1.2.3 Acumulación del 90% de la masa

Tabla 44. Participación modal de la masa sobre suelo C, D, E

Caso	Modo	Periodo	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.648	0.8497	0
Modal	2	0.505	0.8497	0.0165
Modal	3	0.499	0.8497	0.8235
Modal	4	0.212	0.9479	0.8235
Modal	5	0.159	0.9479	0.8242
Modal	6	0.156	0.9479	0.9316

Fuente: *Etabs 2017*

3.1.2.4 Derivas de Piso

Según la NEC-SE-DS 4.2.2, la deriva máxima no excederá los límites establecidos en la figura 84. [34]

Figura 61. Valores máximos, expresados como fracción de la altura de piso

Estructuras de:	Δ_d máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Fuente: *NEC 2015*

$$\Delta I = \Delta E * 0.75 * R$$

Donde:

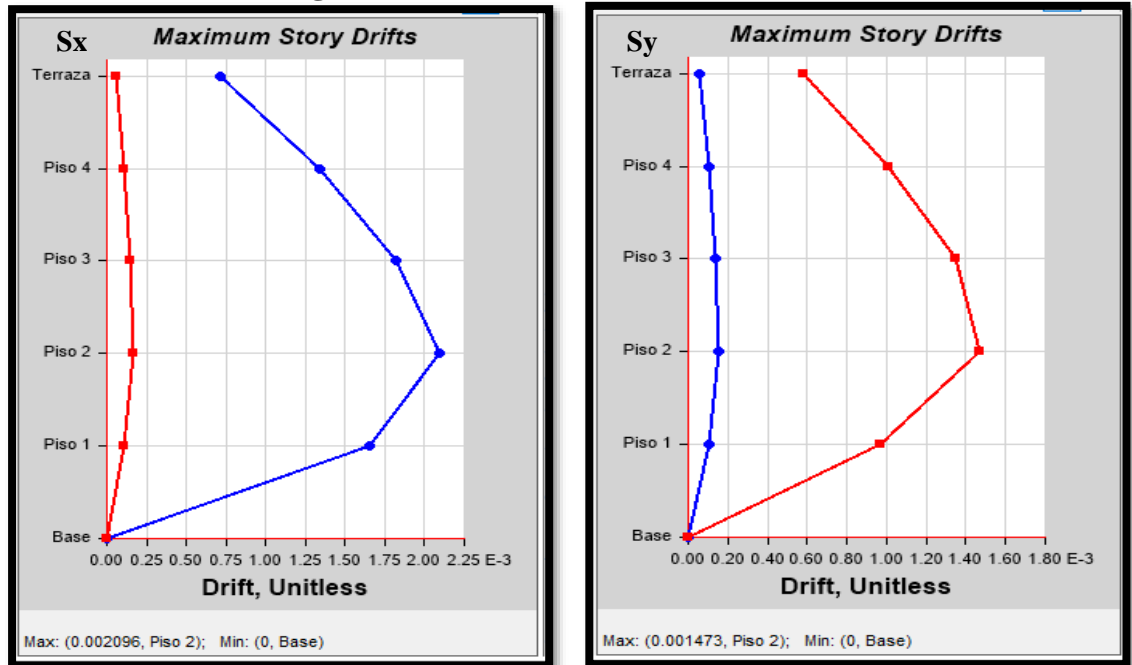
ΔI = Deriva Inelástica

ΔE = Deriva Elástica

R= Factor de Reducción

- Suelo C

Figura 62. Análisis Estático del suelo C



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.002096$$

$$\Delta I = 0.002096 * 0.75 * 8$$

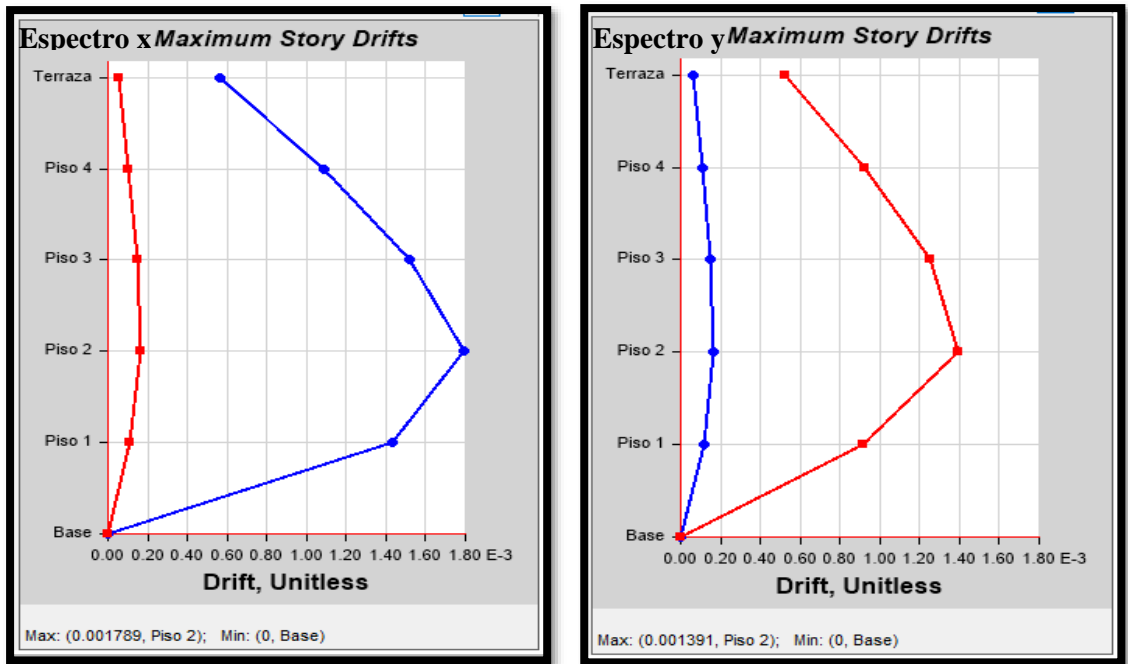
$$\Delta I = 0.01257 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

$$\Delta E_y = 0.001473$$

$$\Delta I = 0.001473 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.008832 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 63. Análisis Dinámico del suelo C



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.001789$$

$$\Delta I = 0.001789 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.01073 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

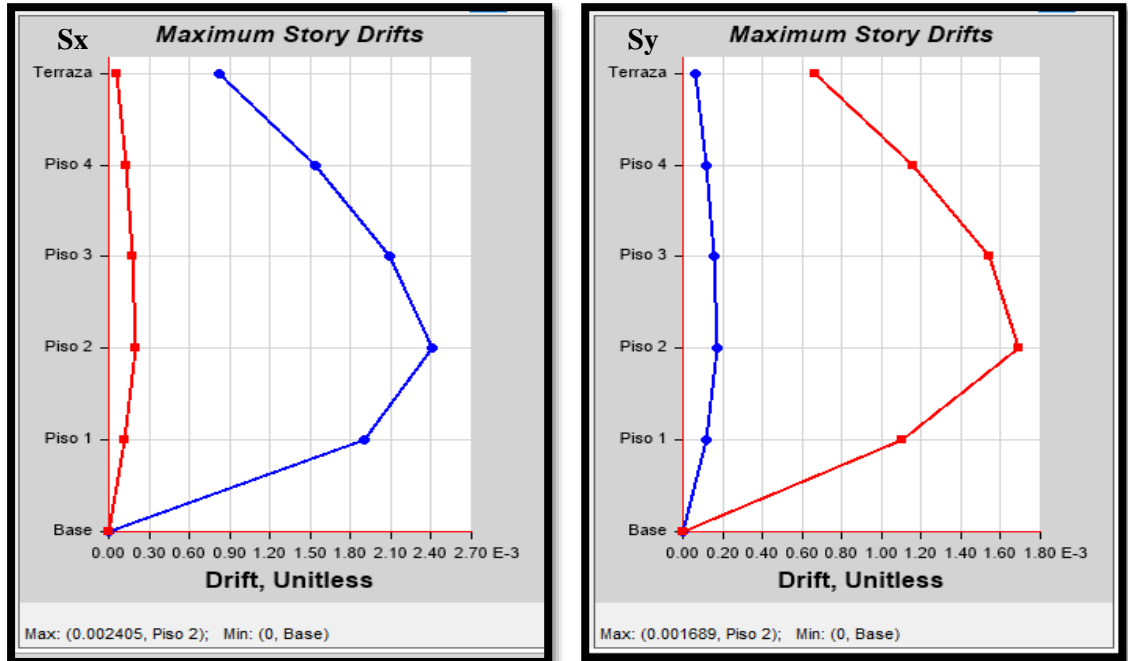
$$\Delta E_y = 0.001391$$

$$\Delta I = 0.001391 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.008346 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

- Suelo D

Figura 64. Análisis Estático del suelo D



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.002405$$

$$\Delta I = 0.002405 * 0.75 * 8$$

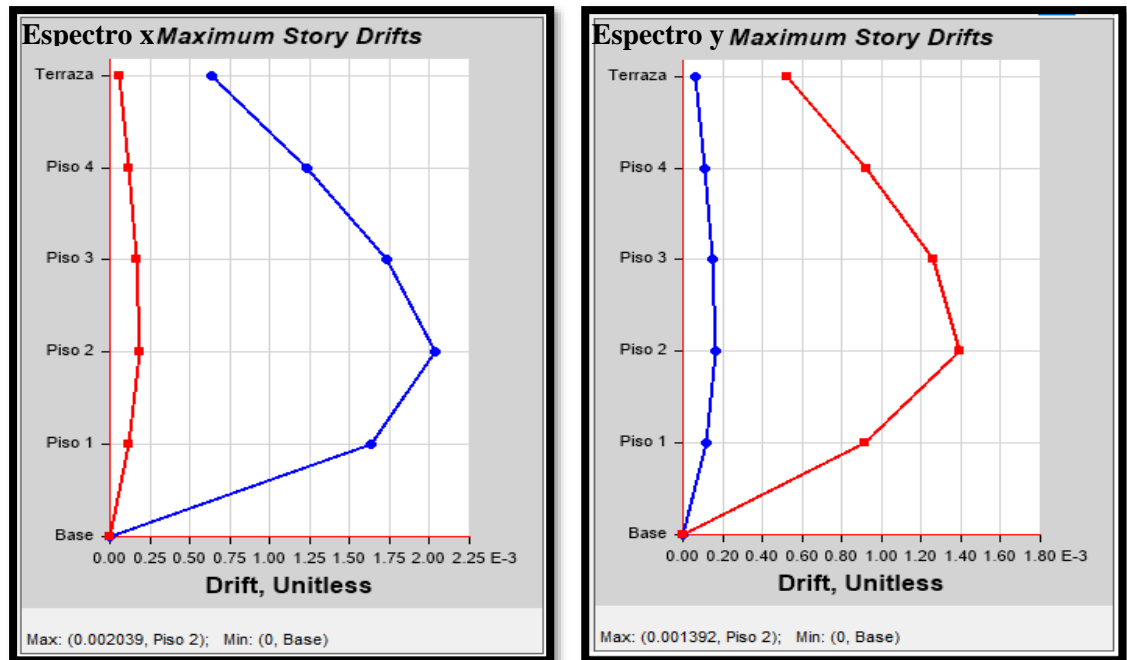
$$\Delta I = 0.01443 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

$$\Delta E_y = 0.001689$$

$$\Delta I = 0.001689 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.010 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 65. Análisis Dinámico del suelo D



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.002039$$

$$\Delta I = 0.002039 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.01223 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

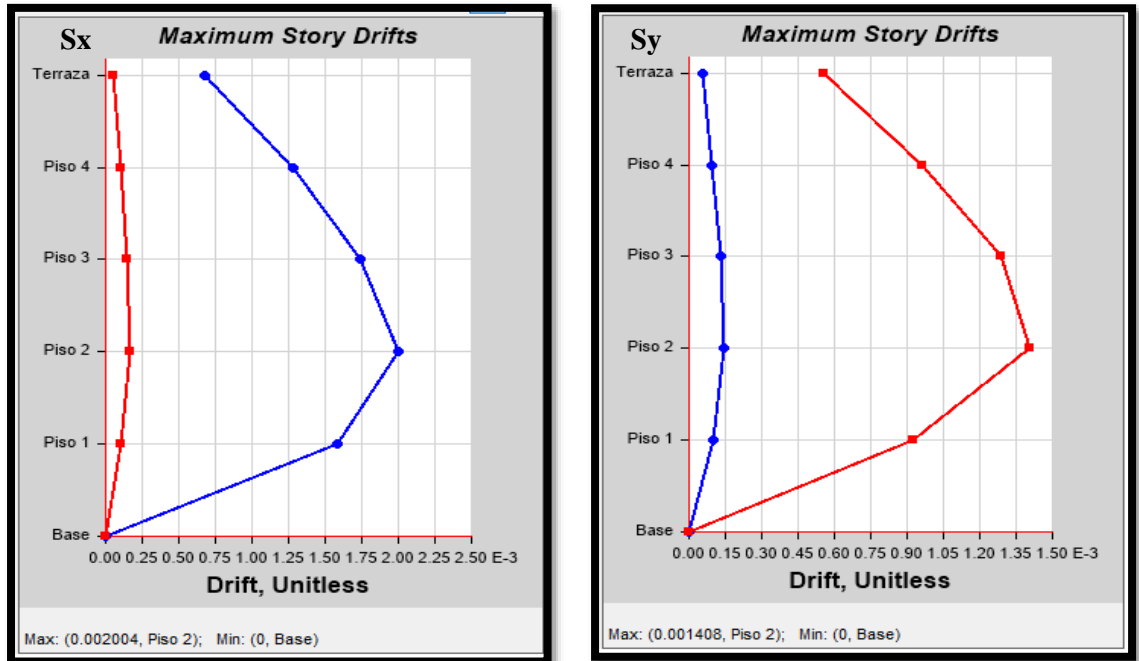
$$\Delta E_y = 0.001392$$

$$\Delta I = 0.001392 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.008352 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

- Suelo E

Figura 66. Análisis Estático del suelo E



Fuente: Etabs 2017

$$\Delta E_x = 0.002004$$

$$\Delta I = 0.002004 * 0.75 * 8$$

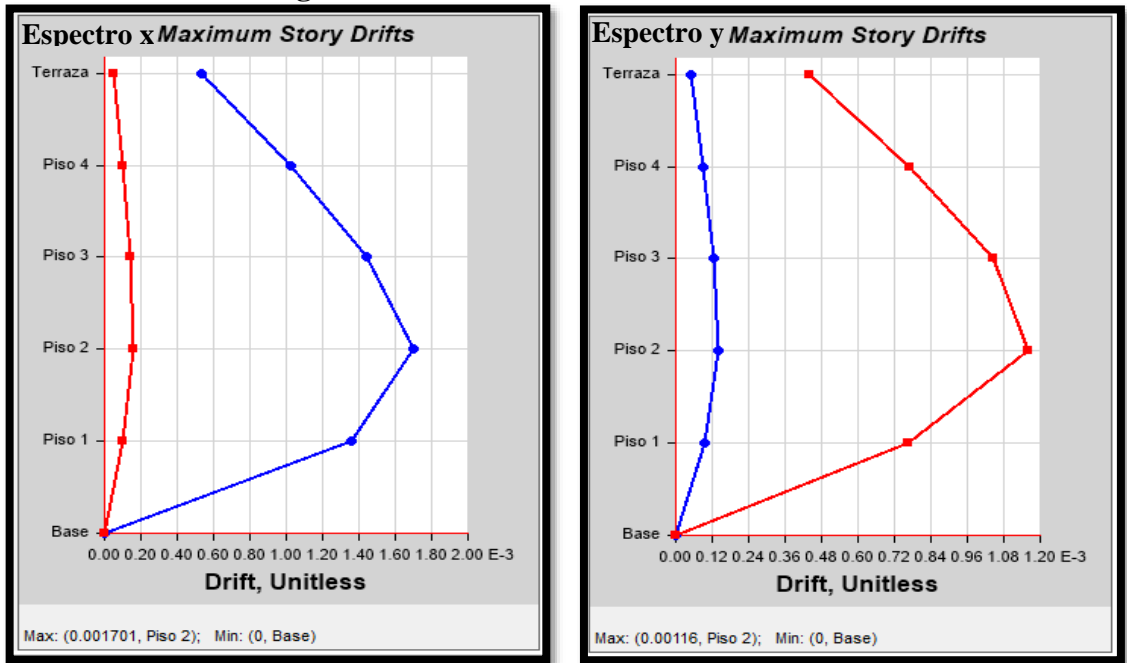
$$\Delta I = 0.012024 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

$$\Delta E_y = 0.001408$$

$$\Delta I = 0.001408 * 0.75 * 8$$

$$\Delta I = 0.008448 < 0.02 \quad \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 67. Análisis Dinámico del suelo E



Fuente: Etabs 2017

$\Delta E_x = 0.001701$

$\Delta I = 0.001701 * 0.75 * 8$

$\Delta I = 0.0102 < 0.02 \therefore$ CUMPLE

$\Delta E_y = 0.00116$

$\Delta I = 0.00116 * 0.75 * 8$

$\Delta I = 0.00696 < 0.02 \therefore$ CUMPLE

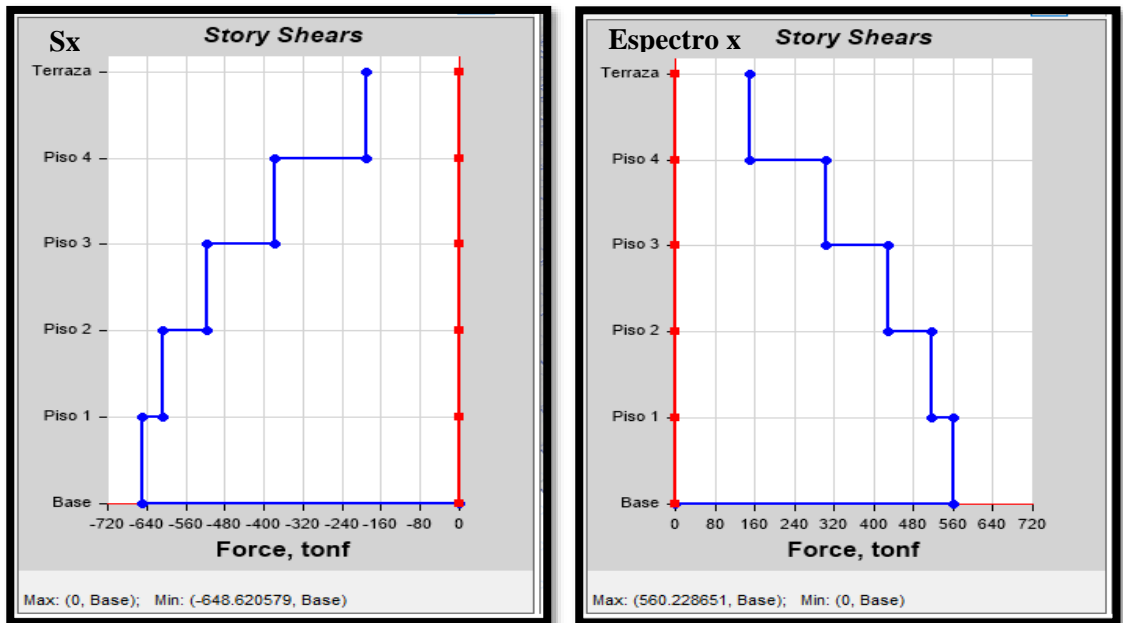
3.1.1.5 Cortante Basal Estático vs. Cortante Basal Dinámico

Según NEC-SE-DS 6.2.2 dice que el valor del cortante dinámico total en la base que se obtenga por medio de un análisis dinámico, para el case de estructuras regulares no debe ser menor que el 80% del cortante Basal que obtuvo el método estático. [34]

$$V_{dinamico} \geq 80\% V_{estatico}$$

- Suelo C

Figura 68. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo C



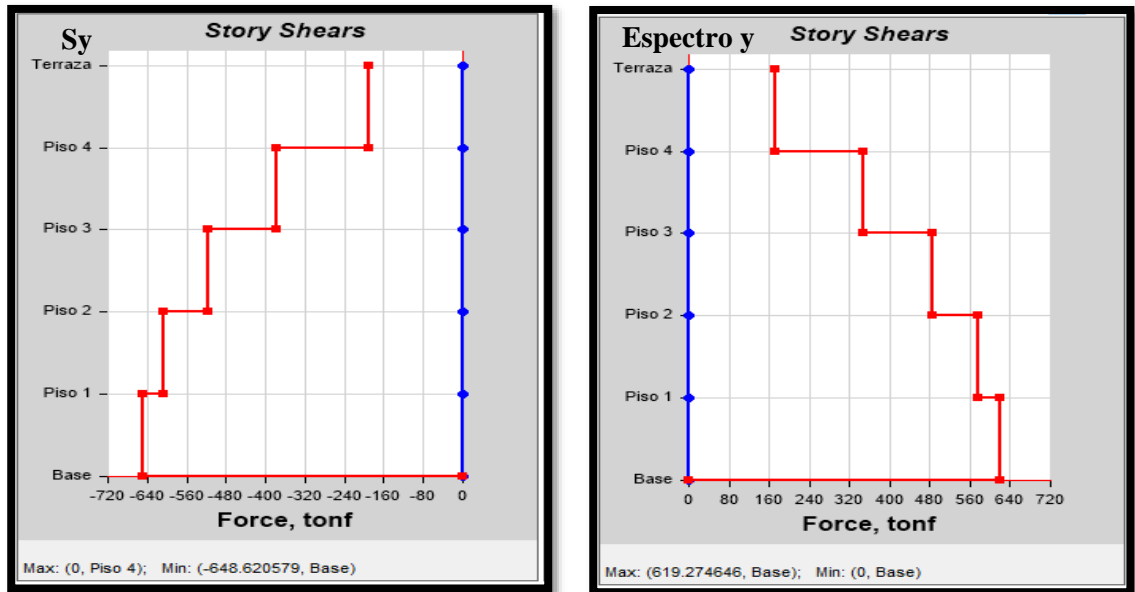
Fuente: Etabs 2017

$$V_{Estático} = 648.6206$$

$$V_{Dinámico} = 560.2287$$

$$\frac{560.2287}{648.6206} * 100\% = 86\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 69. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo C



Fuente: Etabs 2017

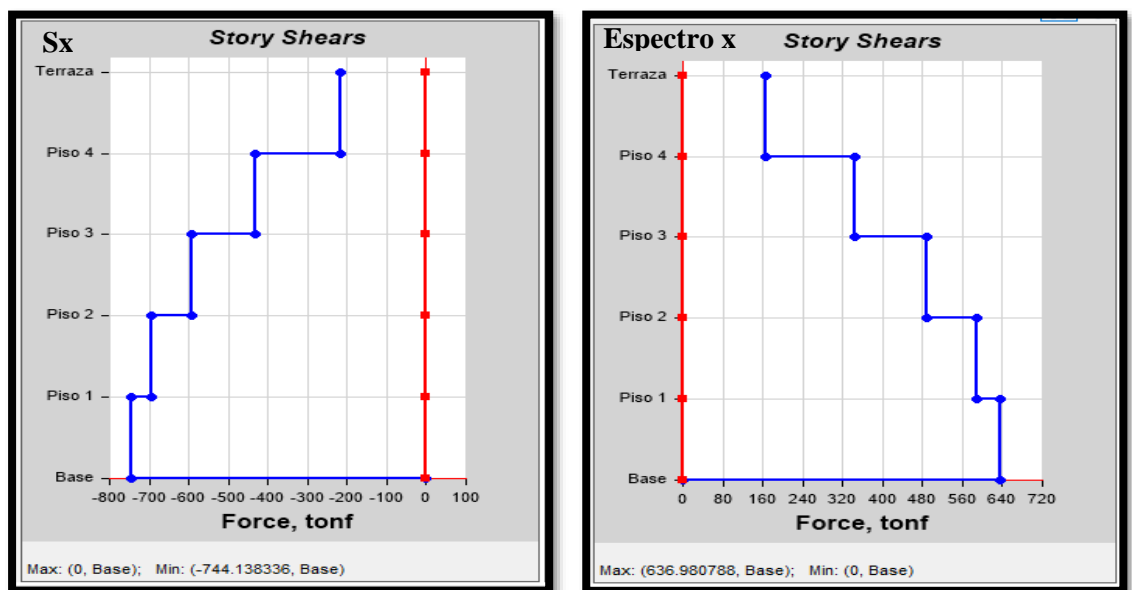
$$V_{Estático} = 648.6206$$

$$V_{Dinámico} = 616.2746$$

$$\frac{616.2746}{648.6206} * 100\% = 95\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

- Suelo D

Figura 70. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo D



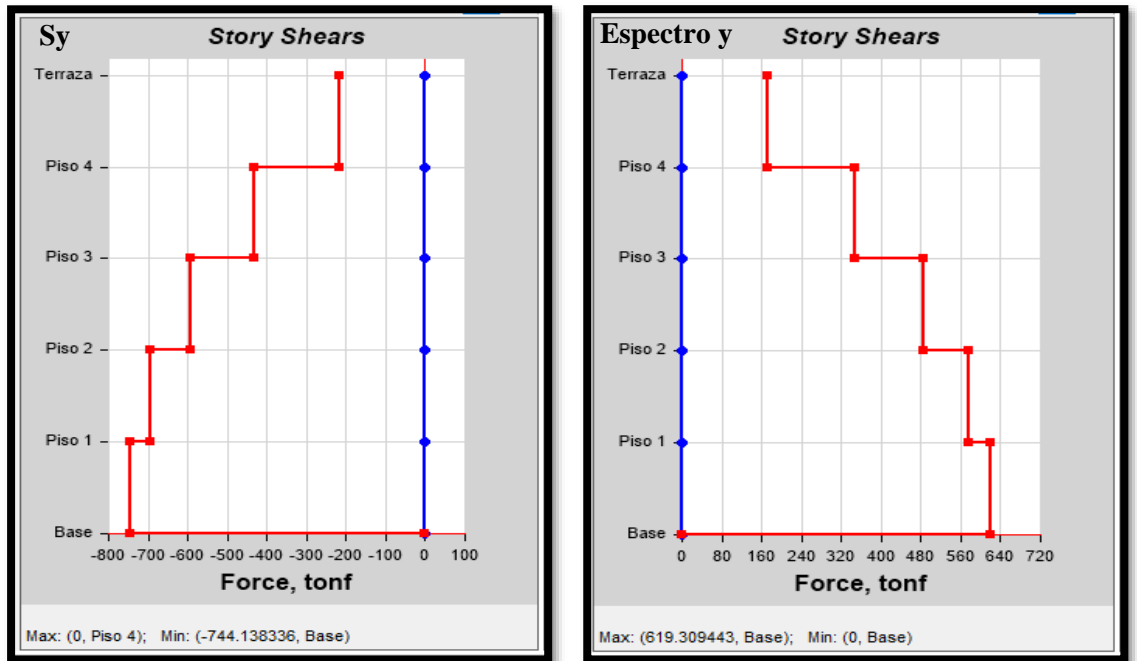
Fuente: Etabs 2017

$$V_{Estático} = 744.1383$$

$$V_{Dinámico} = 636.9808$$

$$\frac{636.9808}{744.1383} * 100\% = 85\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 71. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo D



Fuente: Etabs 2017

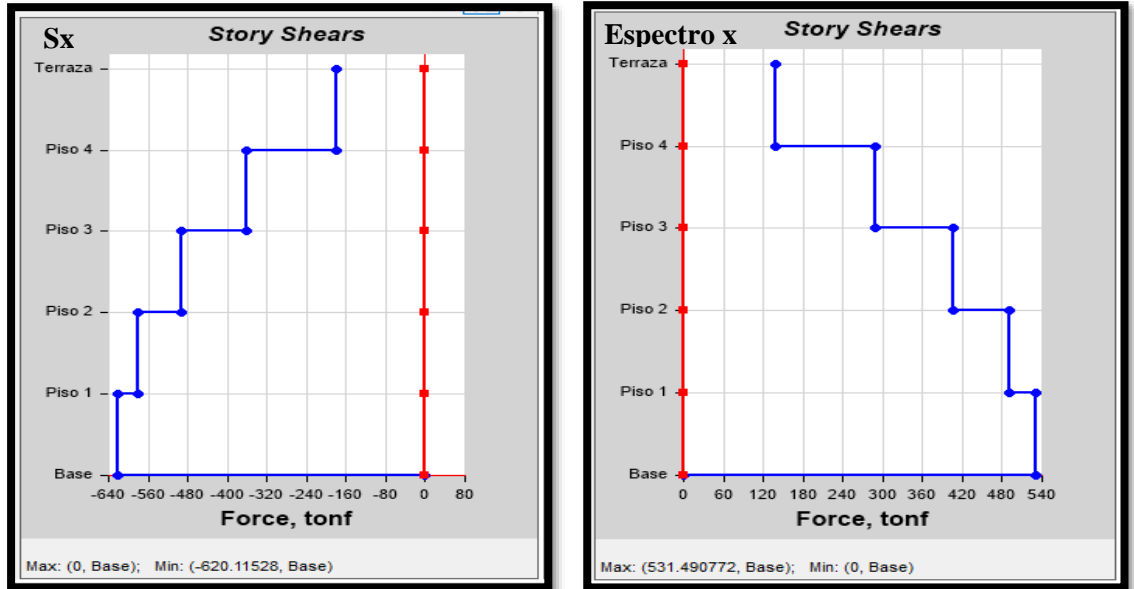
$$V_{Estático} = 744.1383$$

$$V_{Dinámico} = 619.3094$$

$$\frac{619.3094}{744.1383} * 100\% = 83\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

- Suelo E

Figura 72. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido X del suelo E



Fuente: Etabs 2017

$$V_{\text{Estático}} = 620.1153$$

$$V_{\text{Dinámico}} = 531.4907$$

$$\frac{531.4907}{620.1153} * 100\% = 85\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

Figura 73. Cortante basal estático vs cortante basal dinámico en el sentido Y del suelo E



Fuente: Etabs 2017

$$V_{Estático} = 620.1153 \quad V_{Dinámico} = 516.0912$$

$$\frac{516.0912}{620.1153} * 100\% = 83\% > 80\% \therefore \text{CUMPLE}$$

3.1.3 Comparación de resultados tomando en cuenta efectos verticales

3.1.3.1 Derivas de Piso

En las siguientes tablas se presentará los resultados que se obtuvieron al momento de tomar en cuenta los efectos verticales en nuestras edificaciones de 12 y 4 pisos bajo suelo C, D, E. Los resultados completos de los suelos D y E se los presentará en Anexos.

Para poder tomar en cuenta de forma correcta los espectros verticales se utilizó la combinación de carga sísmica dada por la NEC 2015 en el apartado 3.5 el cual esta explicado en la sección 1.1.3.2 de este trabajo. [34]

Tabla 45. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	0.000451	0.000547	0.000471	0.000546	0.000471	0.000546
+34.80	0.000787	0.000844	0.000817	0.000843	0.000817	0.000843
+31.90	0.001073	0.001105	0.001113	0.001106	0.001113	0.001106
+29.00	0.001216	0.001243	0.001262	0.001243	0.001262	0.001243
+26.10	0.001278	0.001312	0.001327	0.001309	0.001327	0.001309
+23.20	0.001398	0.001421	0.001451	0.001419	0.001451	0.001419
+20.30	0.001500	0.001511	0.001557	0.001509	0.001557	0.001509
+17.40	0.001514	0.001509	0.001571	0.001506	0.001571	0.001506
+14.50	0.001487	0.001471	0.001544	0.001466	0.001544	0.001466
+11.60	0.001562	0.001516	0.001620	0.001513	0.001620	0.001513
+8.70	0.001636	0.001553	0.001696	0.001551	0.001696	0.001551
+5.80	0.001659	0.001496	0.001717	0.001492	0.001717	0.001492
+2.90	0.001230	0.000942	0.001268	0.000939	0.001268	0.000939

Fuente: *Etabs 2017*

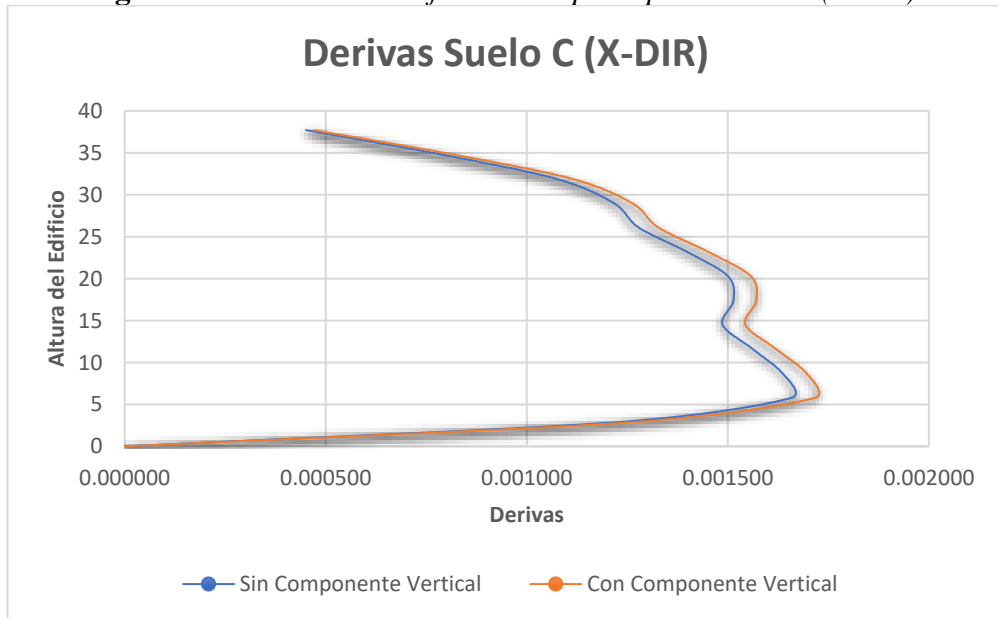
Como podemos observar la dirección más afectada es la dirección X de nuestra edificación, esto ocurre debido a que el sentido Y tiene más vanos y por lo tanto es más rígida. Para poder determinar el aumento que se tiene en las derivas lo que realizaremos es encontrar la diferencia restando el valor que obtuvimos tomando en cuenta los efectos verticales con del valor que se obtuvo sin tomar en cuenta los efectos verticales. Luego de eso realizamos una regla de tres en donde el valor analizado de la componente sin tomar en cuenta los efectos verticales representa el 100% y determinamos cuanto porcentaje equivale la diferencia de los valores explicados anteriormente.

Tabla 46. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+37.70	0.000451	0.000471	0.000020	4.43%
+34.80	0.000787	0.000817	0.000030	3.81%
+31.90	0.001073	0.001113	0.000040	3.73%
+29.00	0.001216	0.001262	0.000046	3.78%
+26.10	0.001278	0.001327	0.000049	3.83%
+23.20	0.001398	0.001451	0.000053	3.79%
+20.30	0.001500	0.001557	0.000057	3.80%
+17.40	0.001514	0.001571	0.000057	3.76%
+14.50	0.001487	0.001544	0.000057	3.83%
+11.60	0.001562	0.001620	0.000058	3.71%
+8.70	0.001636	0.001696	0.000060	3.67%
+5.80	0.001659	0.001717	0.000058	3.50%
+2.90	0.001230	0.001268	0.000038	3.09%

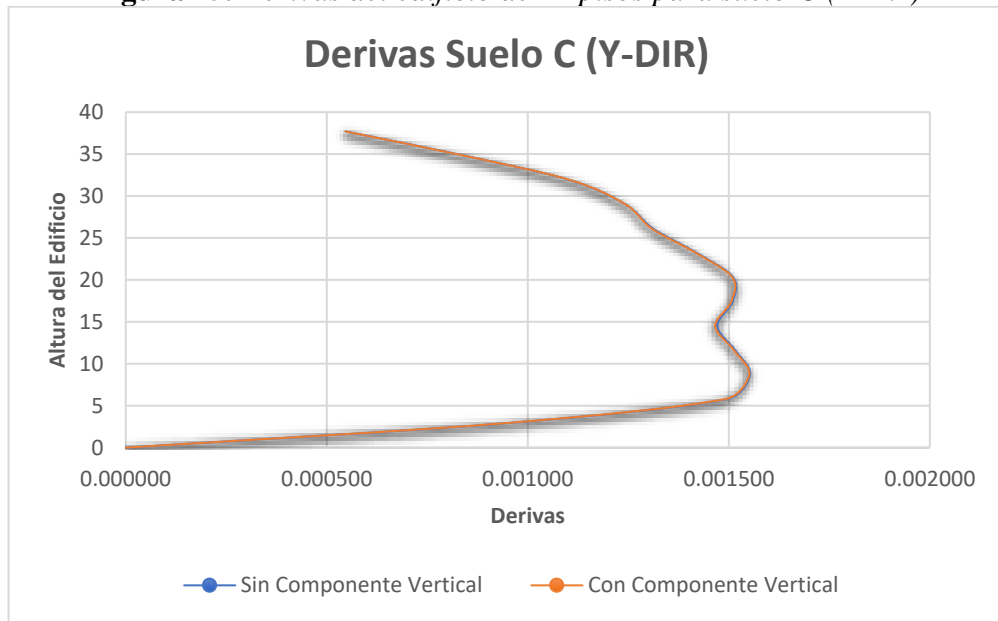
Fuente: *Etabs 2017*

Figura 74. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo C (X-Dir)



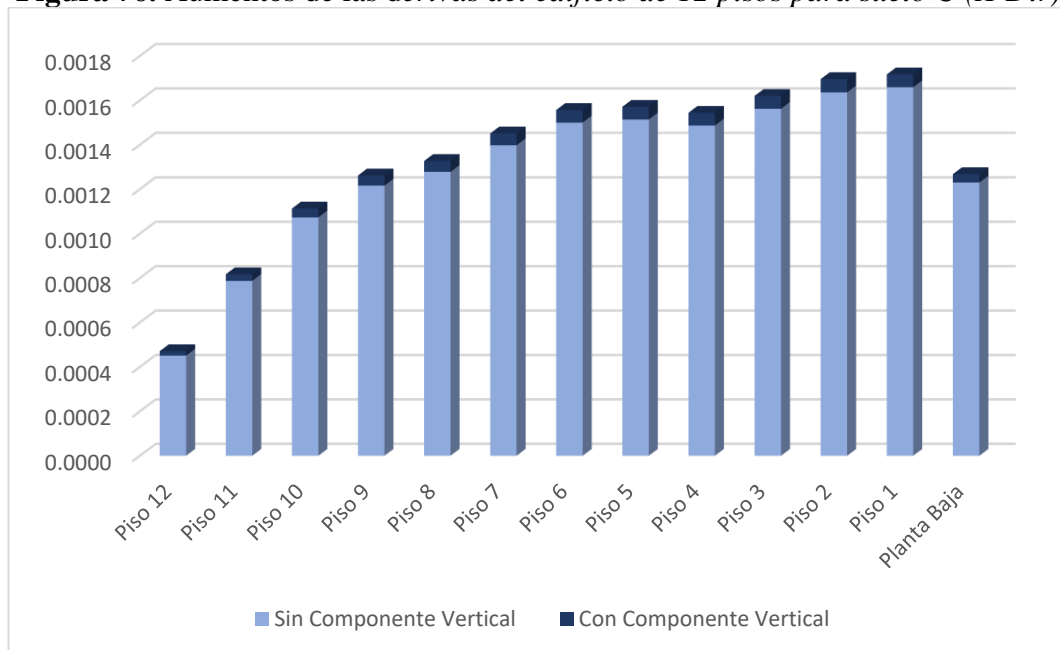
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 75. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo C (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 76. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo C (X-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

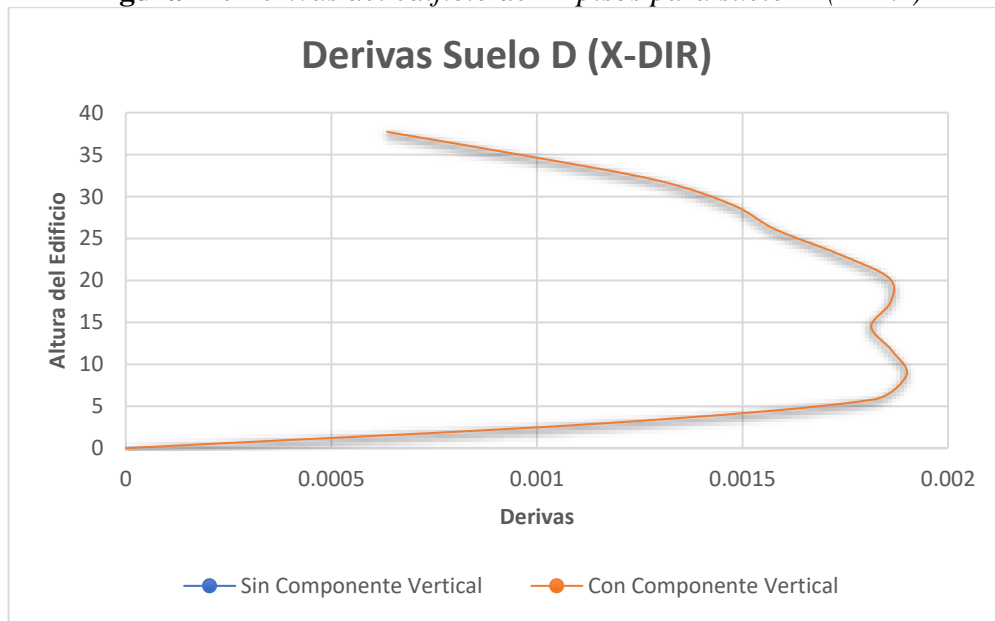
En la Figura 76 podemos observar el aumento de las derivas en donde el color azul claro es el análisis de nuestro edificio sin tomar en cuenta los efectos verticales mientras que el color azul oscuro es el aumento que tienen las derivas de los diferentes pisos tomando en cuenta los efectos verticales.

Tabla 47. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+37.70	0.000514	0.000537	0.000023	4.47%
+34.80	0.000899	0.000934	0.000035	3.89%
+31.90	0.001241	0.001288	0.000047	3.79%
+29.00	0.001428	0.001483	0.000055	3.85%
+26.10	0.001526	0.001585	0.000059	3.87%
+23.20	0.001692	0.001757	0.000065	3.84%
+20.30	0.001836	0.001906	0.000070	3.81%
+17.40	0.001864	0.001934	0.000070	3.76%
+14.50	0.001834	0.001903	0.000069	3.76%
+11.60	0.001921	0.001992	0.000071	3.70%
+8.70	0.002001	0.002073	0.000072	3.60%
+5.80	0.002015	0.002086	0.000071	3.52%
+2.90	0.001489	0.001534	0.000045	3.02%

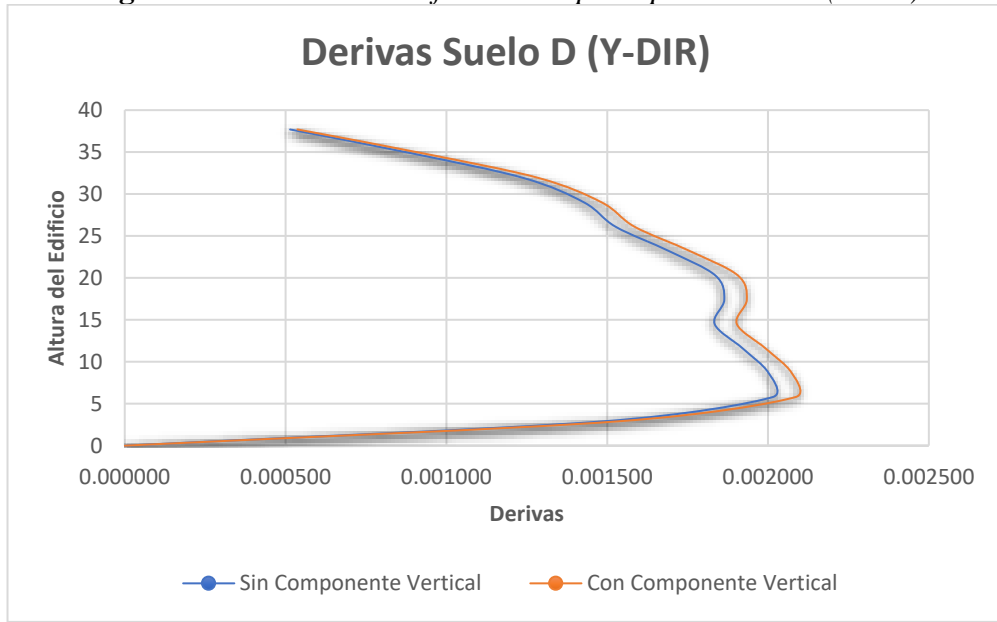
Fuente: Etabs 2017

Figura 77. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)



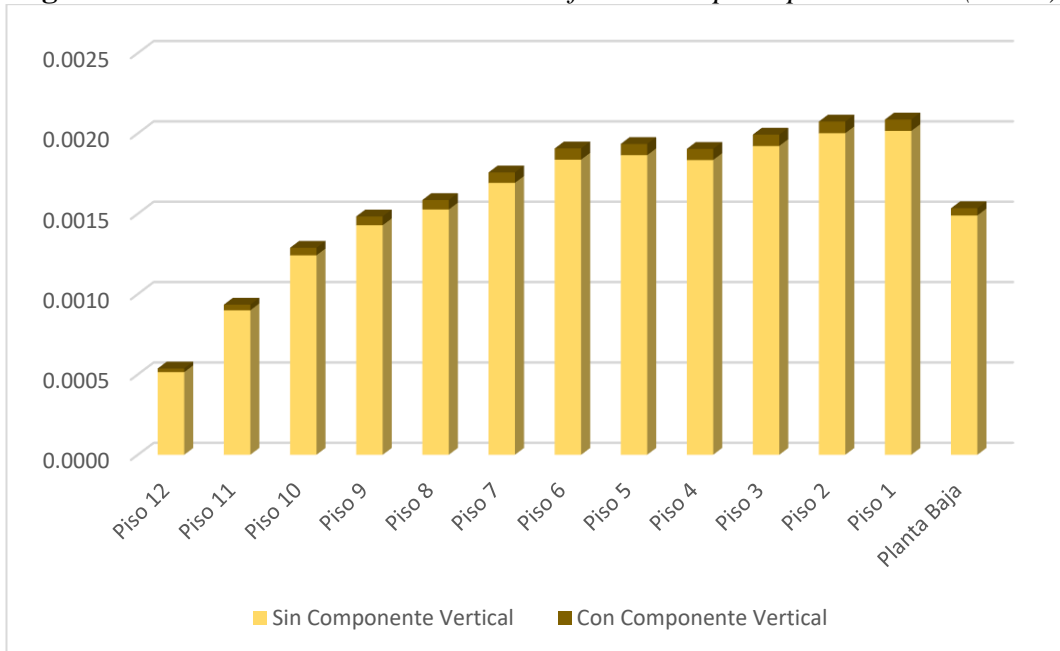
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 78. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo D (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 79. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

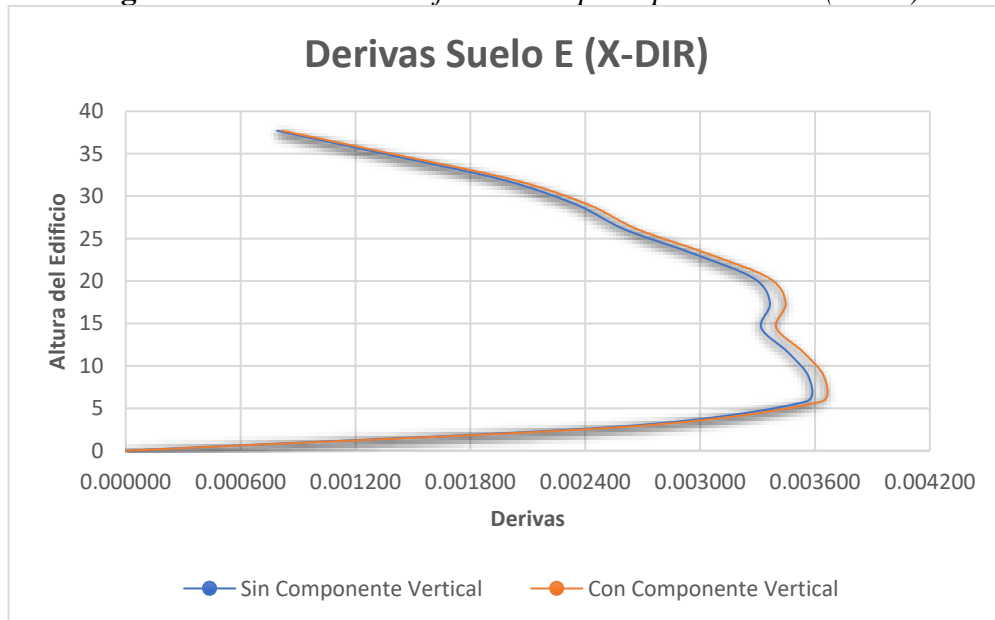
En la Figura 79 podemos observar el aumento de las derivas en donde el color amarillo claro es el análisis de nuestro edificio sin tomar en cuenta los efectos verticales mientras que el color amarillo oscuro es el aumento que tienen las derivas de los diferentes pisos tomando en cuenta los efectos verticales.

Tabla 48. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+37.70	0.000791	0.000817	0.000026	3.29%
+34.80	0.001388	0.001429	0.000041	2.95%
+31.90	0.001973	0.002028	0.000055	2.79%
+29.00	0.002353	0.002416	0.000063	2.68%
+26.10	0.002604	0.002672	0.000068	2.61%
+23.20	0.002967	0.003042	0.000075	2.53%
+20.30	0.003281	0.003363	0.000082	2.50%
+17.40	0.003365	0.003447	0.000082	2.44%
+14.50	0.003319	0.003398	0.000079	2.38%
+11.60	0.003459	0.003540	0.000081	2.34%
+8.70	0.003567	0.003648	0.000081	2.27%
+5.80	0.003553	0.003632	0.000079	2.22%
+2.90	0.002607	0.002657	0.000050	1.92%

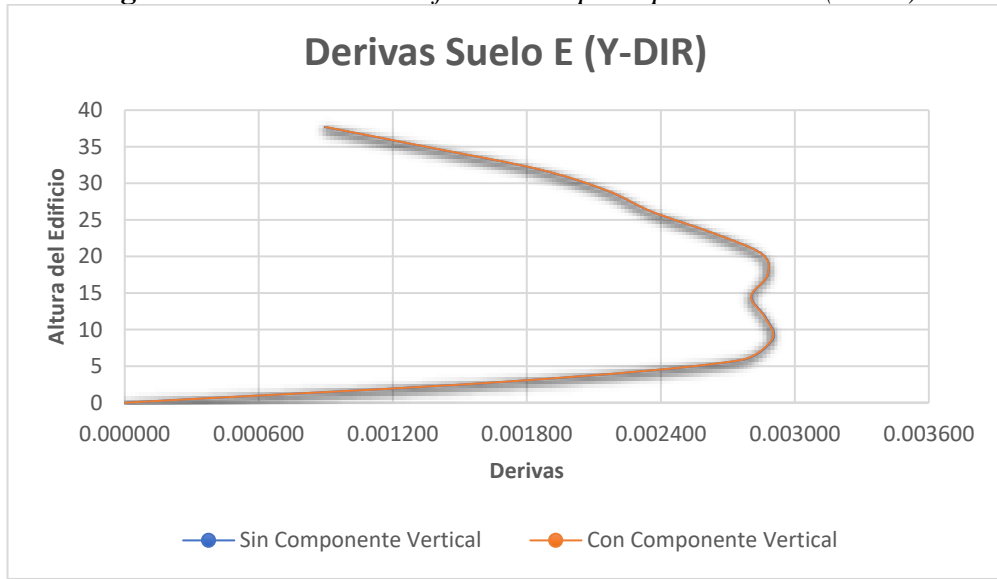
Fuente: Etabs 2017

Figura 80. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo E (X-Dir)



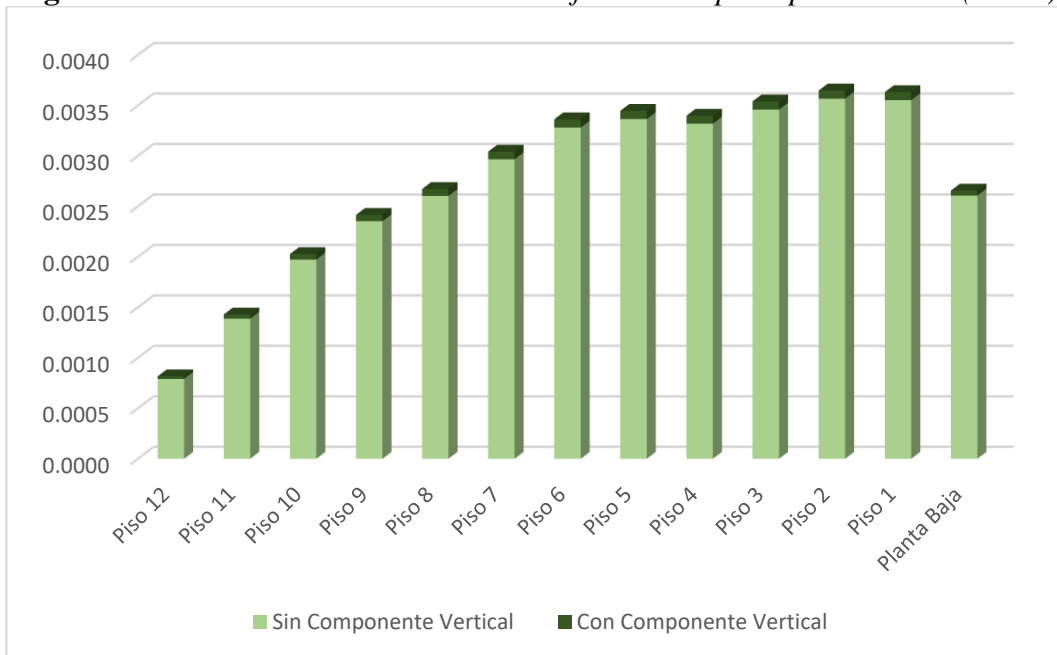
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 81. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo E (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

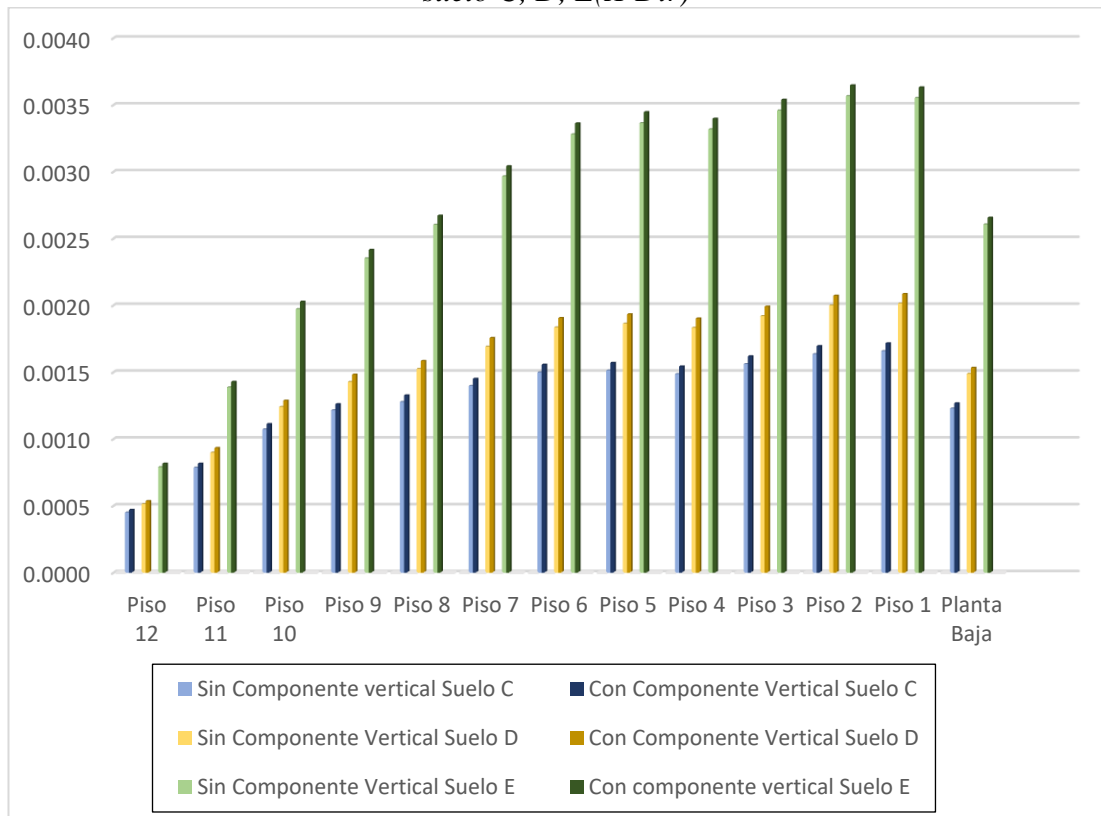
Figura 82. Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo E (X-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

En la Figura 82 podemos observar el aumento de las derivas en donde el color verde claro es el análisis de nuestro edificio sin tomar en cuenta los efectos verticales mientras que el color verde oscuro es el aumento que tienen las derivas de los diferentes pisos tomando en cuenta los efectos verticales.

Figura 83. Resumen de los Aumentos de las derivas del edificio de 12 pisos para suelo C, D, E(X-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

En la Figura 83 podemos observar el resumen de los aumentos de las derivas que se tienen al momento de tomar en cuenta los efectos verticales. El color azul representa al suelo C, el color amarillo el suelo D y el color verde el suelo E. En la columna de la izquierda podemos ver las derivas que nuestro edificio de 12 pisos sin tomar en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales mientras que en la columna de la derecha representada con una tonalidad más oscura podemos observar las derivas de nuestro edificio tomando en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales del sismo.

Tabla 49. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	0.000567	0.000526	0.000590	0.000514	0.000590	0.000514
+11.60	0.001086	0.000925	0.001136	0.000924	0.001136	0.000924
+8.70	0.001520	0.001256	0.001589	0.001268	0.001589	0.001267
+5.80	0.001789	0.001391	0.001866	0.001404	0.001866	0.001404
+2.90	0.001433	0.000916	0.001483	0.000919	0.001483	0.000919

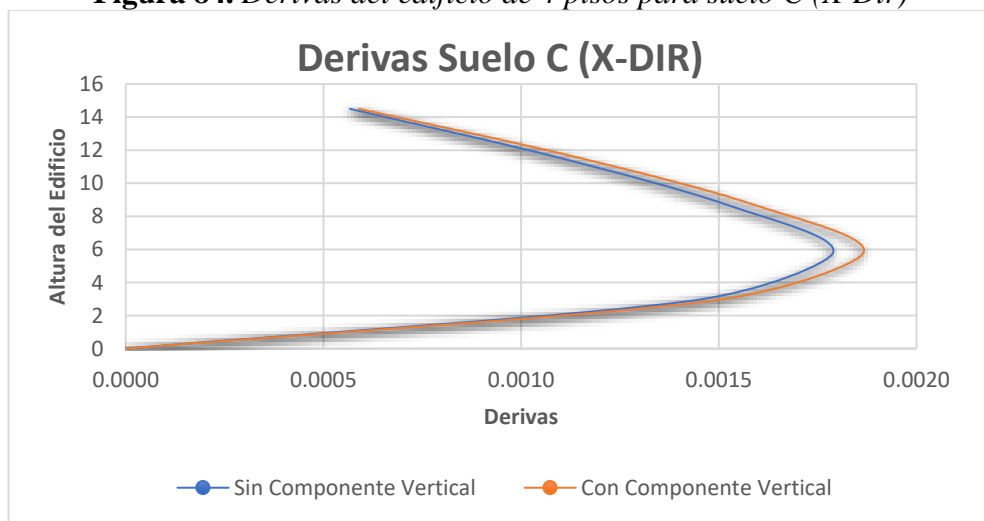
Fuente: Etabs 2017

Tabla 50. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+14.50	0.003319	0.003398	0.000079	2.38%
+11.60	0.003459	0.003540	0.000081	2.34%
+8.70	0.003567	0.003648	0.000081	2.27%
+5.80	0.003553	0.003632	0.000079	2.22%
+2.90	0.002607	0.002657	0.000050	1.92%

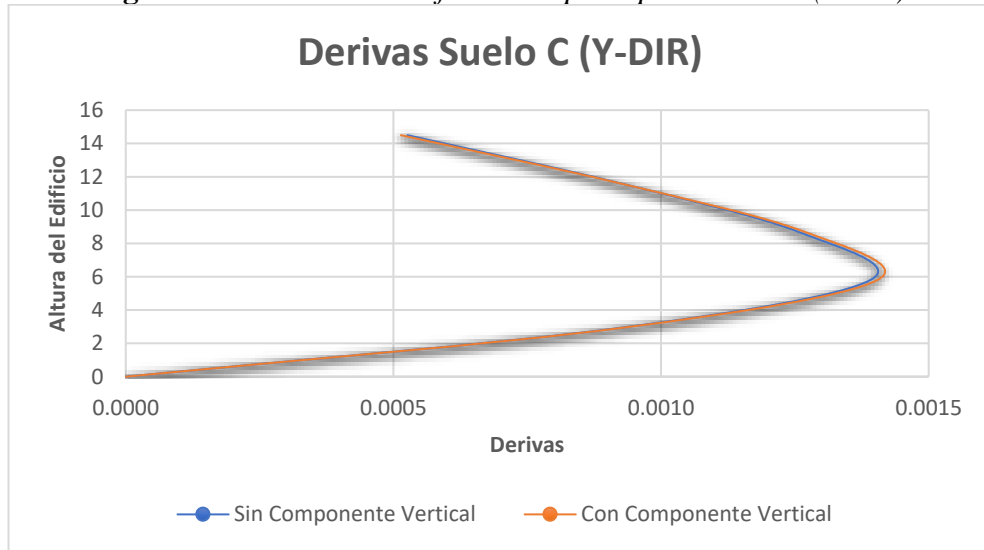
Fuente: Etabs 2017

Figura 84. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir)



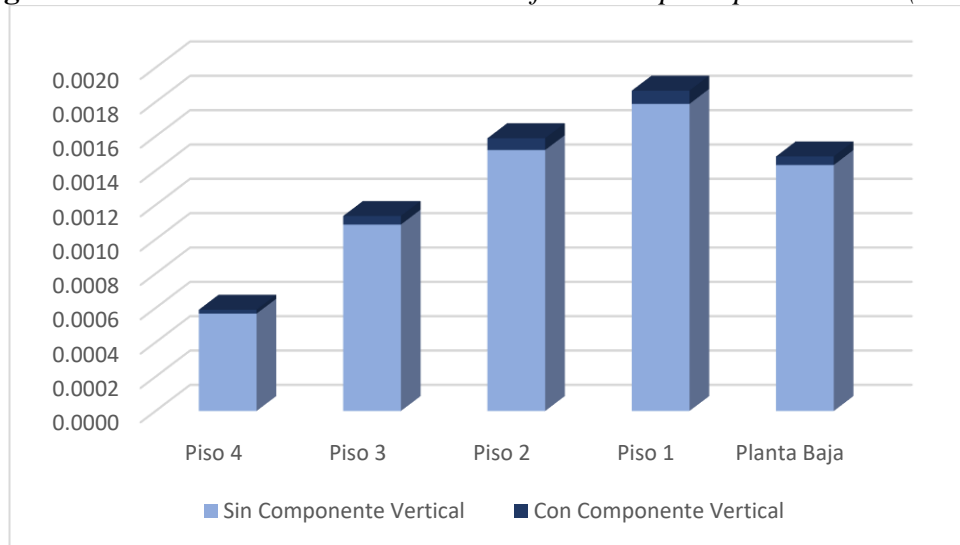
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 85. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo C (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 86. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir)



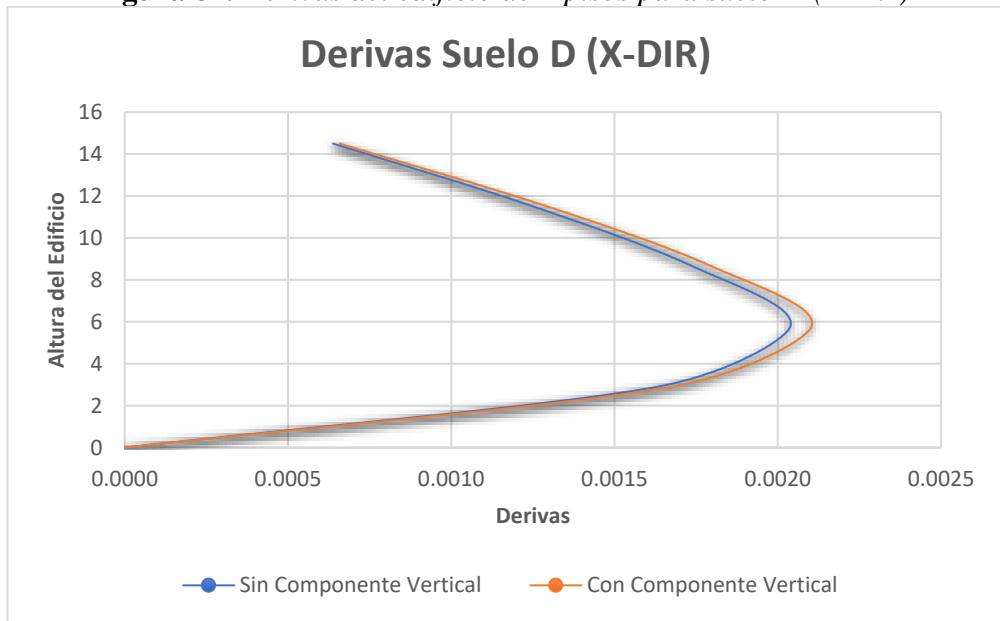
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 51. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+14.50	0.000638	0.000658	0.000020	3.13%
+11.60	0.001232	0.001275	0.000043	3.49%
+8.70	0.001732	0.001790	0.000058	3.35%
+5.80	0.002039	0.002104	0.000065	3.19%
+2.90	0.001630	0.001673	0.000043	2.64%

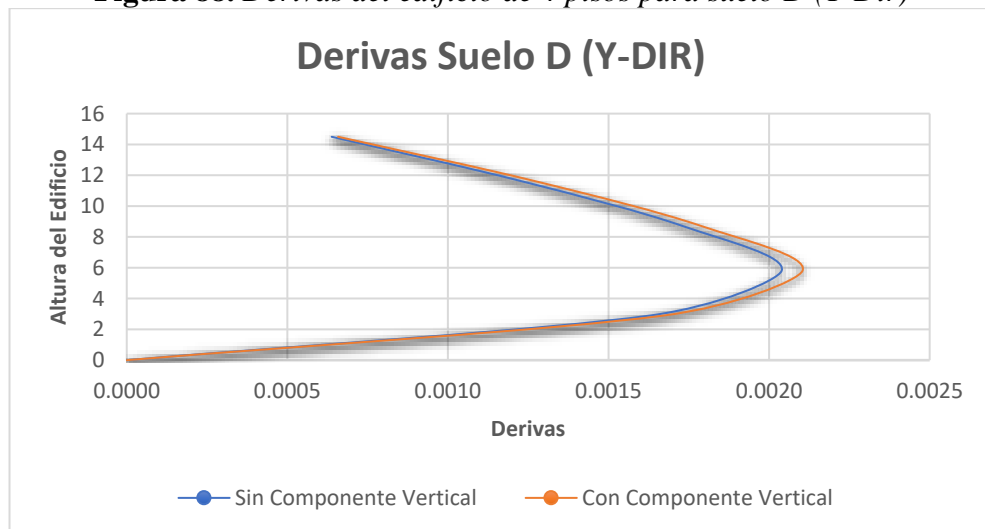
Fuente: Etabs 2017

Figura 87. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo D (X-Dir)



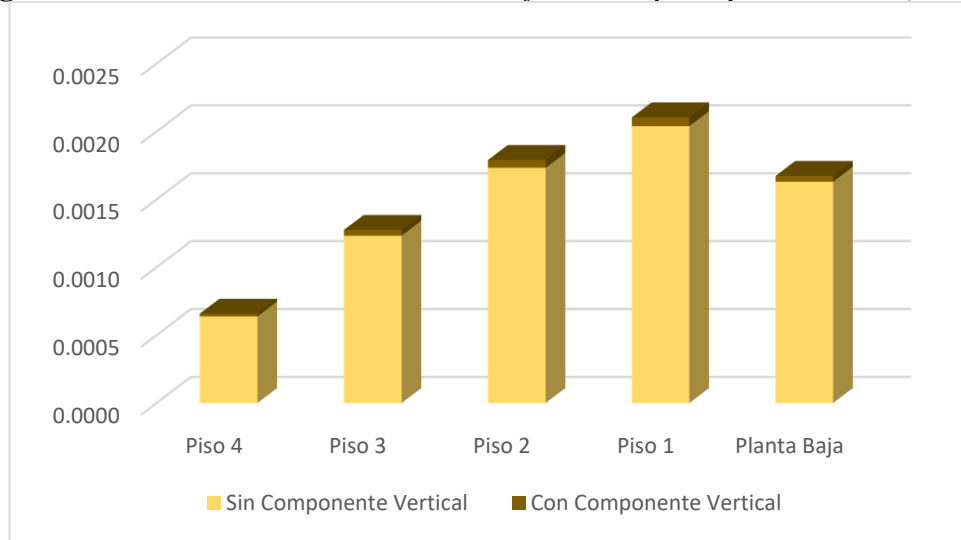
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 88. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo D (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 89. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo D (X-Dir)



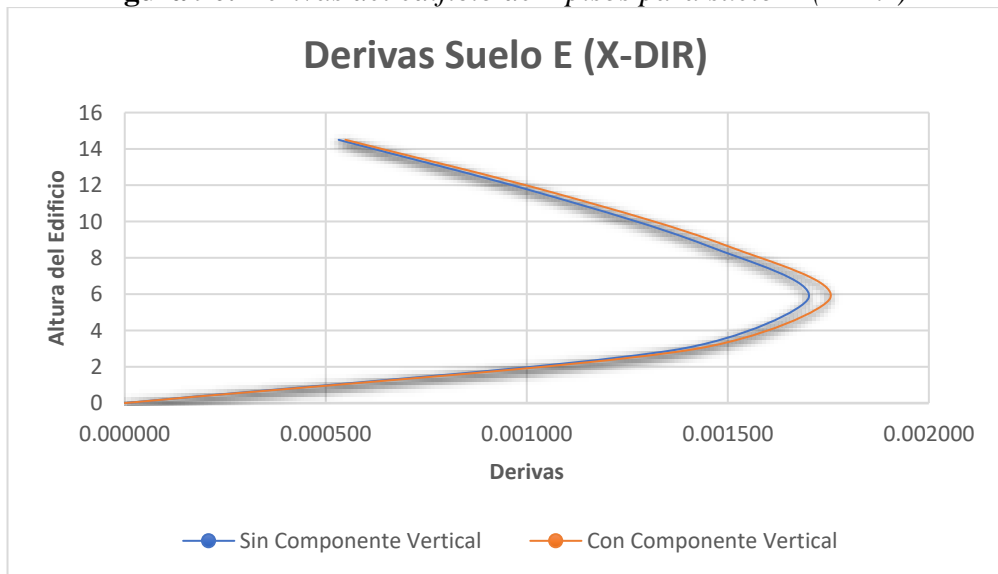
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 52. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+14.50	0.000532	0.000549	0.000017	3.20%
+11.60	0.001028	0.001064	0.000036	3.50%
+8.70	0.001445	0.001493	0.000048	3.32%
+5.80	0.001701	0.001755	0.000054	3.17%
+2.90	0.001360	0.001396	0.000036	2.65%

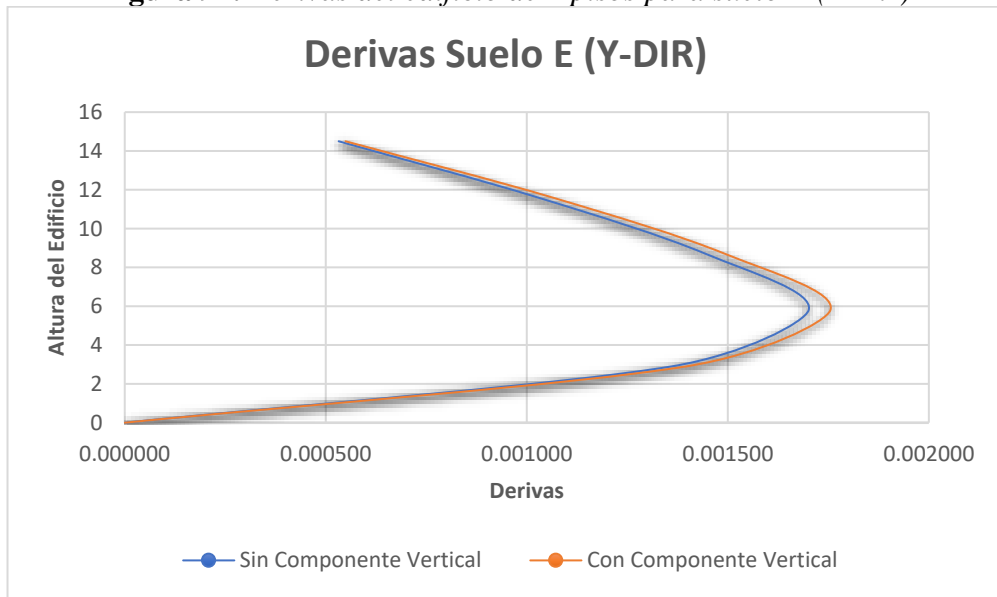
Fuente: Etabs 2017

Figura 90. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo E (X-Dir)



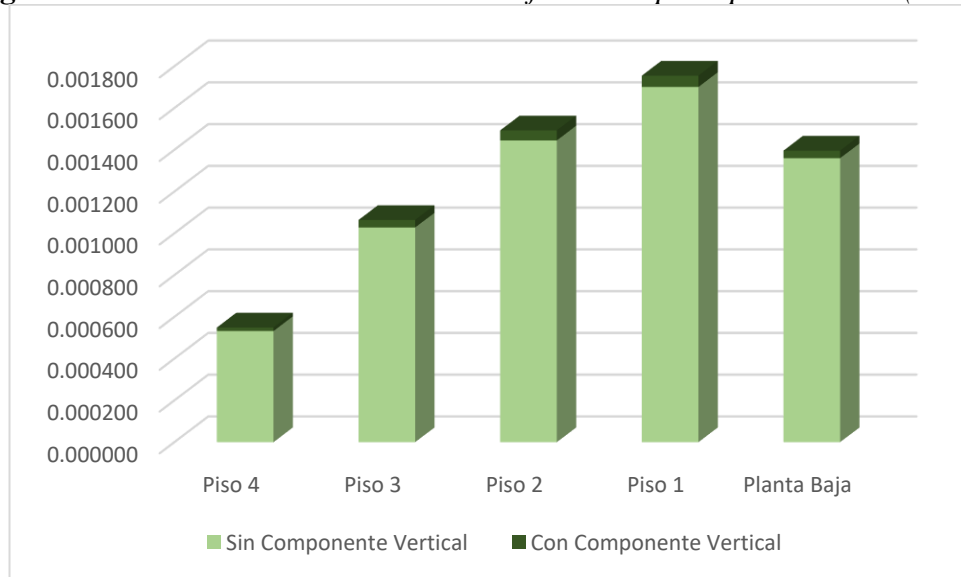
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 91. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo E (Y-Dir)



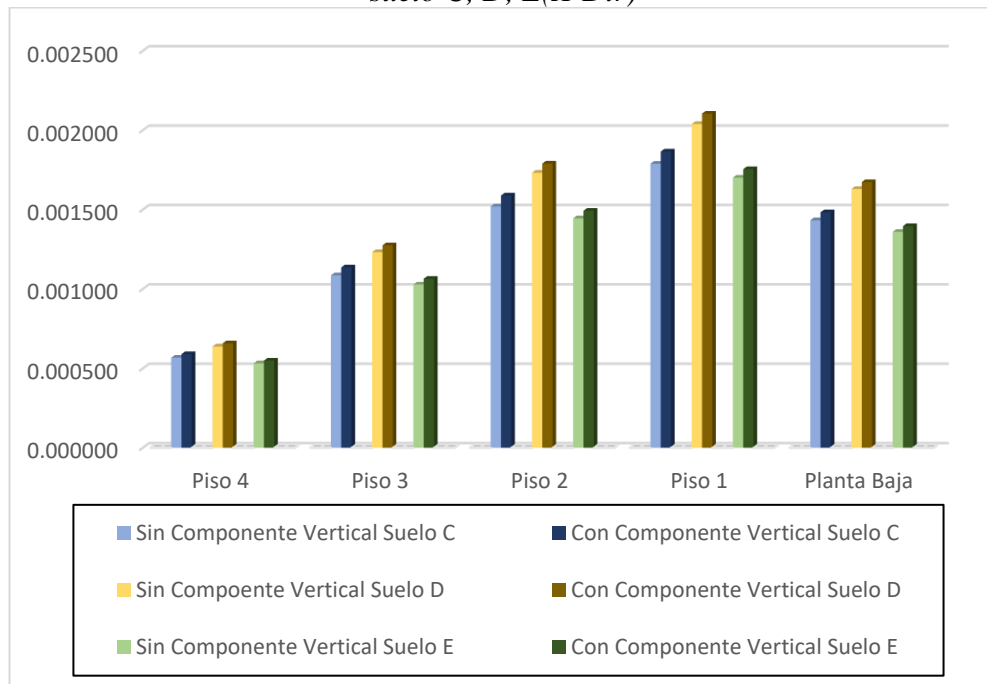
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 92. Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 93. Resumen de los Aumentos de las derivas del edificio de 4 pisos para suelo C, D, E(X-Dir)



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

En la Figura 93 podemos observar el resumen de los aumentos de las derivas que se tienen al momento de tomar en cuenta los efectos verticales. El color azul representa al suelo C, el color amarillo el suelo D y el color verde el suelo E. En la columna de la izquierda podemos ver las derivas que nuestro edificio de 4 pisos sin tomar en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales mientras que en la columna de la derecha representada con una tonalidad más oscura podemos observar las derivas de nuestro edificio tomando en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales del sismo.

3.1.3.2 Cortantes

De igual forma que en el apartado anterior las siguientes tablas muestran los resultados que se obtuvieron al momento de tomar en cuenta los efectos verticales en nuestras edificaciones de 12 y 4 pisos bajo suelo C. Los resultados de los suelos D y E se los presentará en Anexos debido a que los resultados de cortantes no varían mucho tomando en cuenta los efectos verticales. Estos datos no los compararemos con gráficos debido a que la variación es muy mínima.

Tabla 53. Cortantes del edificio de 12 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	94.3250	106.9410	94.2180	103.0221	94.2179	103.0221
+34.80	197.1325	221.4674	196.9011	217.3066	196.9010	217.3065
+31.90	277.2692	311.8229	276.9842	309.4346	276.9841	309.4345
+29.00	338.7225	383.1115	338.4301	380.6452	338.4300	380.6451
+26.10	389.0420	442.8655	388.7343	439.3217	388.7343	439.3216
+23.20	431.2647	493.8523	430.9461	490.8078	430.9461	490.8077
+20.30	468.6289	539.5500	468.3220	537.4068	468.3220	537.4068
+17.40	504.6123	582.9912	504.3209	580.2933	504.3208	580.2932
+14.50	541.1579	625.6836	540.8842	622.4644	540.8842	622.4644
+11.60	577.4030	666.3457	577.1626	664.0667	577.1626	664.0667
+8.70	612.0017	703.2237	611.7922	701.6639	611.7922	701.6638
+5.80	640.5168	731.4452	640.3104	728.9131	640.3104	728.9130
+2.90	655.0590	744.2465	654.8422	740.6065	654.8421	740.6064

Fuente: Etabs 2017

Tabla 54. Cortantes del edificio de 4 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	148.9242	170.7808	146.2484	158.4715	146.2435	158.4714
+11.60	304.9982	346.7799	304.6007	338.0847	304.5919	338.0847
+8.70	428.4551	484.5173	427.4525	480.7888	427.4386	480.7886
+5.80	516.0755	577.4125	515.6322	573.0746	515.6141	573.0744
+2.90	560.2287	619.2746	559.1050	609.7607	559.0887	609.7606

Fuente: Etabs 2017

3.1.3.3 Desplazamientos

Para este apartado las siguientes tablas muestran los resultados que se obtuvieron al momento de tomar en cuenta los efectos verticales en nuestras edificaciones de 12 y 4 pisos bajo suelo C, D, E. Los resultados completos de los suelos D y E se los presentará en Anexos.

Tabla 55. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	0.045394	0.045042	0.047190	0.044983	0.047190	0.044983
+34.80	0.044922	0.044224	0.047051	0.044160	0.047051	0.044160
+31.90	0.043053	0.042074	0.045075	0.042009	0.045075	0.042009
+29.00	0.040453	0.039234	0.042334	0.039170	0.042334	0.039170
+26.10	0.037422	0.035986	0.039143	0.035925	0.039143	0.035925
+23.20	0.034123	0.032484	0.035674	0.032428	0.035674	0.032428
+20.30	0.030401	0.028608	0.031764	0.028558	0.031764	0.028558
+17.40	0.026290	0.024413	0.027452	0.024371	0.027452	0.024371
+14.50	0.022048	0.020164	0.023007	0.020130	0.023007	0.020130
+11.60	0.017794	0.015968	0.018554	0.015941	0.018554	0.015941
+8.70	0.013261	0.011602	0.013813	0.011578	0.013813	0.011578
+5.80	0.008473	0.007106	0.008812	0.007087	0.008812	0.007087
+2.90	0.003606	0.002770	0.003740	0.002760	0.003740	0.002760

Fuente: *Etabs 2017*

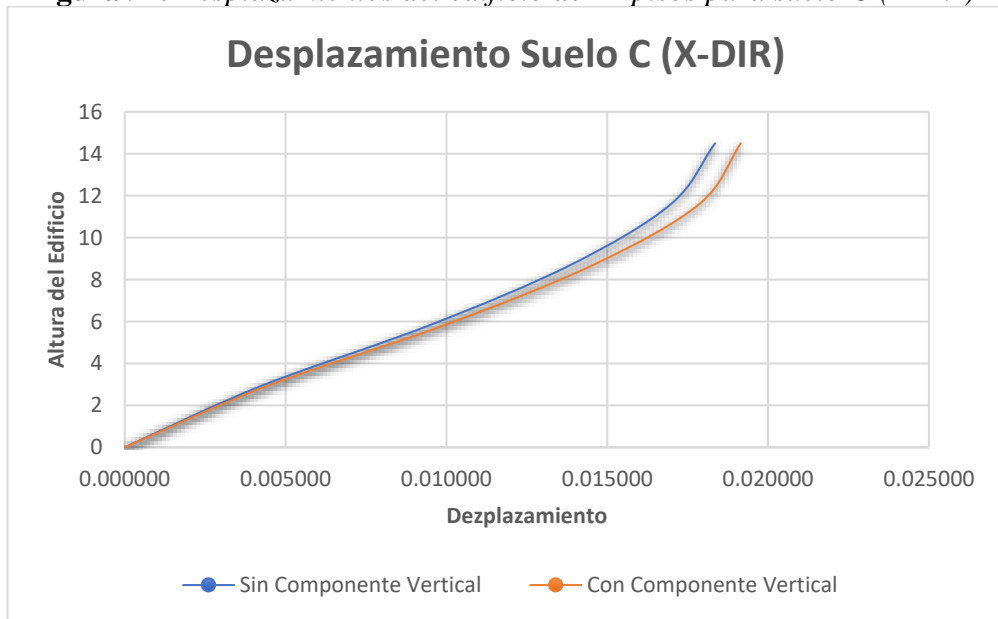
En este apartado también realizaremos el análisis de los desplazamientos en la dirección X de nuestro edificio. Se determinará la diferencia que existe tomando en cuenta los efectos verticales y sin tomarlos en cuenta y además se lo encontrará el aumento en porcentaje.

Tabla 56. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+37.70	0.045394	0.047190	0.001796	3.96%
+34.80	0.044922	0.047051	0.002129	4.74%
+31.90	0.043053	0.045075	0.002022	4.70%
+29.00	0.040453	0.042334	0.001881	4.65%
+26.10	0.037422	0.039143	0.001721	4.60%
+23.20	0.034123	0.035674	0.001551	4.55%
+20.30	0.030401	0.031764	0.001363	4.48%
+17.40	0.026290	0.027452	0.001162	4.42%
+14.50	0.022048	0.023007	0.000959	4.35%
+11.60	0.017794	0.018554	0.000760	4.27%
+8.70	0.013261	0.013813	0.000552	4.16%
+5.80	0.008473	0.008812	0.000339	4.00%
+2.90	0.003606	0.003740	0.000134	3.72%

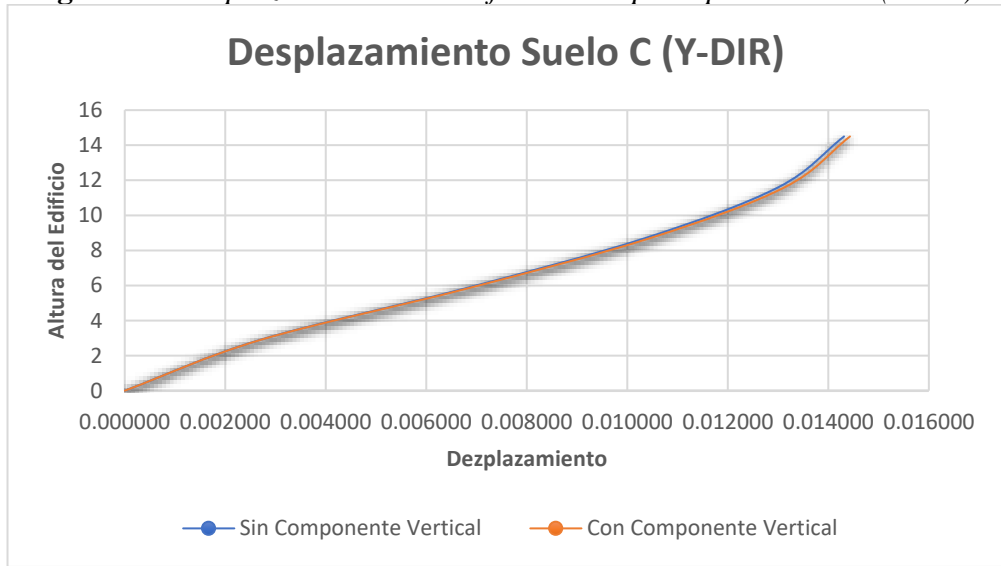
Fuente: Etabs 2017

Figura 94. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C (X-Dir)



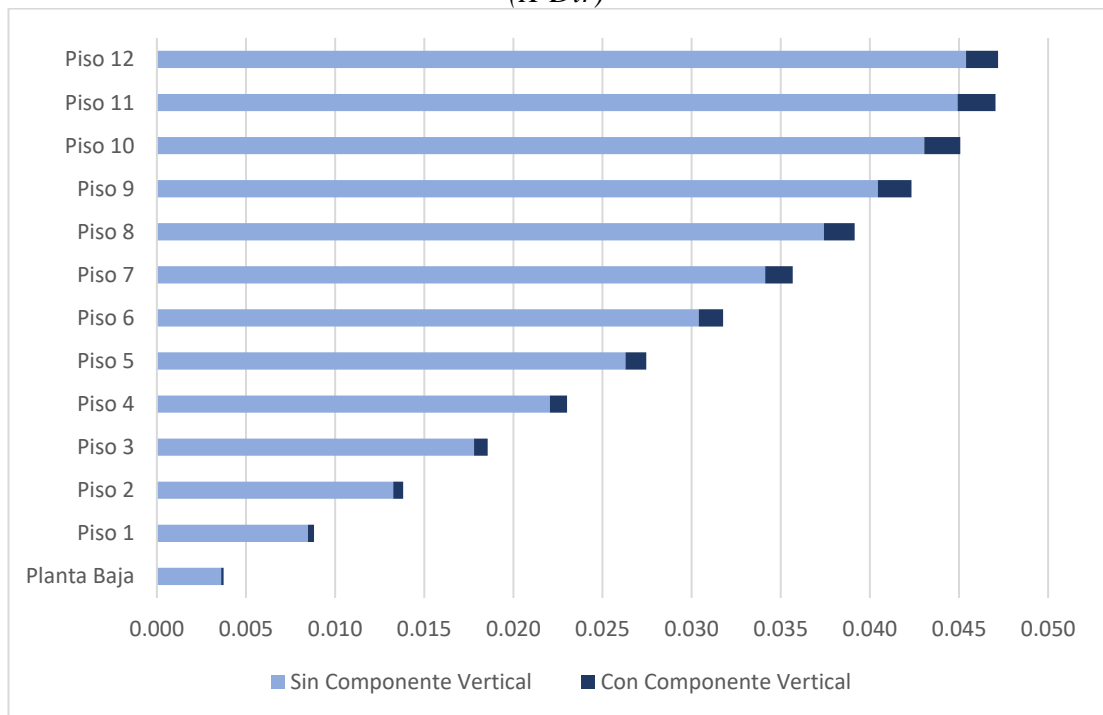
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 95. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 96. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo C (X-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

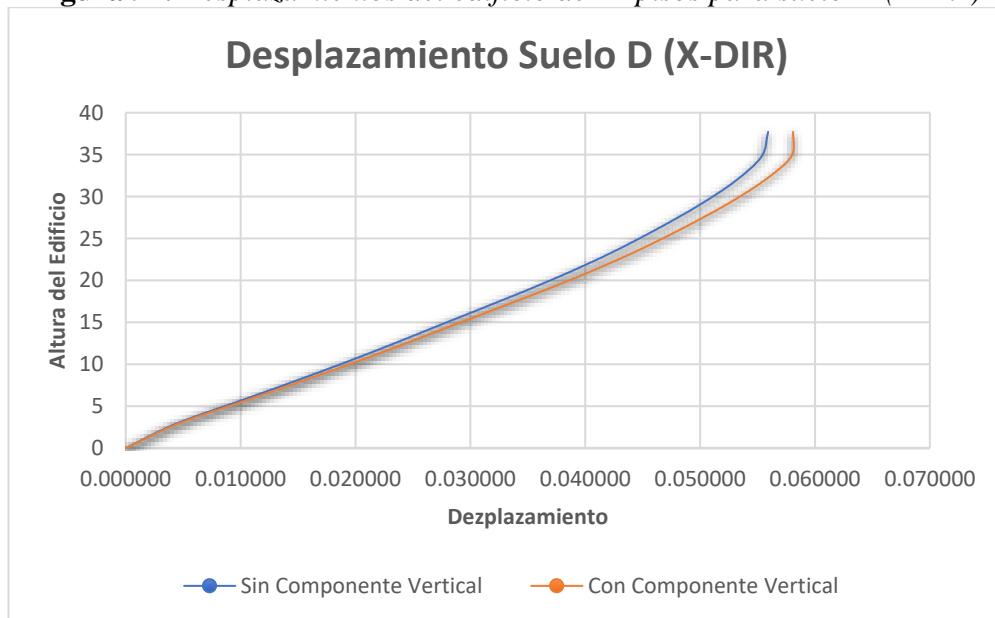
En la Figura 96 podemos observar el aumento de los desplazamientos en donde el color azul claro es el análisis de nuestro edificio sin tomar en cuenta los efectos verticales mientras que el color azul oscuro es el aumento que tienen las derivas de los diferentes pisos tomando en cuenta los efectos verticales.

Tabla 57. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+37.70	0.055921	0.058097	0.002176	3.89%
+34.80	0.055361	0.057943	0.002582	4.66%
+31.90	0.053108	0.055567	0.002459	4.63%
+29.00	0.049944	0.052237	0.002293	4.59%
+26.10	0.046215	0.048316	0.002101	4.55%
+23.20	0.042120	0.044014	0.001894	4.50%
+20.30	0.037472	0.039138	0.001666	4.45%
+17.40	0.032328	0.033746	0.001418	4.39%
+14.50	0.027026	0.028193	0.001167	4.32%
+11.60	0.021735	0.022658	0.000923	4.25%
+8.70	0.016140	0.016809	0.000669	4.14%
+5.80	0.010279	0.010690	0.000411	4.00%
+2.90	0.004365	0.004526	0.000161	3.69%

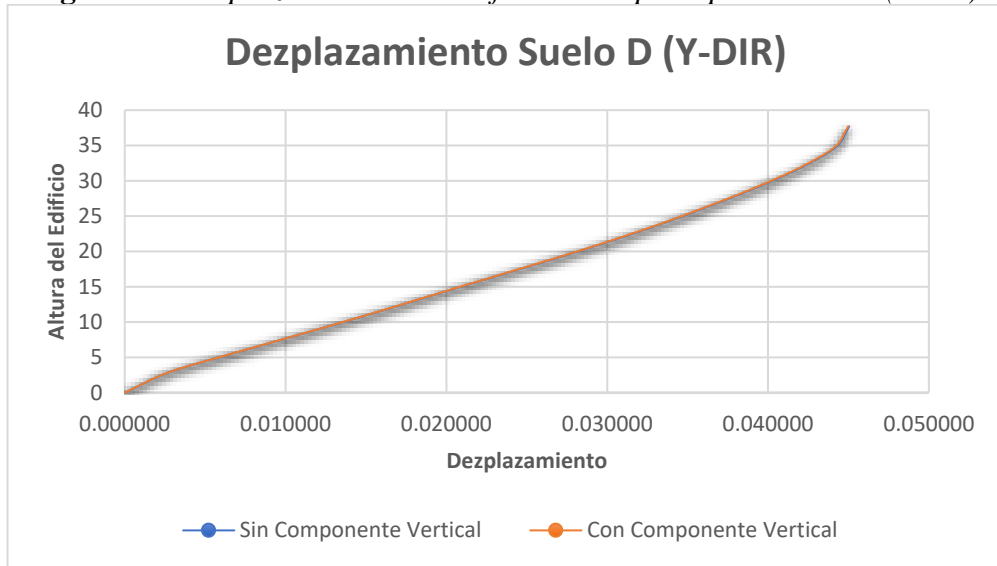
Fuente: Etabs 2017

Figura 97. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)



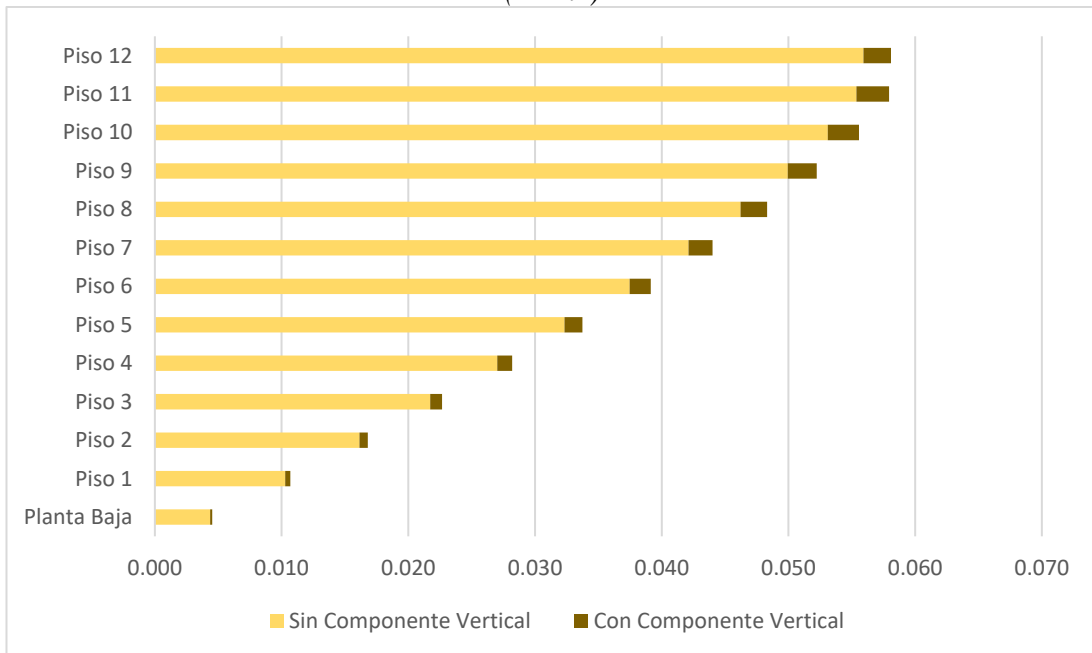
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 98. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 99. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

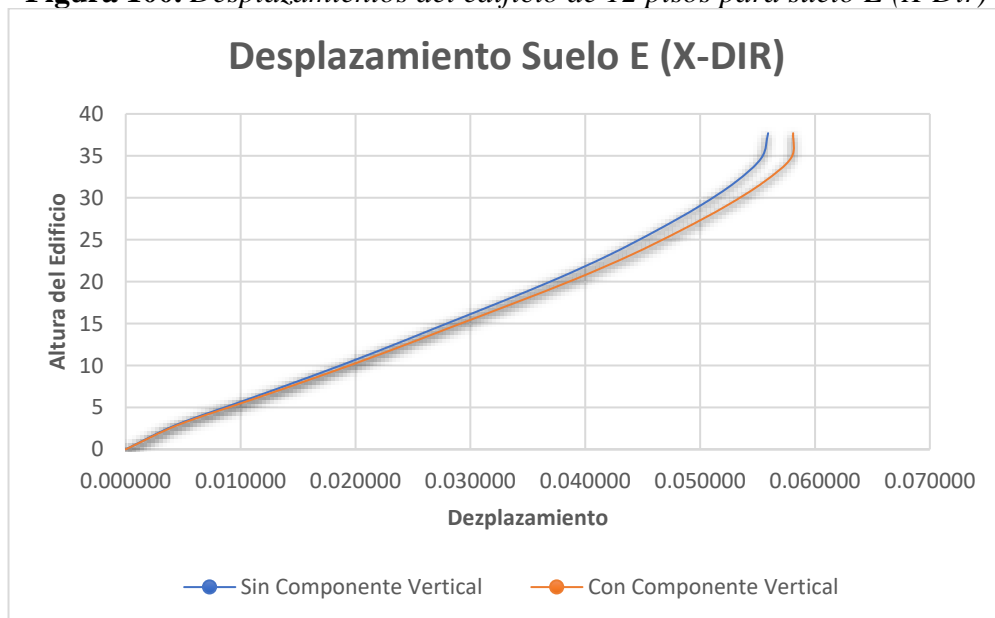
En la Figura 99 podemos observar el aumento de los desplazamientos en donde el color amarillo claro es el análisis de nuestro edificio sin tomar en cuenta los efectos verticales mientras que el color amarillo oscuro es el aumento que tienen las derivas de los diferentes pisos tomando en cuenta los efectos verticales.

Tabla 58. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+37.70	0.055921	0.058097	0.002176	3.89%
+34.80	0.055361	0.057943	0.002582	4.66%
+31.90	0.053108	0.055567	0.002459	4.63%
+29.00	0.049944	0.052237	0.002293	4.59%
+26.10	0.046215	0.048316	0.002101	4.55%
+23.20	0.042120	0.044014	0.001894	4.50%
+20.30	0.037472	0.039138	0.001666	4.45%
+17.40	0.032328	0.033746	0.001418	4.39%
+14.50	0.027026	0.028193	0.001167	4.32%
+11.60	0.021735	0.022658	0.000923	4.25%
+8.70	0.016140	0.016809	0.000669	4.14%
+5.80	0.010279	0.010690	0.000411	4.00%
+2.90	0.004365	0.004526	0.000161	3.69%

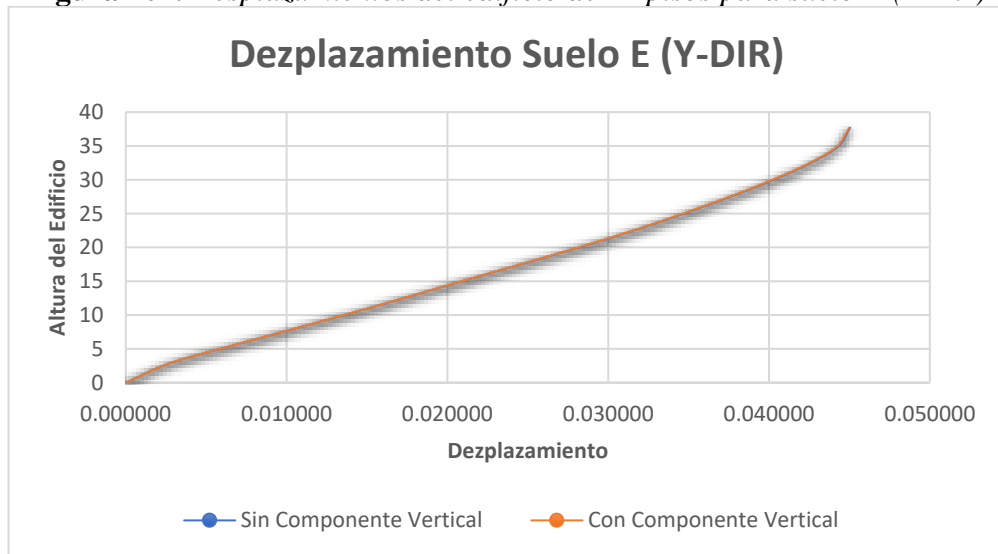
Fuente: Etabs 2017

Figura 100. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo E (X-Dir)



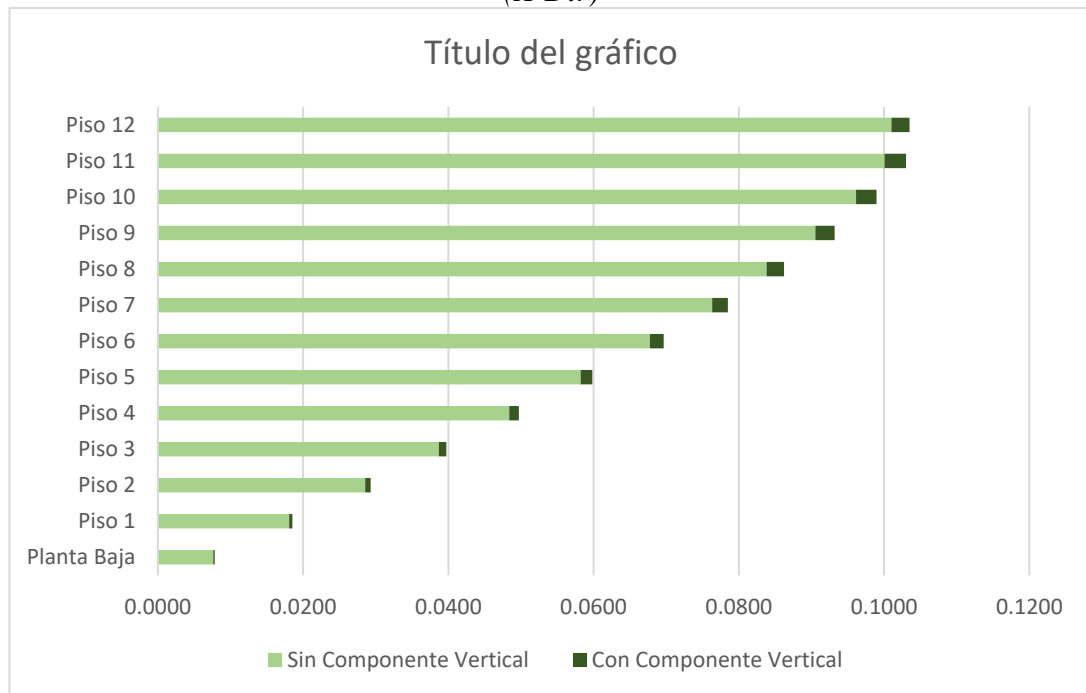
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 101. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo E (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

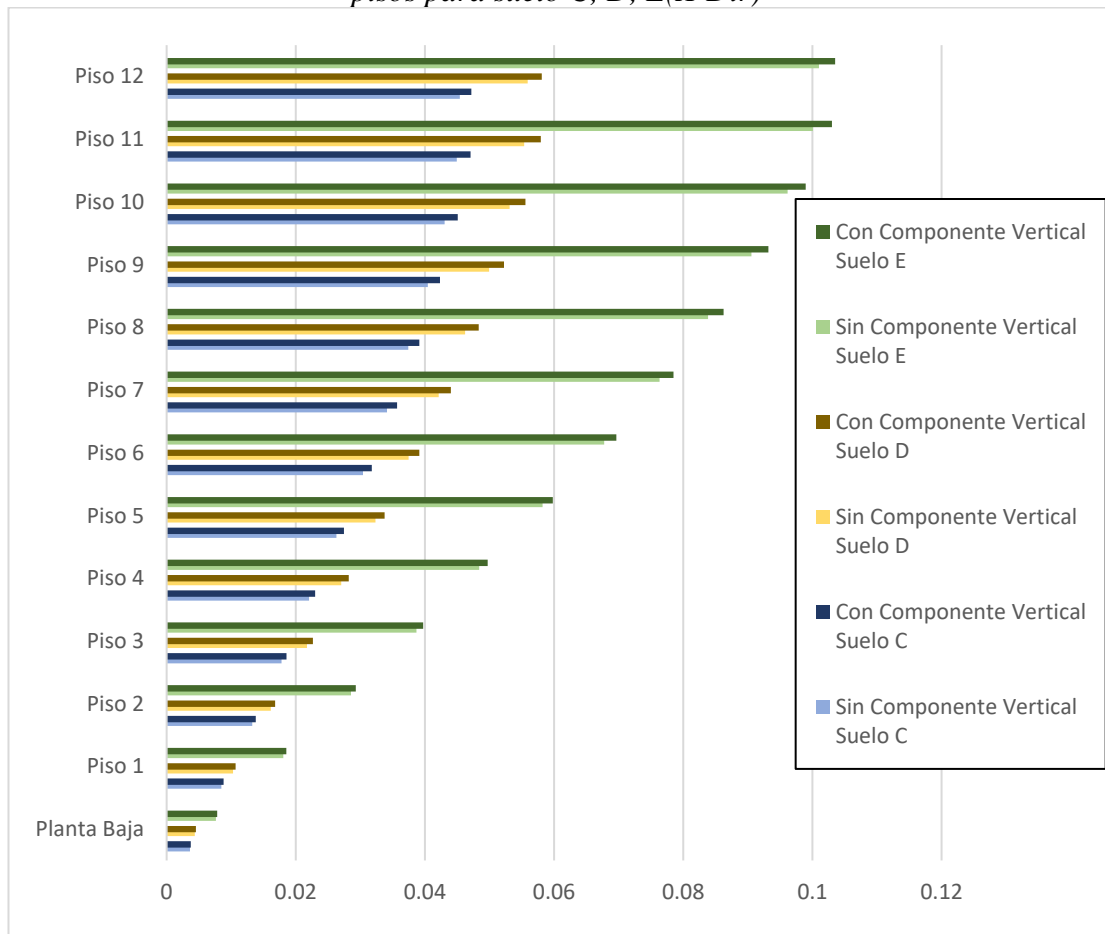
Figura 102. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

En la Figura 102 podemos observar el aumento de los desplazamientos en donde el color azul claro es el análisis de nuestro edificio sin tomar en cuenta los efectos verticales mientras que el color azul oscuro es el aumento que tienen las derivas de los diferentes pisos tomando en cuenta los efectos verticales.

Figura 103. Resumen de los Aumentos de los desplazamientos *del edificio de 12 pisos para suelo C, D, E(X-Dir)*



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

En la Figura 103 podemos observar el resumen de los aumentos de los desplazamientos que se tienen al momento de tomar en cuenta los efectos verticales. El color azul representa al suelo C, el color amarillo el suelo D y el color verde el suelo E. En la columna inferior podemos ver los desplazamientos que nuestro edificio de 12 pisos sin tomar en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales mientras que en la columna superior representada con una tonalidad más oscura podemos observar los desplazamientos de nuestro edificio tomando en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales del sismo.

Tabla 59. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	0.018353	0.014313	0.019153	0.014431	0.019153	0.014430
+11.60	0.016978	0.013003	0.017861	0.013130	0.017860	0.013129
+8.70	0.013862	0.010353	0.014566	0.010451	0.014566	0.010451
+5.80	0.009437	0.006726	0.009895	0.006775	0.009894	0.006775
+2.90	0.004197	0.002695	0.004377	0.002705	0.004377	0.002705

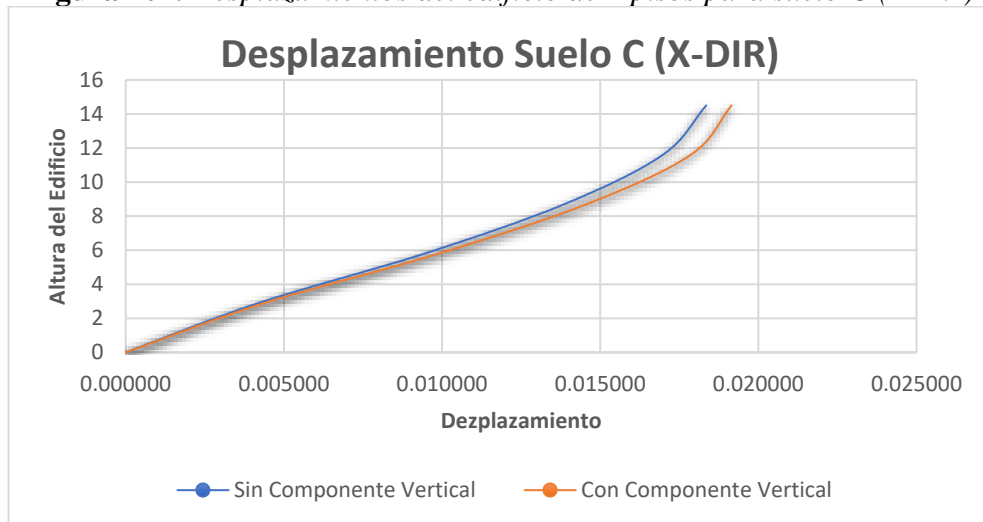
Fuente: Etabs 2017

Tabla 60. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+14.50	0.018353	0.019153	0.000800	4.36%
+11.60	0.016978	0.017861	0.000883	5.20%
+8.70	0.013862	0.014566	0.000704	5.08%
+5.80	0.009437	0.009895	0.000458	4.85%
+2.90	0.004197	0.004377	0.000180	4.29%

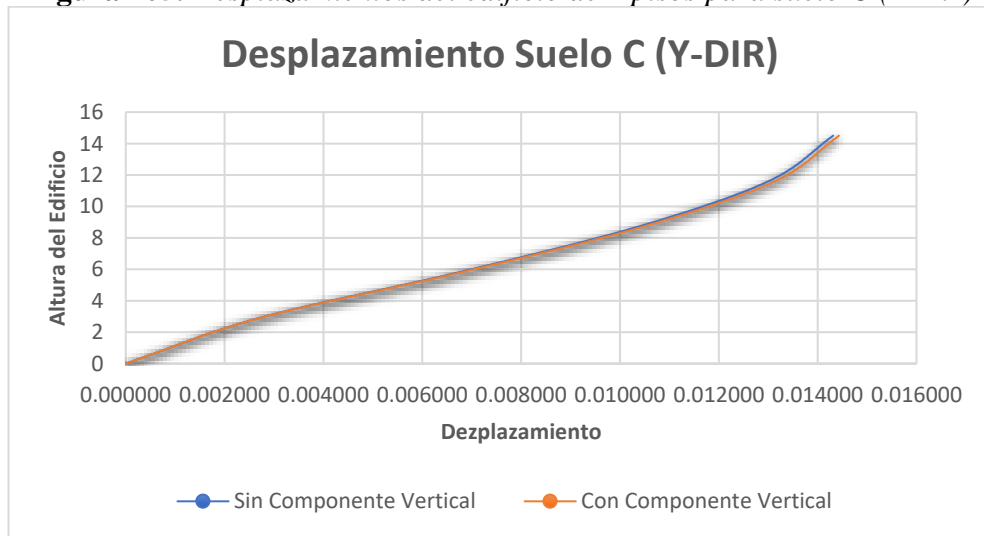
Fuente: Etabs 2017

Figura 104. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir)



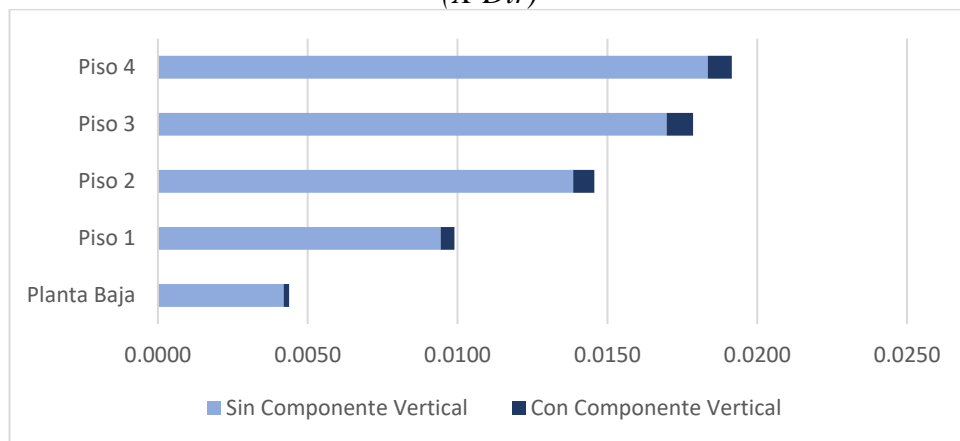
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 105. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 106. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo C (X-Dir)



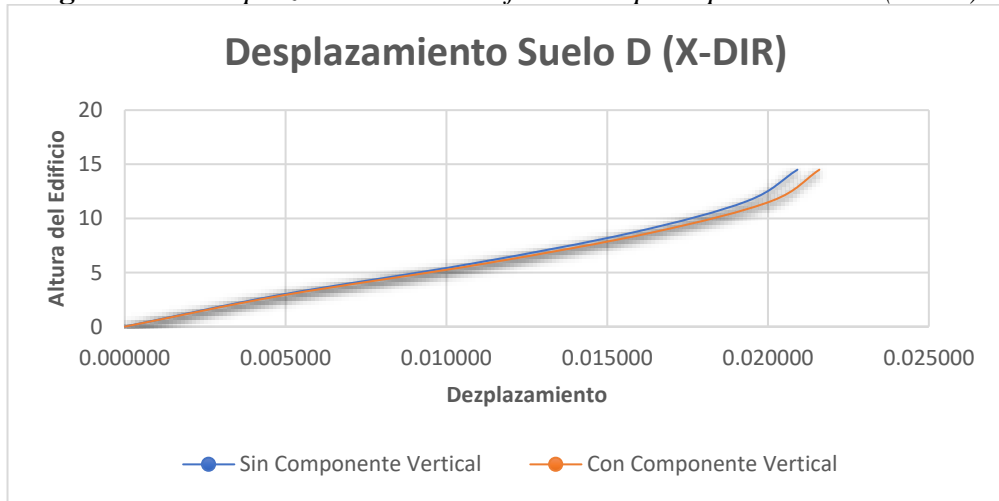
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 61. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+14.50	0.018353	0.019153	0.000800	4.36%
+11.60	0.016978	0.017861	0.000883	5.20%
+8.70	0.013862	0.014566	0.000704	5.08%
+5.80	0.009437	0.009895	0.000458	4.85%
+2.90	0.004197	0.004377	0.000180	4.29%

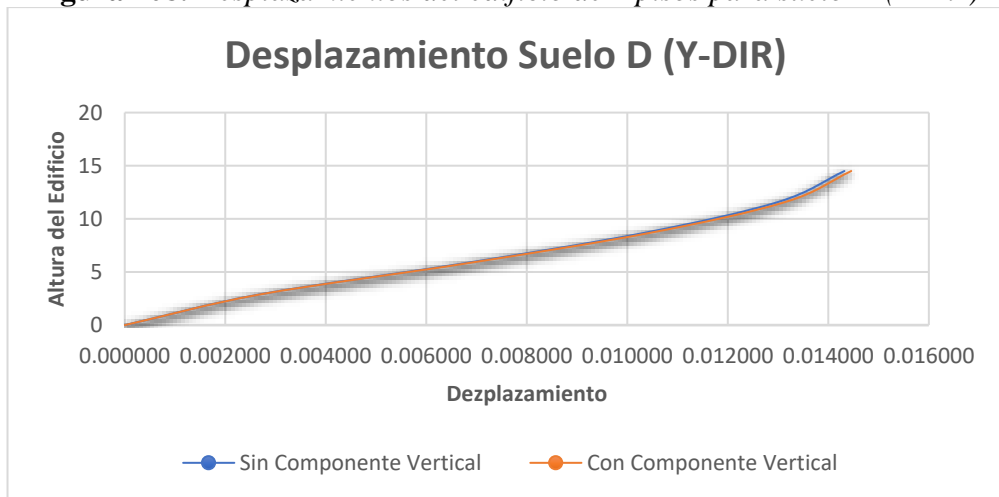
Fuente: Etabs 2017

Figura 107. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D (X-Dir)



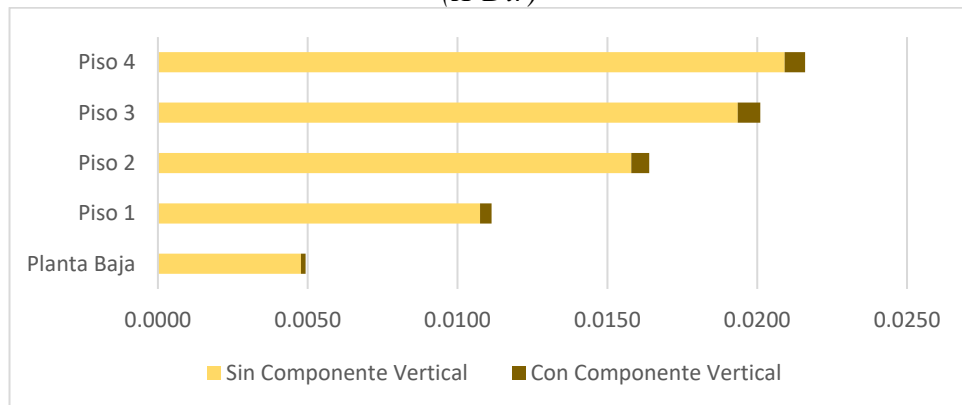
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 108. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D (Y-Dir)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 109. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D (X-Dir)



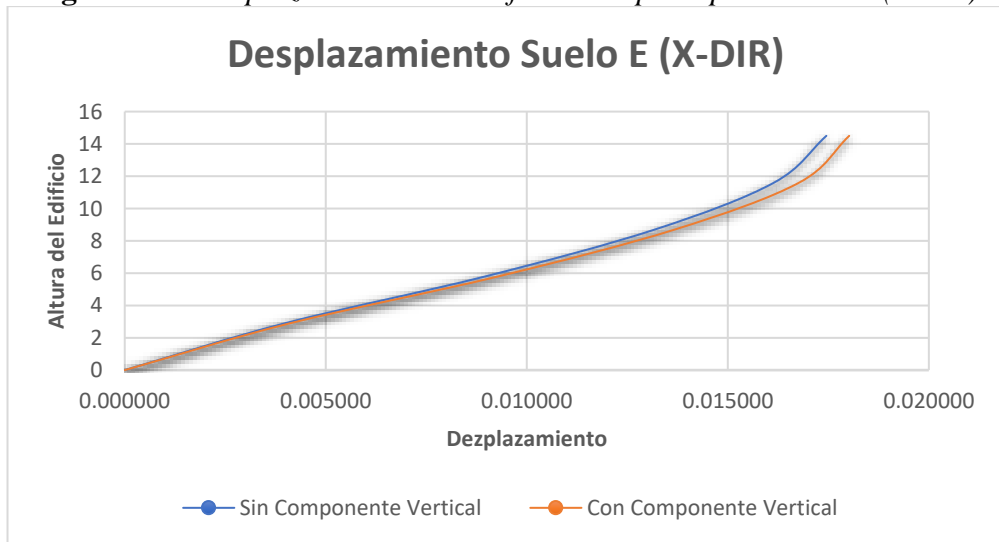
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 62. Aumentos de los desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Componente Vertical	Con Componente Vertical	Diferencia	Aumento en %
+14.50	0.018353	0.019153	0.000800	4.36%
+11.60	0.016978	0.017861	0.000883	5.20%
+8.70	0.013862	0.014566	0.000704	5.08%
+5.80	0.009437	0.009895	0.000458	4.85%
+2.90	0.004197	0.004377	0.000180	4.29%

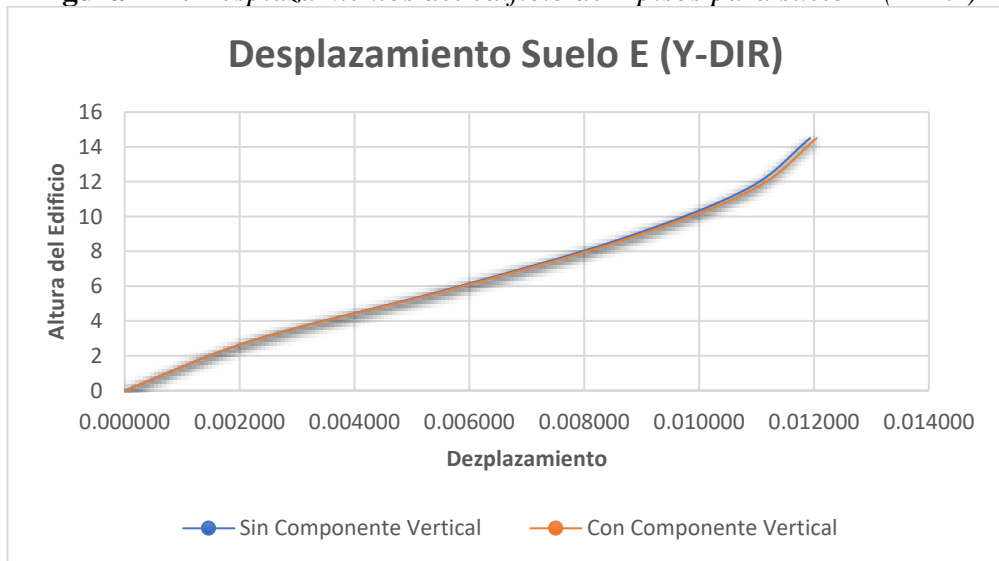
Fuente: Etabs 2017

Figura 110. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E (X-Dir)



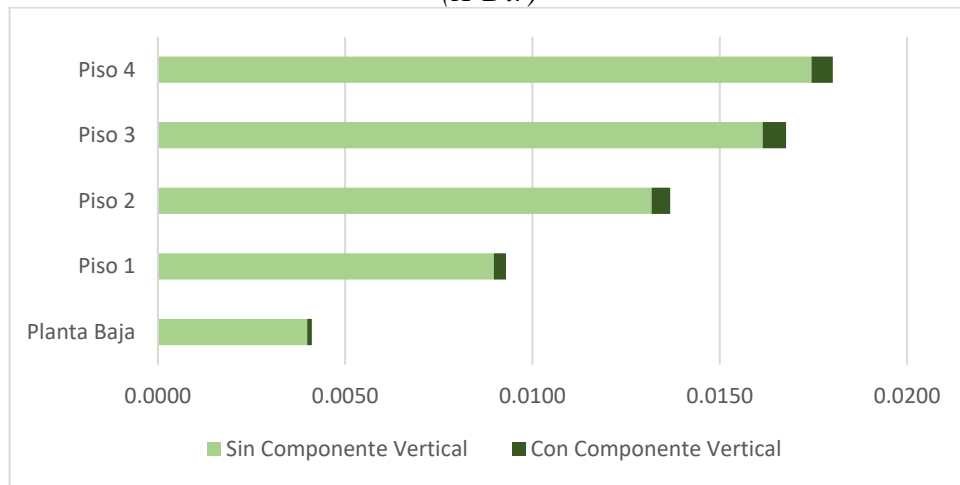
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 111. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E (Y-Dir)



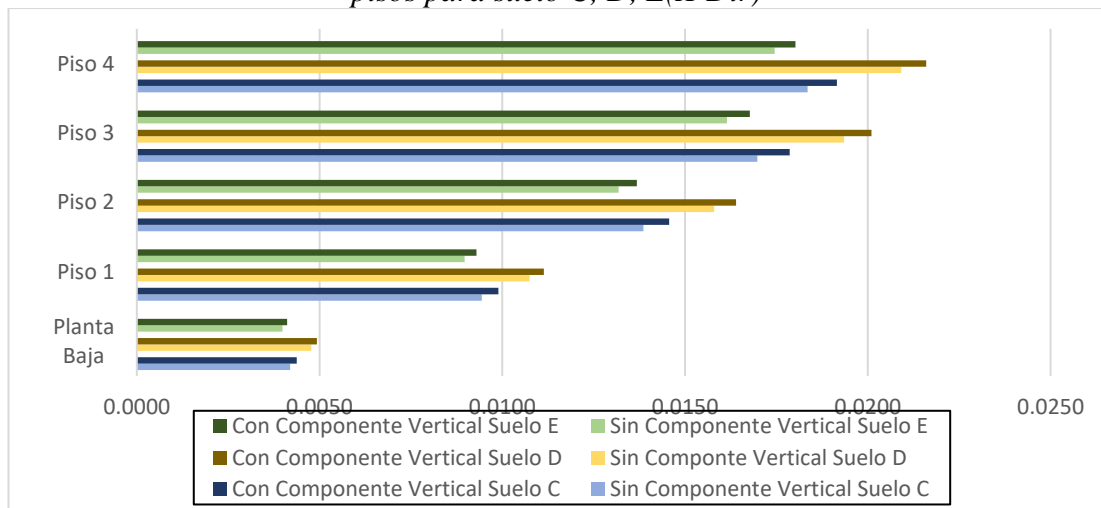
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 112. Aumentos de los desplazamientos *del edificio de 4 pisos para suelo E (X-Dir)*



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 113. Resumen de los Aumentos de los desplazamientos *del edificio de 12 pisos para suelo C, D, E(X-Dir)*



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

En la Figura 113 podemos observar el resumen de los aumentos de los desplazamientos que se tienen al momento de tomar en cuenta los efectos verticales. El color azul representa al suelo C, el color amarillo el suelo D y el color verde el suelo E. En la columna inferior podemos ver los desplazamientos que nuestro edificio de 4 pisos sin tomar en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales mientras que en la columna superior representada con una tonalidad más oscura podemos observar los

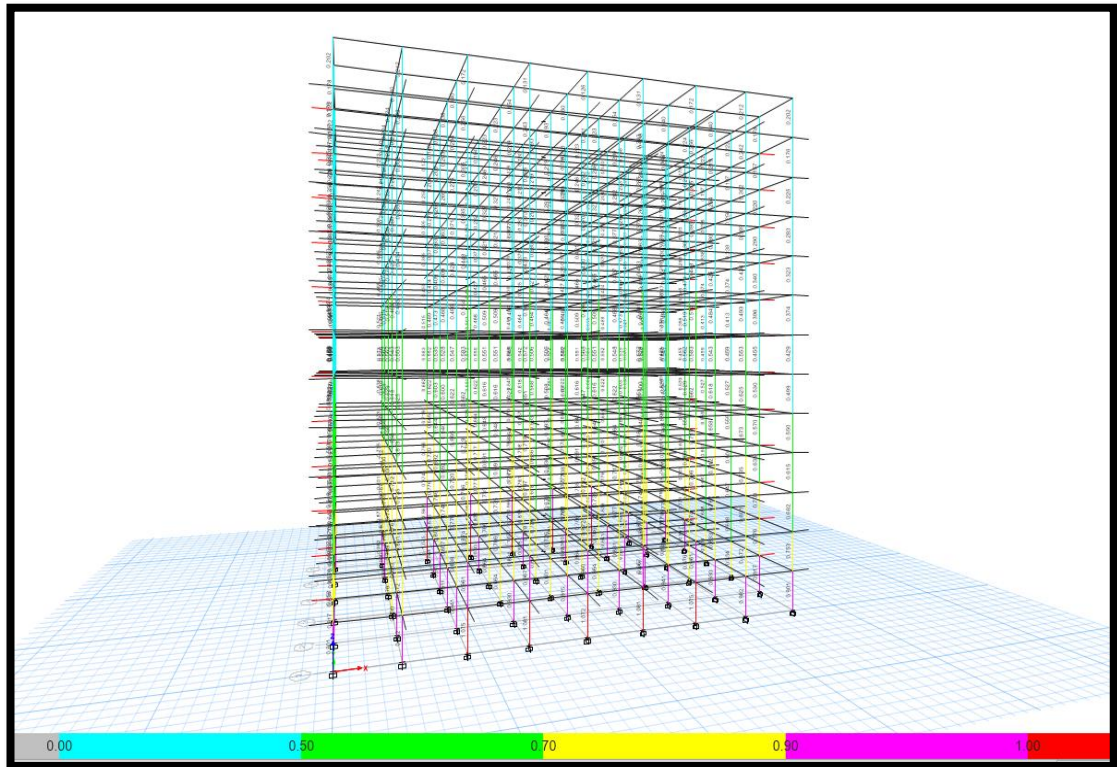
desplazamientos de nuestro edificio tomando en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales del sismo.

3.1.3.4 Columnas

Para este apartado se diseñará nuestro edificio utilizando la herramienta “Concrete Frame Design” de nuestro software ETABS. Una vez diseñado luego de cumplir con todos los chequeos que nos indica la NEC 2015 se elegirá 4 columnas (2 exteriores y 2 interiores) tomando en cuenta una crítica y una no crítica según nuestro modelado de ETABS tanto para columnas exteriores como interiores. De las columnas seleccionadas anteriormente se evaluará la combinación de carga que dio los resultados más altos y a partir de ahí se comparará tomando en cuenta los efectos verticales con el espectro de la NEC 2015 y el espectro de microzonificación de Ambato para los suelos C, D, E. Analizaremos las mismas columnas tanto en el edificios de 12 pisos y como en el de 4 pisos [30]

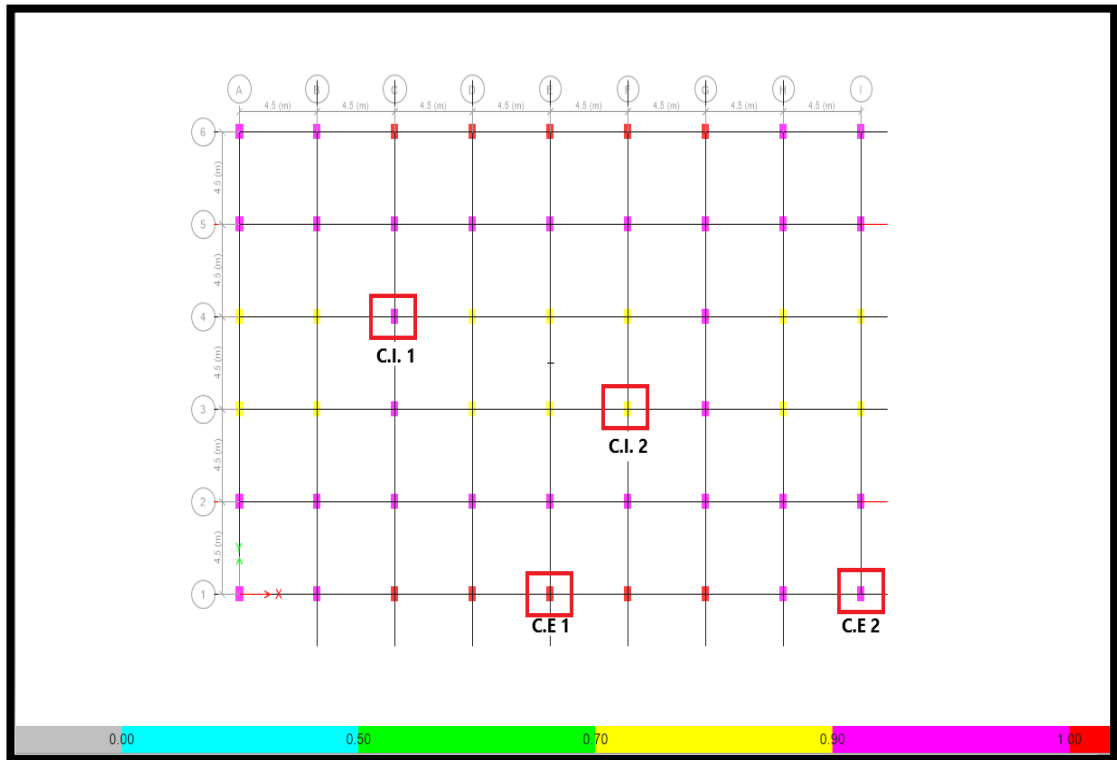
El diseño que obtuvo los valores mayores fue utilizando la combinación $1.2 D + L \pm E$, por lo cual todos los datos a continuación serán comparados con esta. En las siguientes tablas se presenta el resumen de los resultados en donde se hace una comparación entre los tres suelos (C, D, E). Los resultados completos de los suelos C, D y E se encuentran en Anexos.

Figura 114. Diseño del edificio de 12 pisos para suelo D (X-Dir)



Fuente: Etabs 2017

Figura 115. Selección de Columnas



Fuente: Etabs 2017

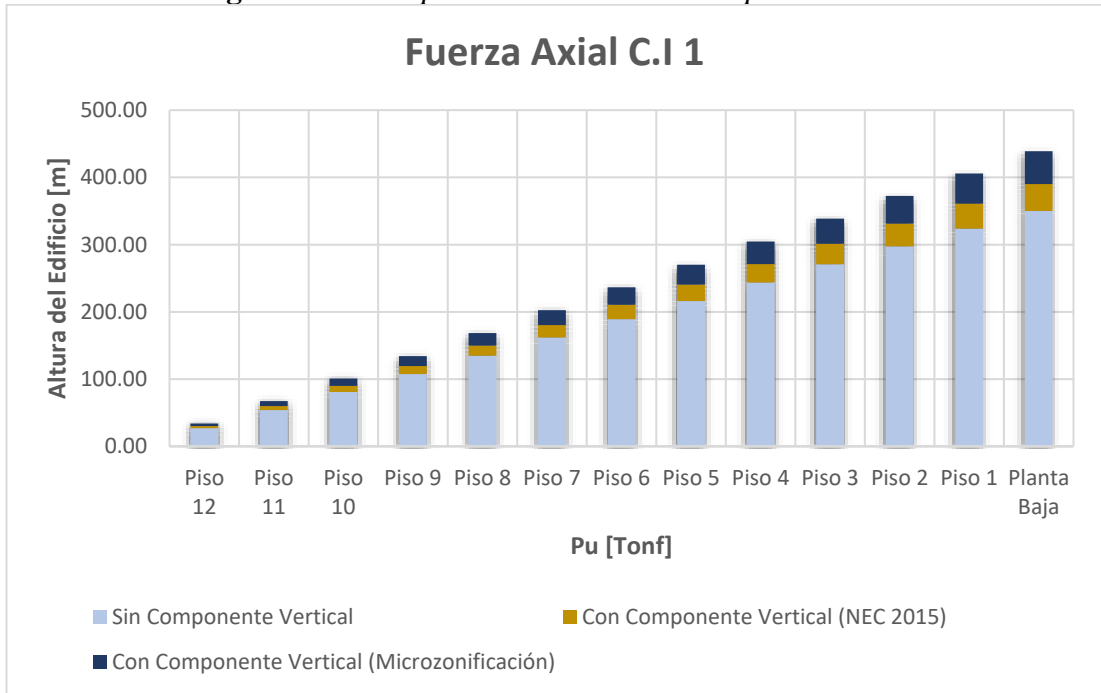
En las tablas vamos a presentar el aumento de la carga axial que tienen las columnas tomando en cuenta dos consideraciones. La primera es restando el valor que obtuvimos tomando en cuenta los efectos verticales de la NEC 2015 con el valor que obtuvimos sin tomar en cuenta los efectos verticales y la segunda restando el valor que obtuvimos tomando en cuenta los efectos verticales del estudio de microzonificación con el valor que se obtuvo sin tomar en cuenta los efectos verticales. Luego de eso realizamos una regla de tres en donde el valor analizado de la componente sin tomar en cuenta los efectos verticales representa el 100% y determinamos cuanto porcentaje equivale la diferencia de los valores explicados anteriormente. Los resultados completos lo pueden encontrar en anexos.

Tabla 63. Aumento de P_u de C.I. 1 para suelos C, D, E

ALTURA	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	P_U	P_U	P_U	P_U	P_U	P_U
[m]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
37.7	11.21%	13.67%	11.47%	13.09%	9.10%	20.06%
34.8	11.16%	13.65%	11.44%	13.06%	9.05%	19.95%
31.9	11.18%	13.66%	11.45%	13.07%	9.07%	19.99%
29	11.19%	13.68%	11.47%	13.09%	9.09%	20.03%
26.1	11.20%	13.69%	11.48%	13.10%	9.10%	20.06%
23.2	11.21%	13.70%	11.49%	13.12%	9.12%	20.10%
20.3	11.23%	13.72%	11.51%	13.15%	9.14%	20.16%
17.4	11.26%	13.74%	11.53%	13.17%	9.17%	20.22%
14.5	11.28%	13.76%	11.56%	13.21%	9.21%	20.31%
11.6	11.32%	13.79%	11.58%	13.25%	9.25%	20.41%
8.7	11.36%	13.83%	11.62%	13.29%	9.30%	20.53%
5.8	11.40%	13.87%	11.66%	13.34%	9.36%	20.67%
2.9	11.45%	13.92%	11.72%	13.41%	9.44%	20.85%

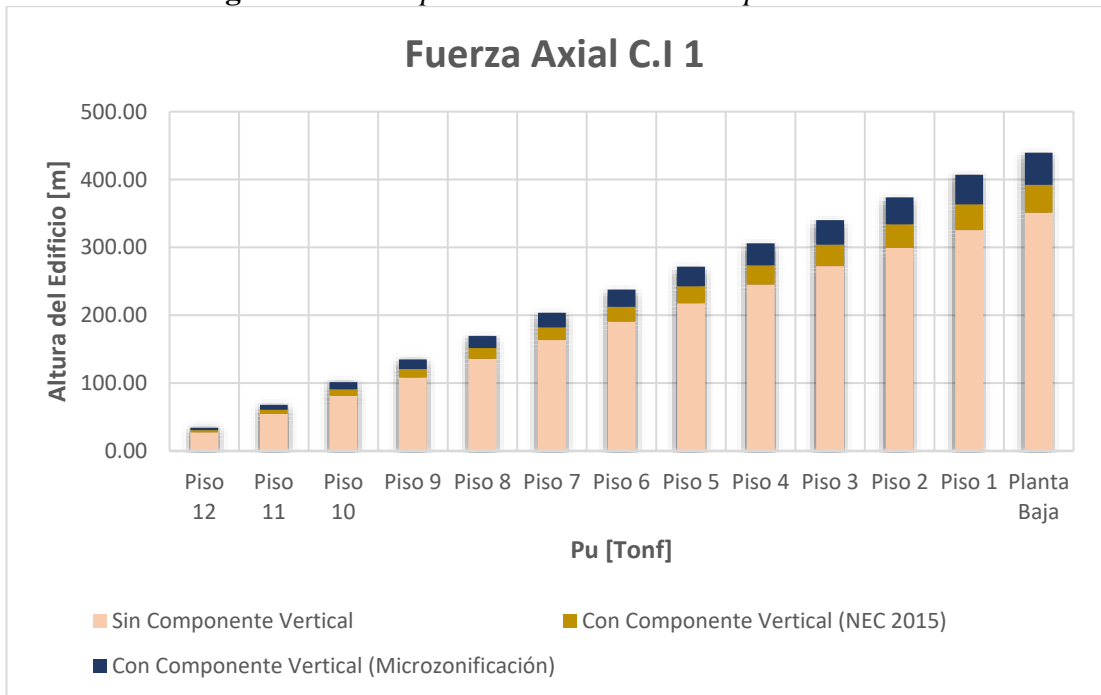
Fuente: *Etabs 2017*

Figura 116. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo C



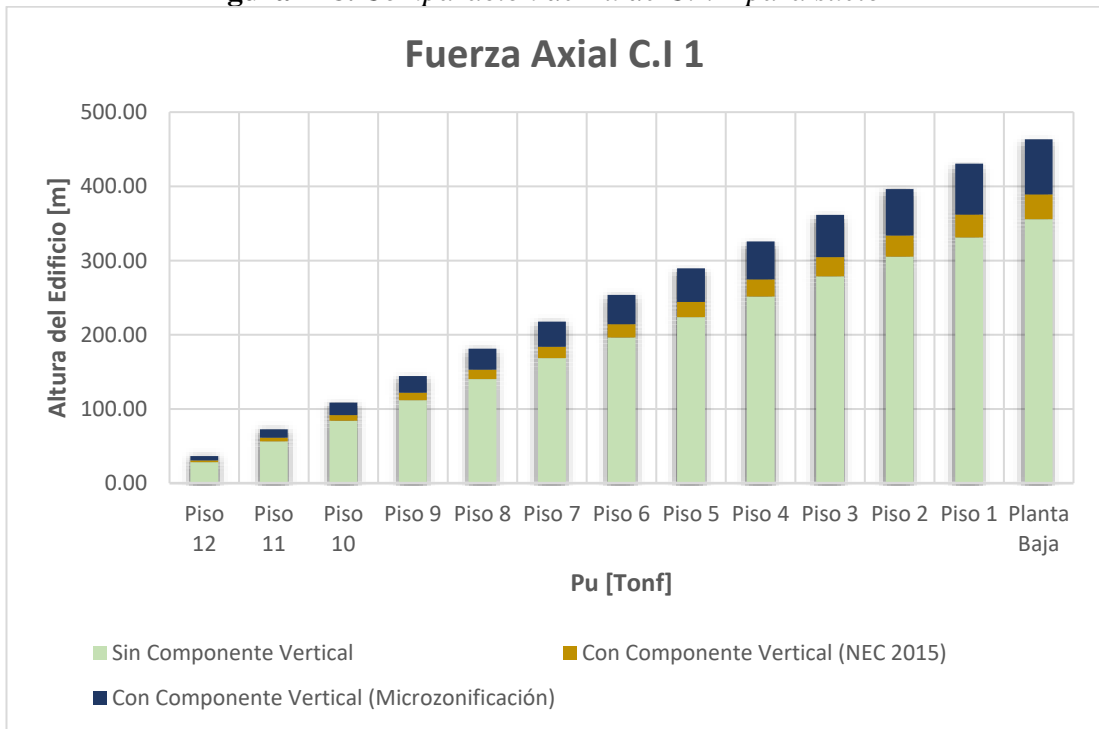
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 117. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo D



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 118. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo E



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

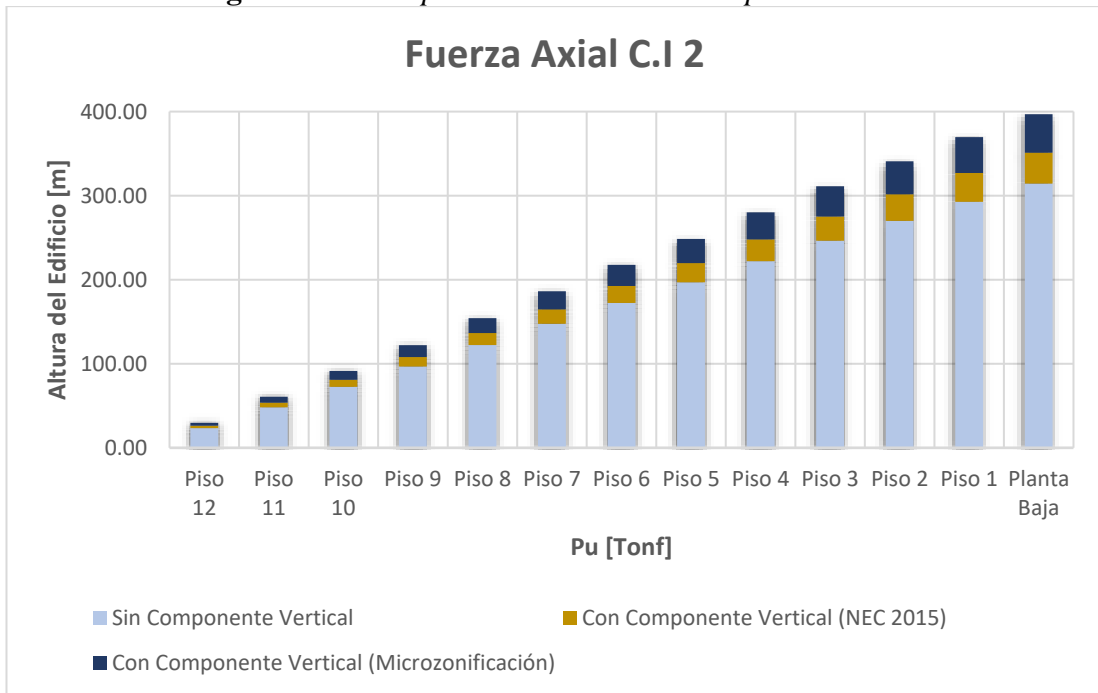
En la Figura 116, 117, 118 podemos observar el resumen de los aumentos de la carga axial de las columnas que se tienen al momento de tomar en cuenta los efectos verticales. El color azul representa al suelo C, el color rojo el suelo D y el color verde el suelo E, todos estos expresados sin tomar en cuenta los efectos de la componente vertical. El color amarillo oscuro en la parte intermedia representa el aumento de la carga axial que se obtiene tomando en cuenta los efectos verticales de la NEC 15 mientras que el color azul oscuro en la parte superior representa el aumento que se tiene de la carga axial tomando en cuenta los efectos verticales obtenidos por el estudio de microzonificación de Ambato y el ASCE 7- 16.

Tabla 64. Aumento de Pu de C.I. 2 para suelos C, D, E

ALTURA [m]	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	P _U [%]	P _U [%]	P _U [%]	P _U [%]	P _U [%]	P _U [%]
37.7	11.70%	14.58%	12.45%	14.29%	10.11%	22.27%
34.8	11.65%	14.59%	12.48%	14.30%	10.13%	22.28%
31.9	11.64%	14.59%	12.48%	14.30%	10.13%	22.28%
29	11.64%	14.58%	12.48%	14.29%	10.13%	22.27%
26.1	11.64%	14.58%	12.48%	14.29%	10.13%	22.27%
23.2	11.64%	14.58%	12.47%	14.29%	10.12%	22.26%
20.3	11.65%	14.57%	12.47%	14.28%	10.12%	22.25%
17.4	11.65%	14.56%	12.45%	14.28%	10.11%	22.24%
14.5	11.66%	14.56%	12.44%	14.27%	10.10%	22.23%
11.6	11.67%	14.55%	12.43%	14.26%	10.09%	22.21%
8.7	11.69%	14.54%	12.42%	14.26%	10.08%	22.20%
5.8	11.70%	14.53%	12.40%	14.25%	10.06%	22.18%
2.9	11.72%	14.51%	12.38%	14.24%	10.05%	22.16%

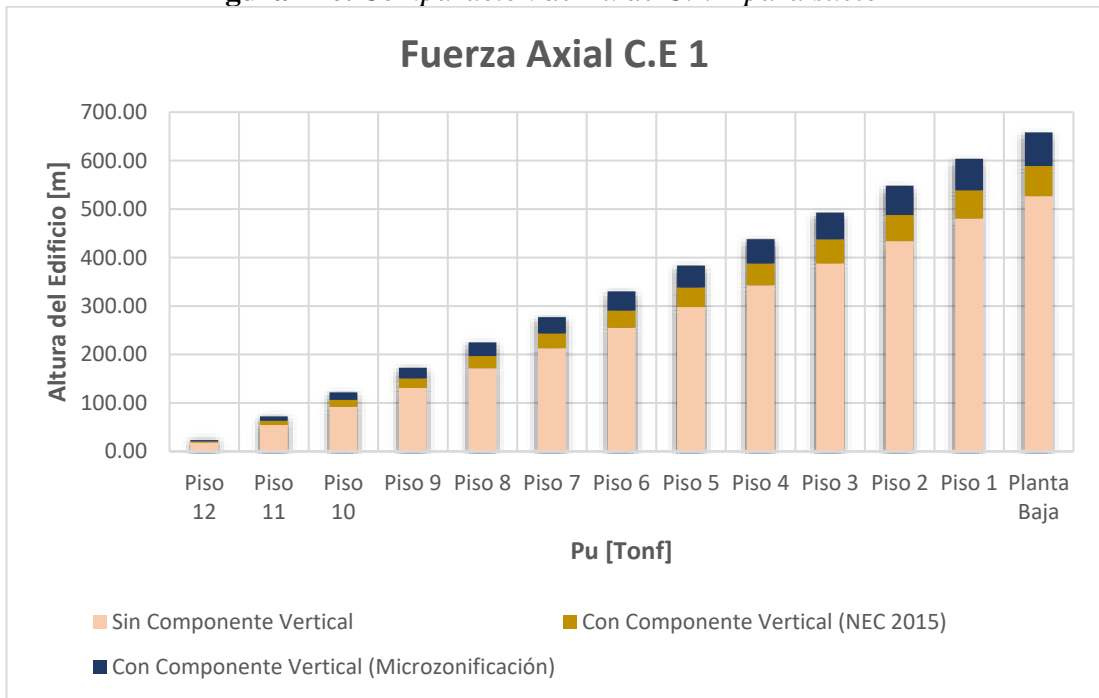
Fuente: Etabs 2017

Figura 119. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo C



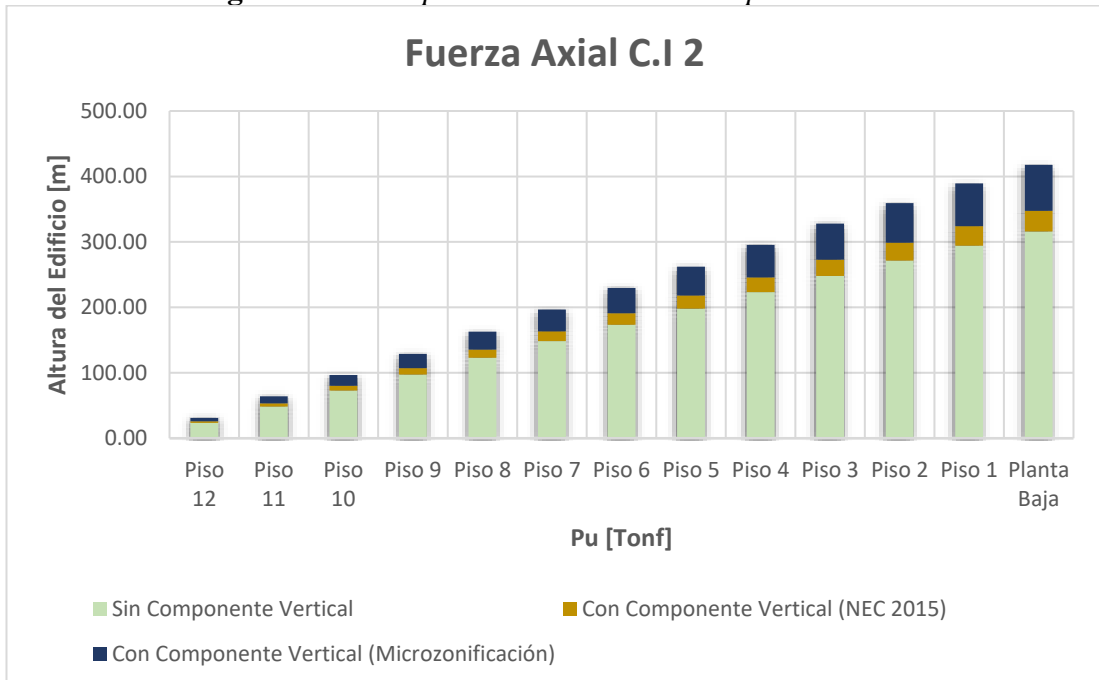
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 120. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo D



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 121. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo E



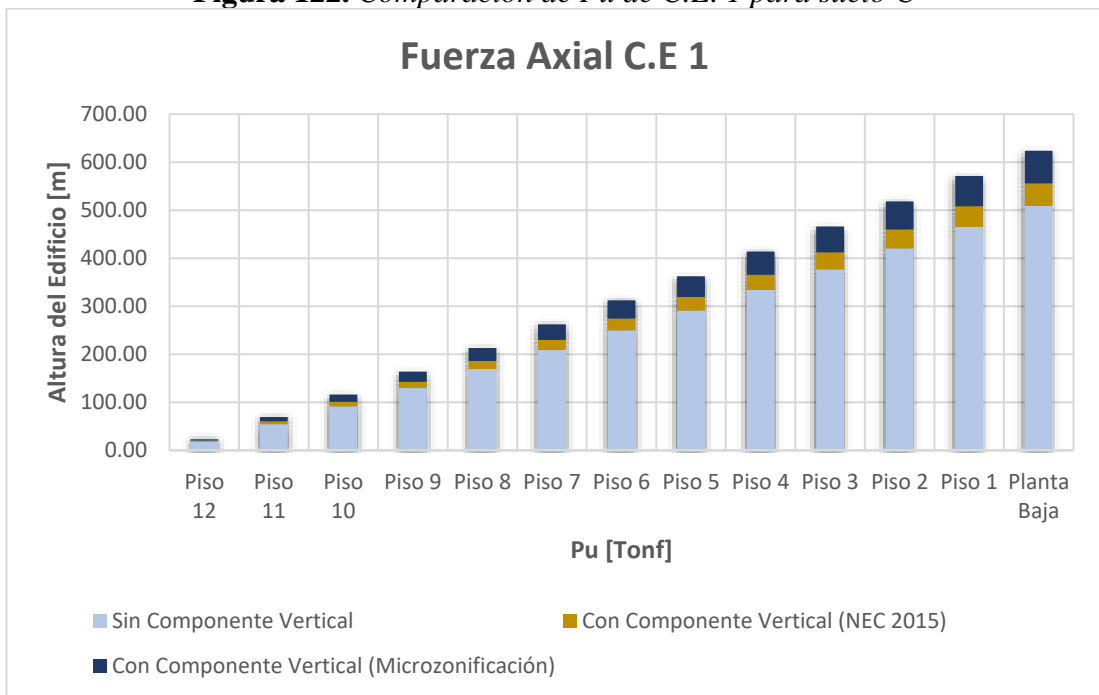
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Tabla 65. Aumento de Pu de C.E. 1 para suelos C, D, E

ALTURA	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U
[m]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
37.7	11.81%	15.39%	12.88%	14.82%	10.60%	22.90%
34.8	10.71%	16.44%	15.12%	16.98%	12.35%	25.54%
31.9	10.35%	16.38%	15.18%	16.98%	12.28%	25.22%
29	10.13%	16.18%	15.02%	16.77%	12.03%	24.69%
26.1	9.95%	15.83%	14.64%	16.35%	11.62%	23.88%
23.2	9.81%	15.49%	14.25%	15.93%	11.23%	23.13%
20.3	9.70%	15.15%	13.88%	15.52%	10.86%	22.42%
17.4	9.60%	14.84%	13.52%	15.13%	10.51%	21.76%
14.5	9.50%	14.49%	13.13%	14.70%	10.13%	21.04%
11.6	9.42%	14.17%	12.75%	14.29%	9.79%	20.38%
8.7	9.33%	13.85%	12.39%	13.89%	9.46%	19.76%
5.8	9.25%	13.54%	12.04%	13.51%	9.16%	19.18%
2.9	9.20%	13.27%	11.74%	13.18%	8.90%	18.71%

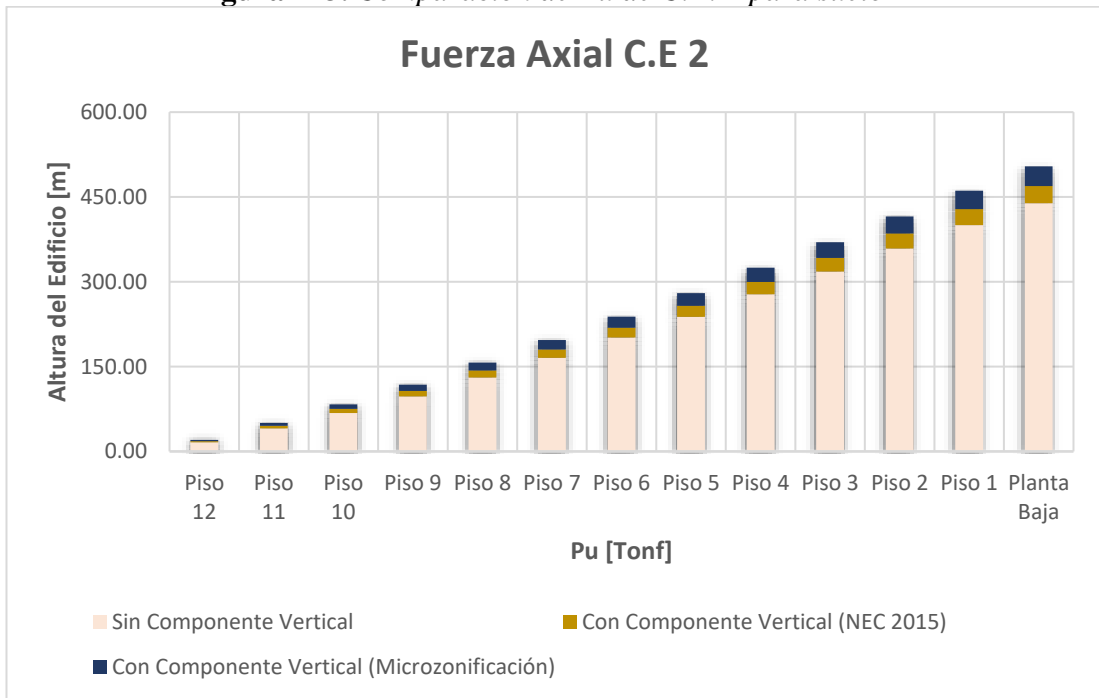
Fuente: *Etabs 2017*

Figura 122. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo C



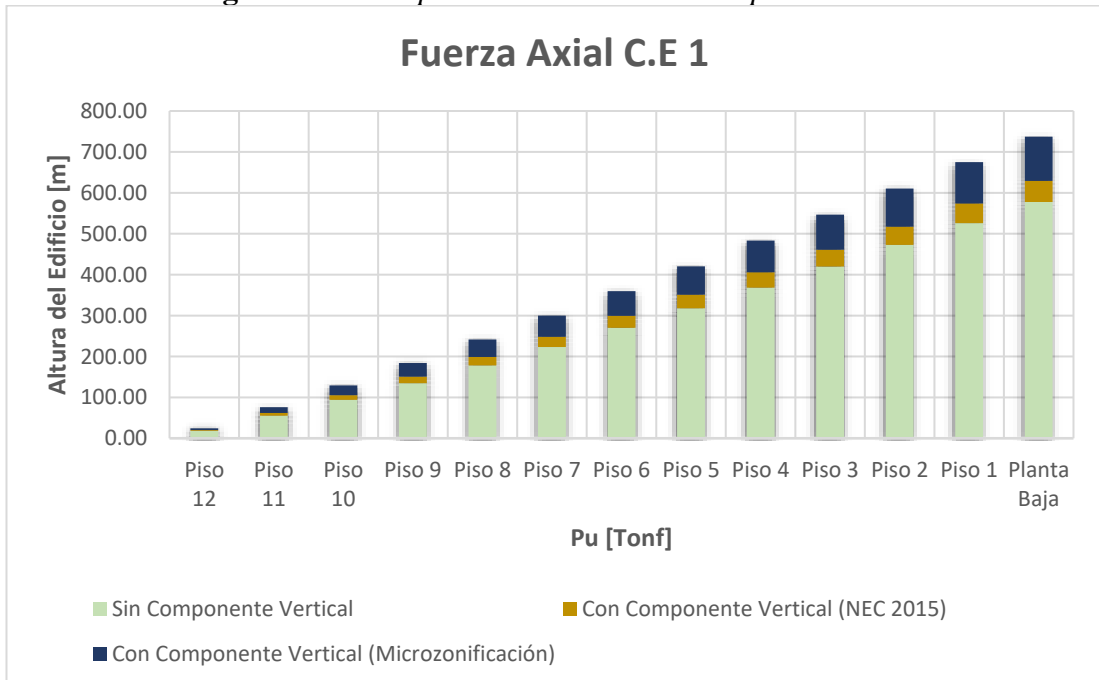
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 123. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo D



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 124. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo E



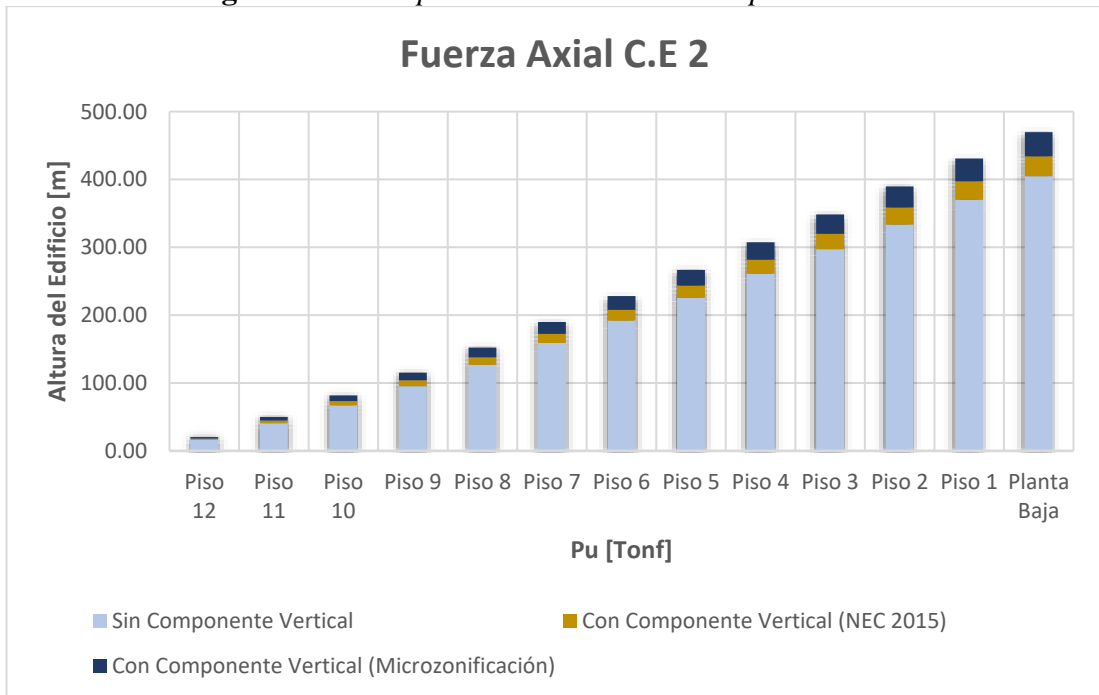
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Tabla 66. Aumento de Pu de C.E. 2 para suelos C, D, E

ALTURA	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U
[m]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
37.7	10.82%	13.48%	11.73%	13.52%	9.76%	20.80%
34.8	10.08%	12.89%	11.08%	12.65%	9.09%	19.14%
31.9	9.52%	12.32%	10.42%	11.87%	8.27%	17.39%
29	9.10%	11.83%	9.88%	11.25%	7.62%	16.03%
26.1	8.74%	11.32%	9.35%	10.65%	7.01%	14.78%
23.2	8.46%	10.89%	8.92%	10.16%	6.53%	13.80%
20.3	8.23%	10.51%	8.54%	9.73%	6.12%	12.96%
17.4	8.03%	10.19%	8.21%	9.37%	5.78%	12.28%
14.5	7.83%	9.87%	7.89%	9.01%	5.45%	11.62%
11.6	7.65%	9.58%	7.61%	8.70%	5.18%	11.08%
8.7	7.48%	9.30%	7.34%	8.40%	4.94%	10.59%
5.8	7.31%	9.04%	7.10%	8.14%	4.72%	10.15%
2.9	7.17%	8.83%	6.91%	7.93%	4.55%	9.82%

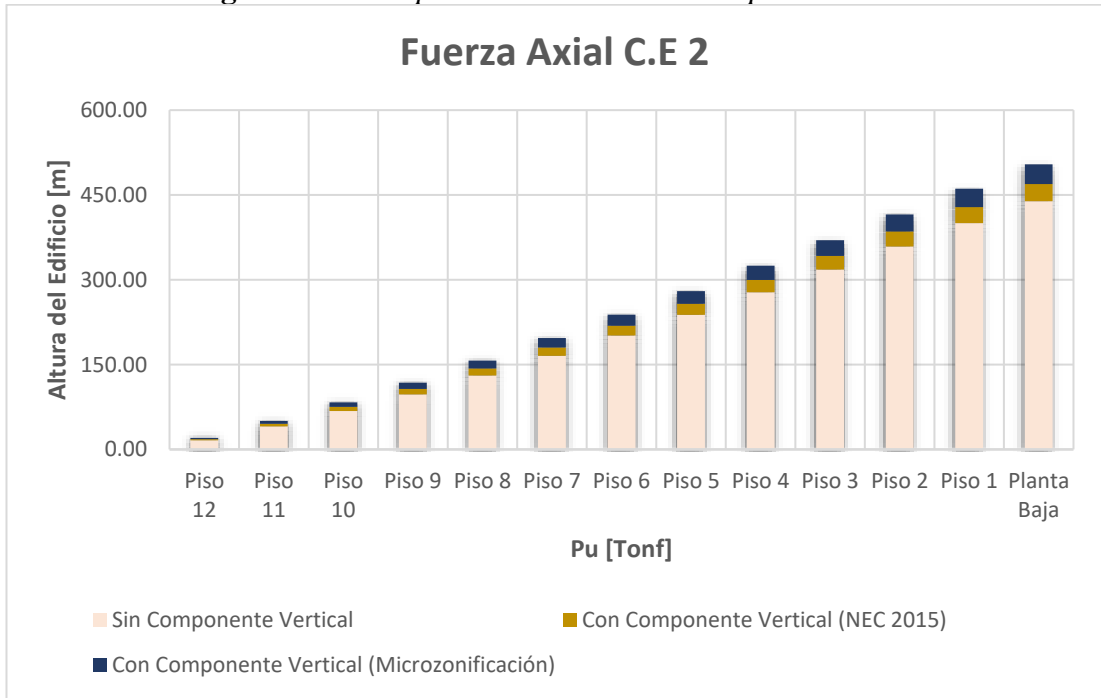
Fuente: *Etabs 2017*

Figura 125. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo C



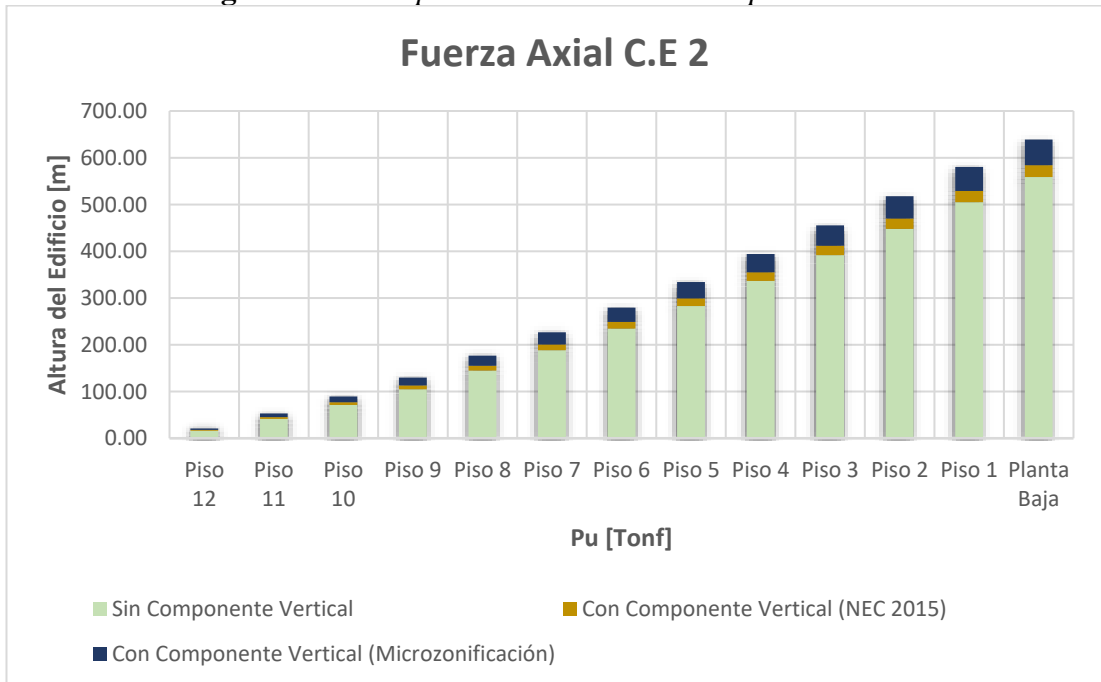
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 126. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo D



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 127. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo D



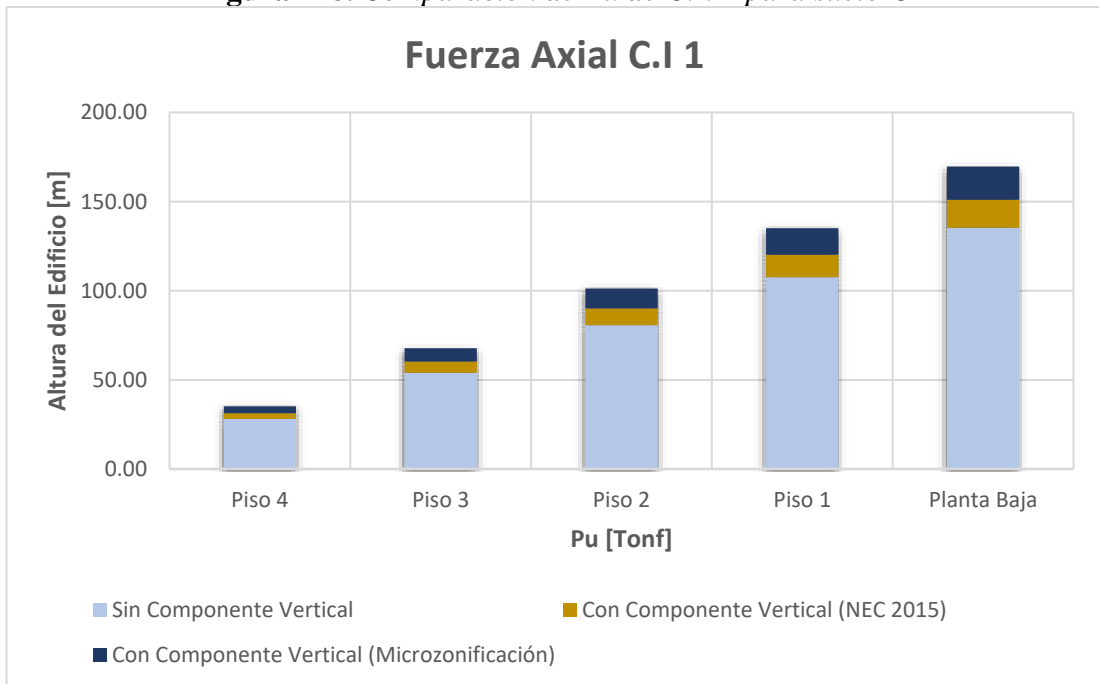
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Tabla 67. Aumento de Pu de C.I. 1 para suelos C, D, E

ALTURA	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U
[m]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
14.5	11.57%	13.74%	11.58%	14.47%	9.42%	21.02%
11.6	11.67%	13.85%	11.67%	14.58%	9.50%	21.17%
8.7	11.69%	13.87%	11.68%	14.59%	9.51%	21.18%
5.8	11.67%	13.85%	11.65%	14.56%	9.50%	21.15%
2.9	11.58%	13.75%	11.55%	14.44%	9.42%	21.03%

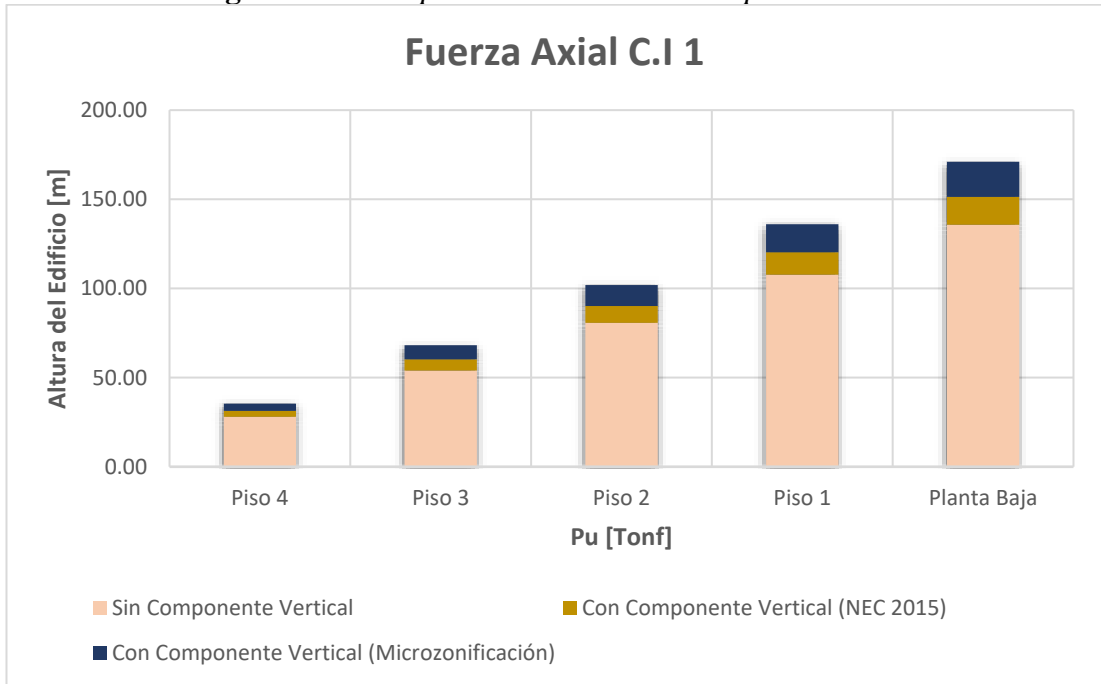
Fuente: Etabs 2017

Figura 128. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo C



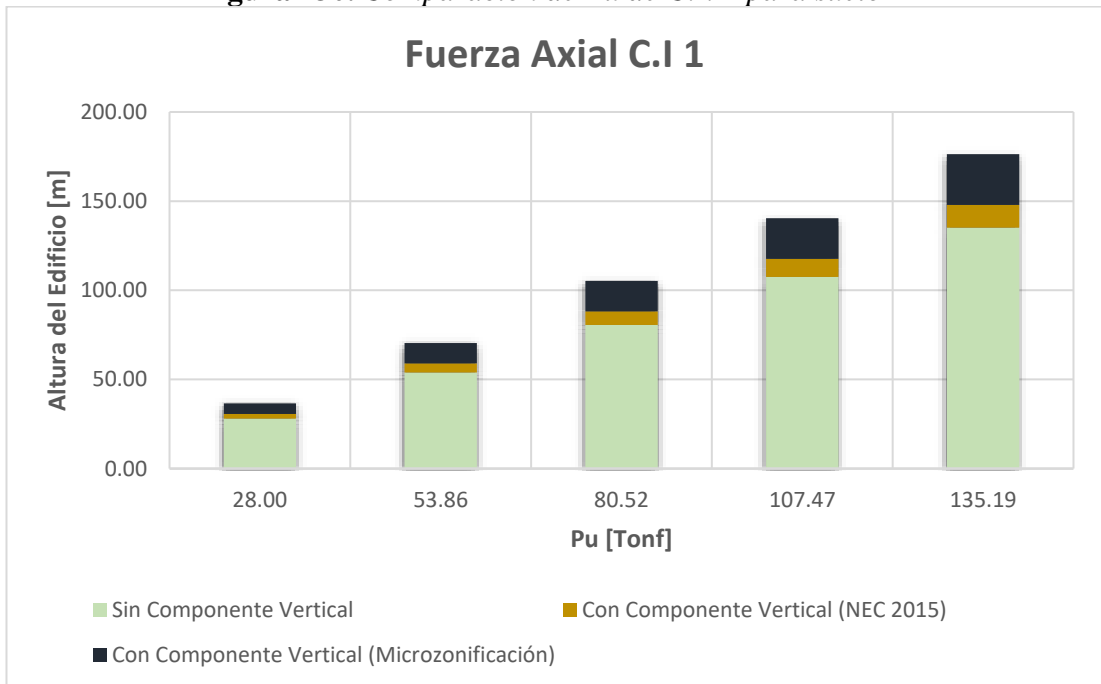
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 129. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo D



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 130. Comparación de Pu de C.I. 1 para suelo E



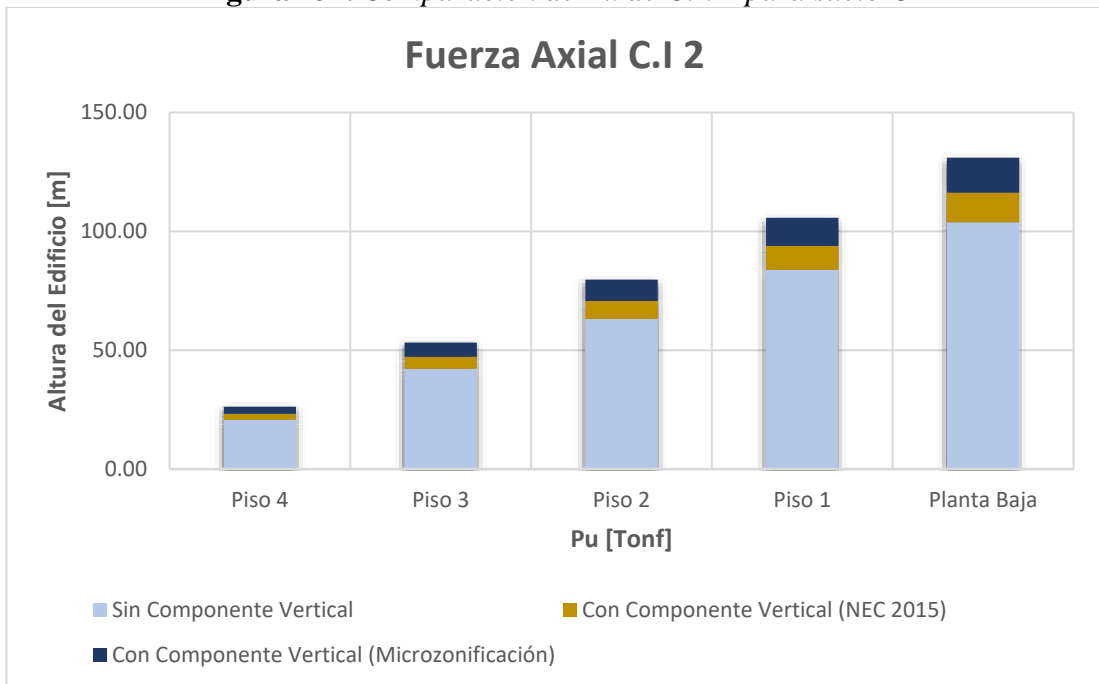
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 68. Aumento de P_u de C.I. 2 para suelos C, D, E

ALTURA	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	P_U	P_U	P_U	P_U	P_U	P_U
[m]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
14.5	11.95%	14.19%	11.95%	14.93%	9.71%	21.65%
11.6	11.92%	14.16%	11.92%	14.90%	9.69%	21.61%
8.7	11.93%	14.16%	11.93%	14.91%	9.69%	21.62%
5.8	11.93%	14.17%	11.93%	14.91%	9.70%	21.63%
2.9	11.94%	14.18%	11.94%	14.93%	9.70%	21.64%

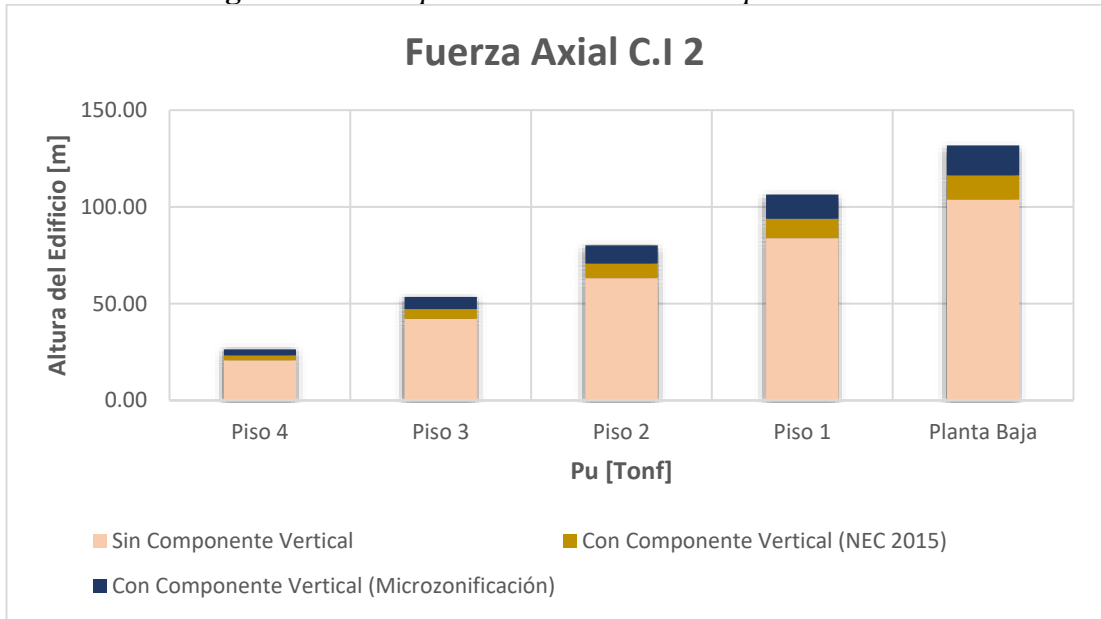
Fuente: Etabs 2017

Figura 131. Comparación de P_u de C.I. 2 para suelo C



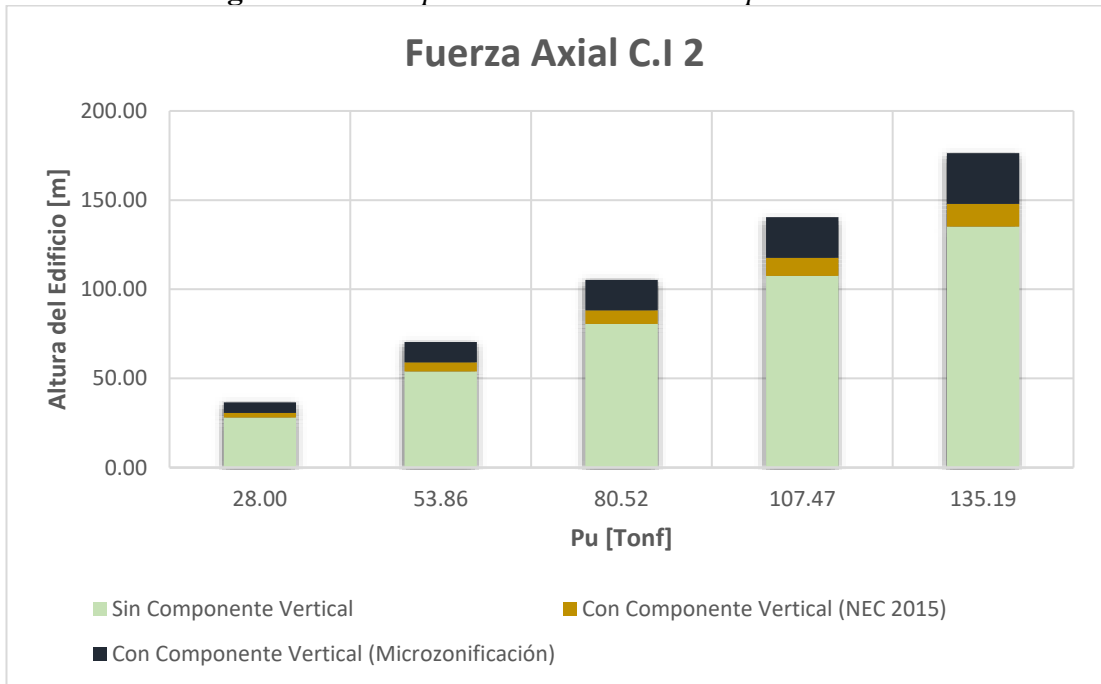
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 132. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo D



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 133. Comparación de Pu de C.I. 2 para suelo E



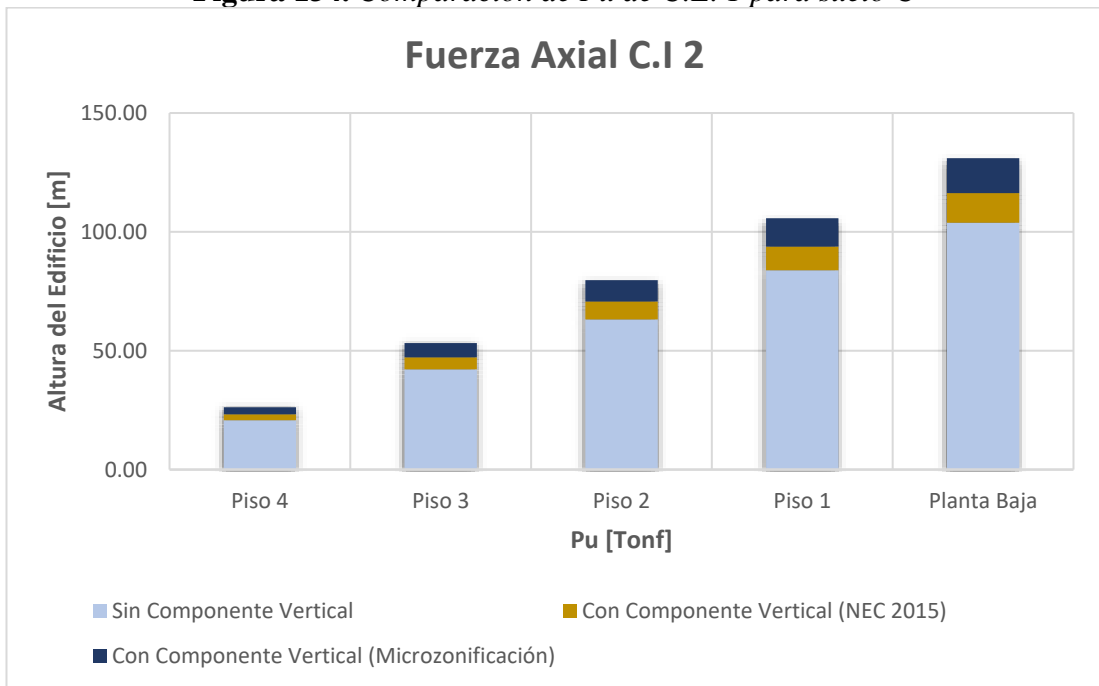
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Tabla 69. Aumento de Pu de C.E. 1 para suelos C, D, E

ALTURA	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U
	[m]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
14.5	11.51%	13.66%	11.51%	14.37%	9.36%	20.82%
11.6	11.54%	13.69%	11.54%	14.41%	9.38%	20.89%
8.7	11.56%	13.72%	11.56%	14.44%	9.40%	20.94%
5.8	11.59%	13.76%	11.59%	14.48%	9.42%	20.99%
2.9	11.56%	13.74%	11.56%	14.46%	9.40%	20.98%

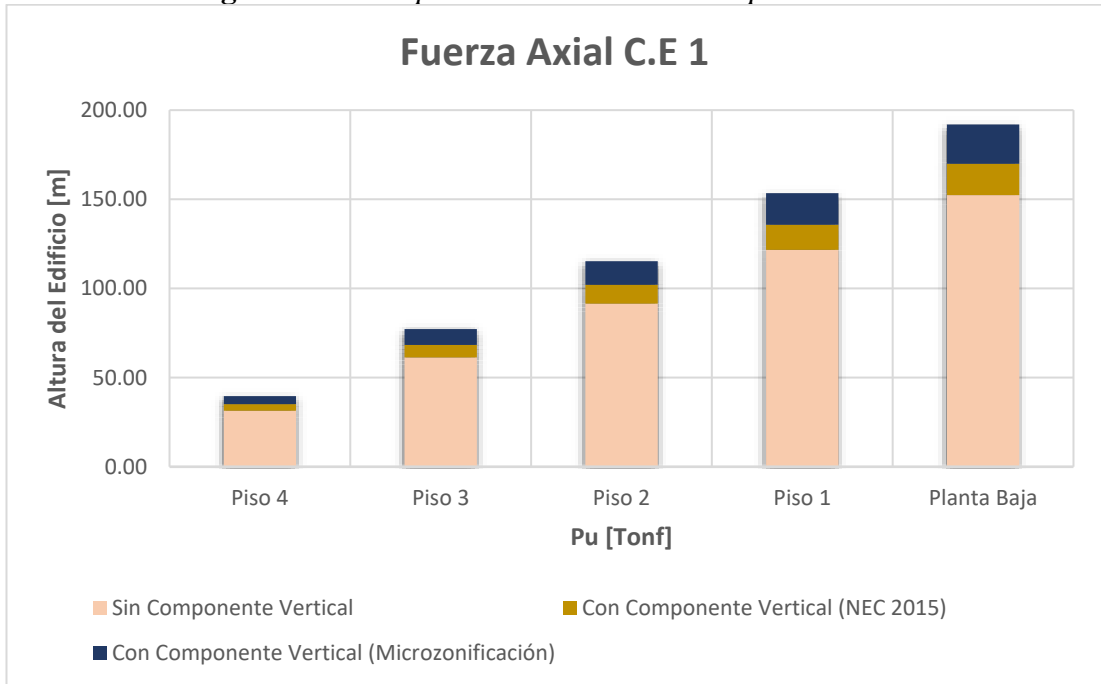
Fuente: *Etabs 2017*

Figura 134. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo C



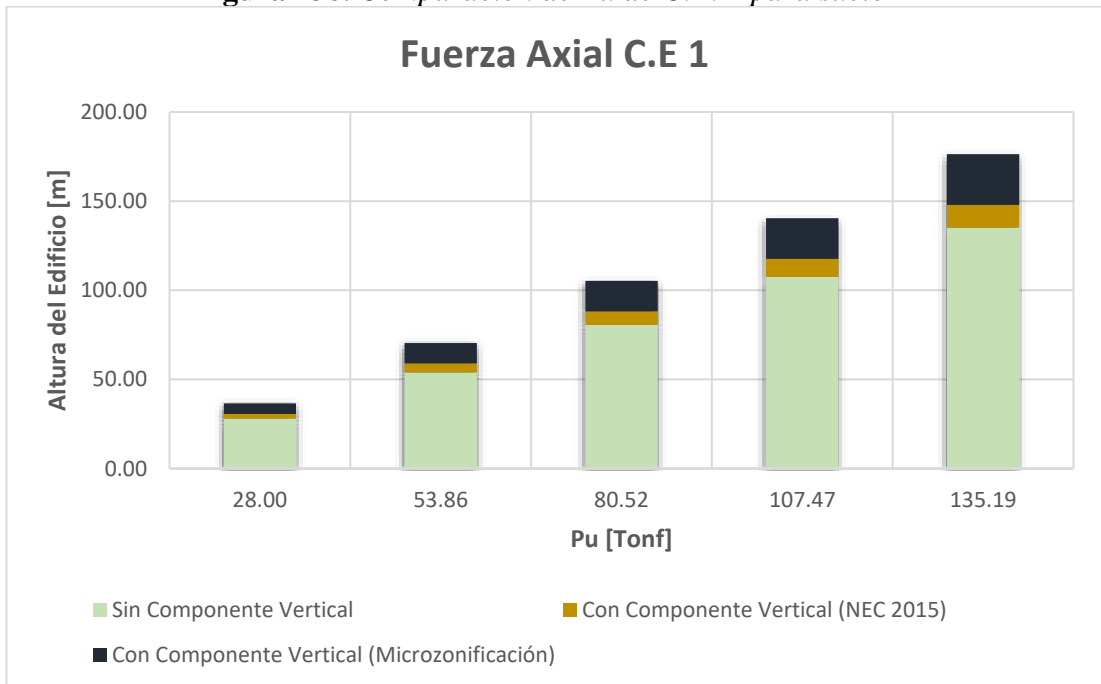
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 135. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo D



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 136. Comparación de Pu de C.E. 1 para suelo E



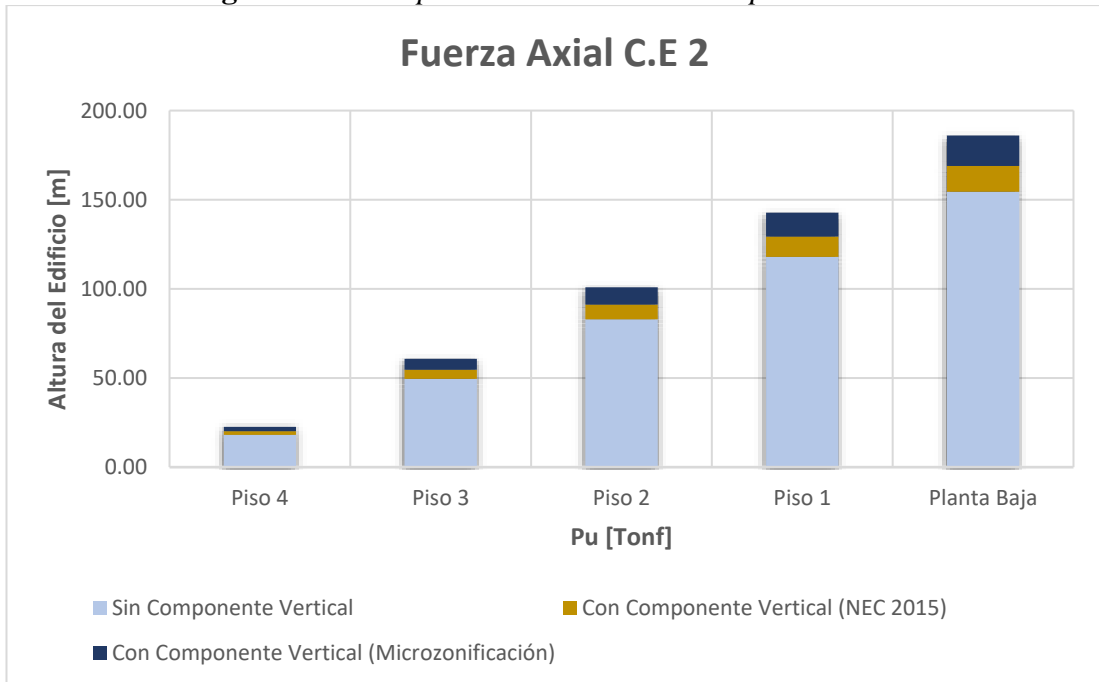
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 70. Aumento de Pu de C.E. 2 para suelos C, D, E

ALTURA	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U	P _U
[m]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
14.5	11.14%	13.22%	11.08%	13.83%	9.14%	20.32%
11.6	10.37%	12.28%	10.27%	12.78%	8.51%	18.72%
8.7	9.95%	11.77%	9.82%	12.20%	8.18%	17.94%
5.8	9.61%	11.37%	9.46%	11.76%	7.91%	17.36%
2.9	9.34%	11.05%	9.17%	11.41%	7.69%	16.93%

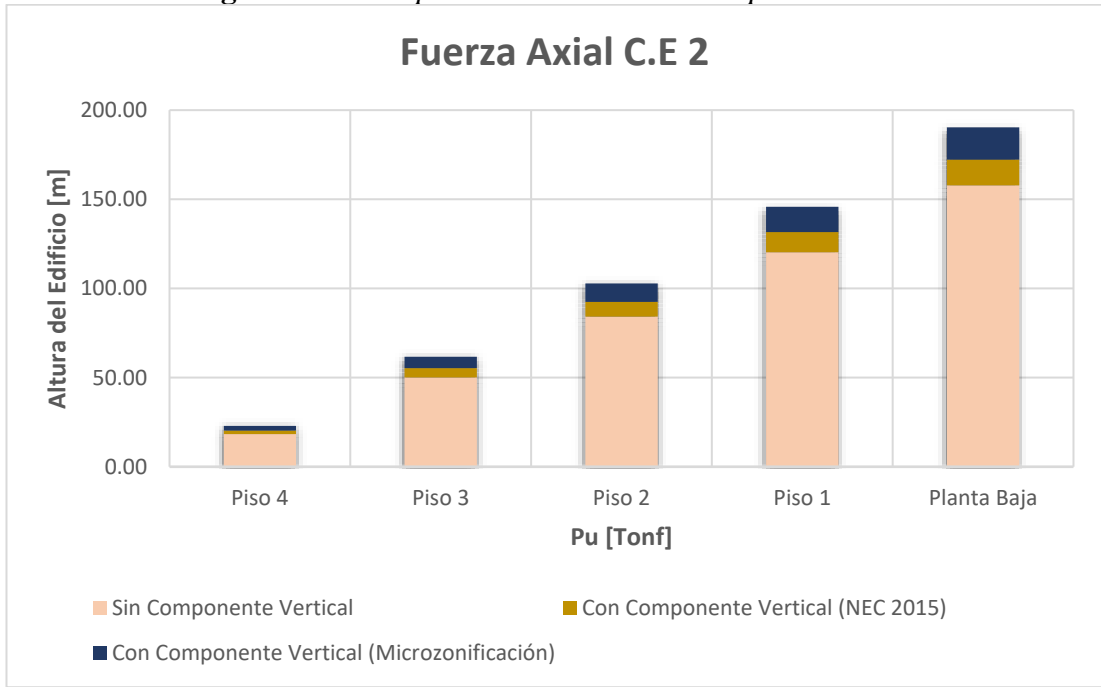
Fuente: Etabs 2017

Figura 137. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo C



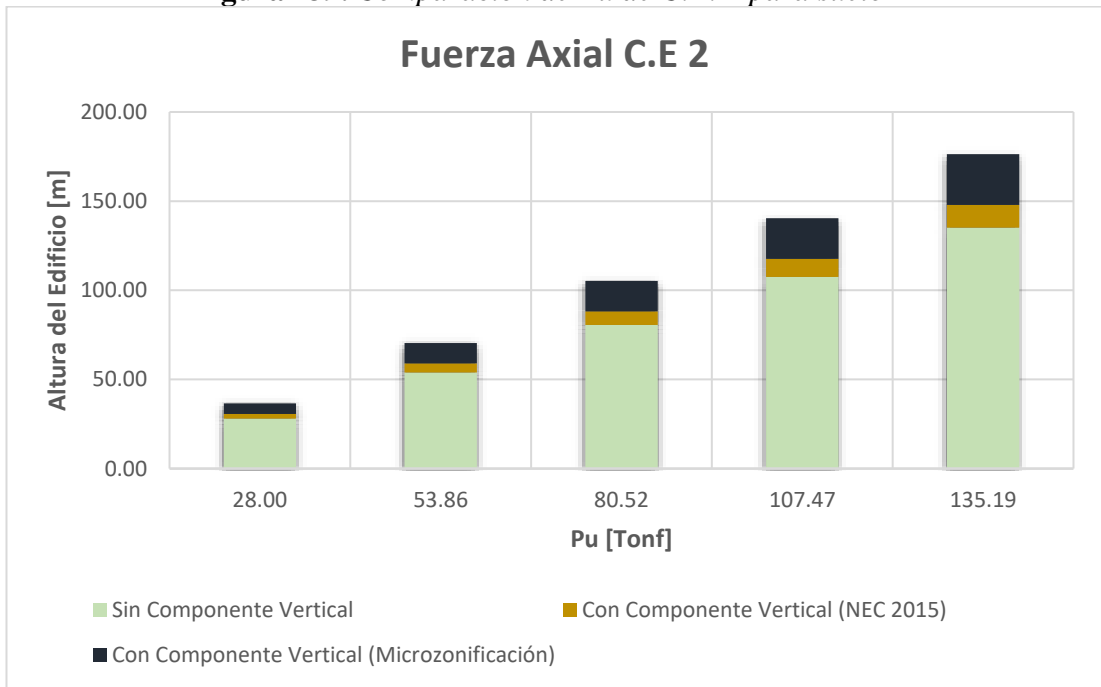
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 138. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo D



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 139. Comparación de Pu de C.E. 2 para suelo D

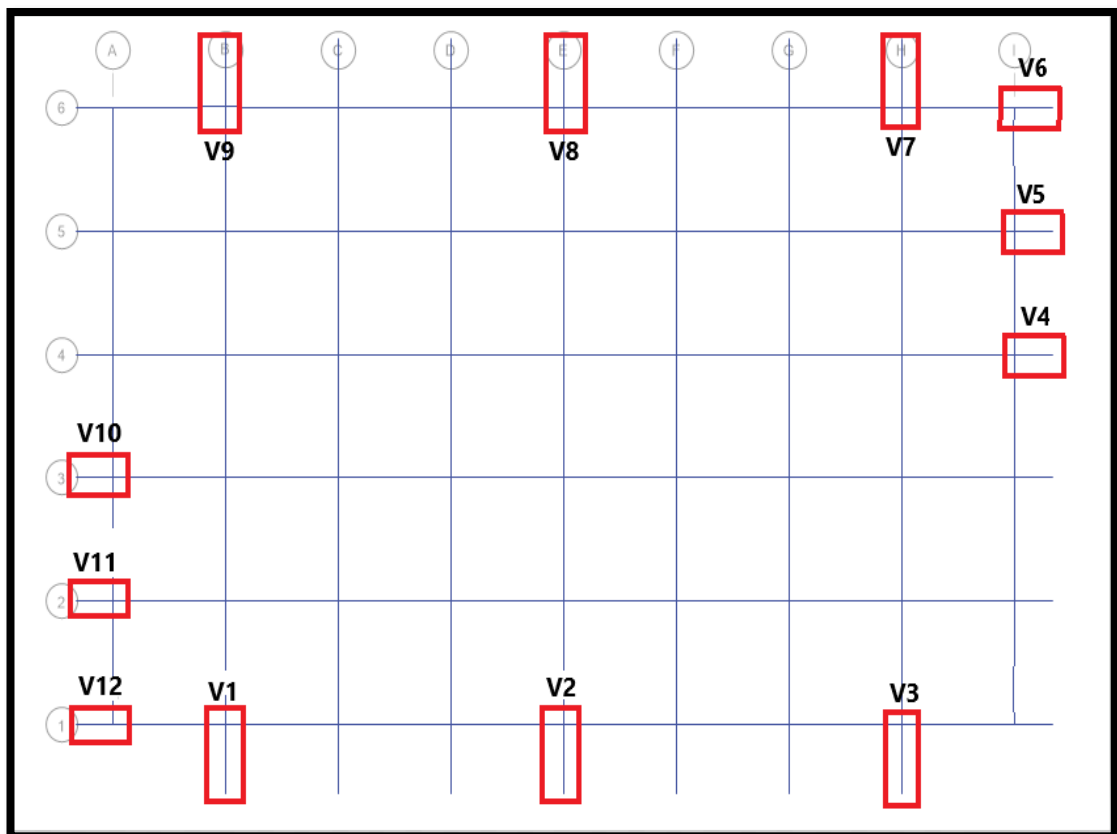


Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

3.1.3.5 Vigas Volado

Para este apartado utilizaremos los mismos conceptos del apartado 3.1.3.4 en donde compararemos los resultados de seis vigas volados de 1.5 metros (V4, V5, V6, V10, V11, V12) y seis vigas volados de 2.5 metros (V1, V2, V3, V7, V8, V9). En este apartado analizaremos los primeros tres pisos para poder realizar una comparación entre los edificios de 12 y 4 pisos.

Figura 140. Selección de Vigas Volado



Fuente: *Etabs 2017*

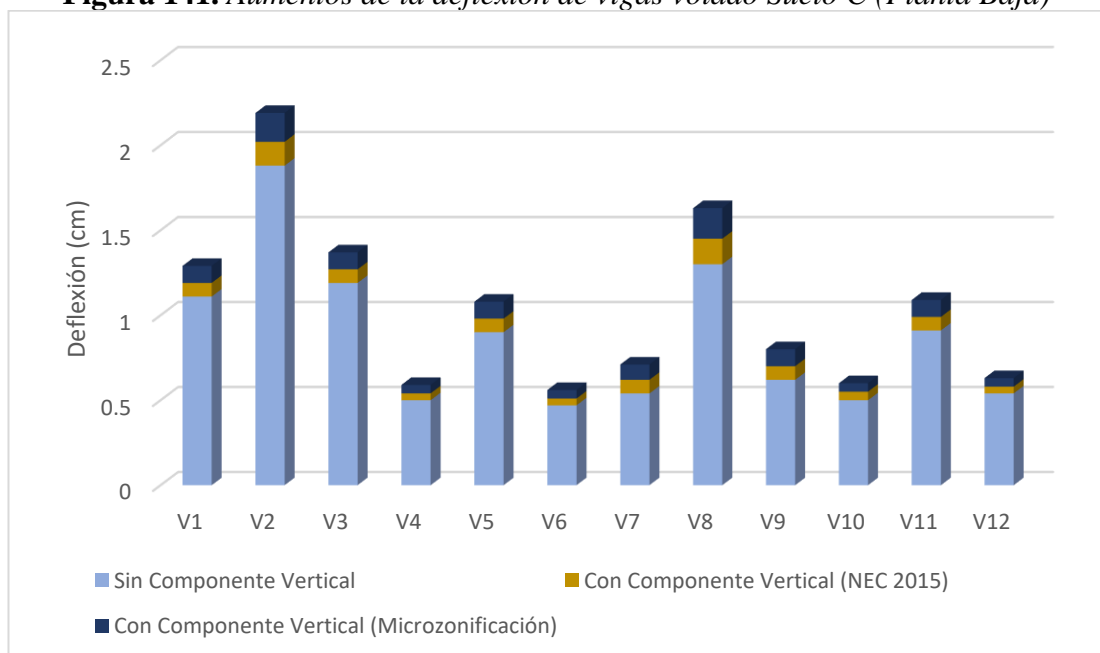
- Edificio de 12 pisos

Tabla 71. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Planta Baja)

SECCIÓN	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
V1	7.21%	9.01%	6.84%	8.55%	4.23%	9.86%
V2	7.45%	9.04%	7.73%	9.28%	4.91%	11.61%
V3	6.72%	8.40%	6.30%	7.87%	3.73%	8.70%
V4	8.00%	10.00%	10.00%	12.00%	8.00%	18.00%
V5	8.89%	11.11%	8.89%	11.11%	19.75%	29.63%
V6	8.51%	10.64%	10.87%	13.04%	9.30%	20.93%
V7	14.81%	16.67%	17.39%	21.74%	26.67%	53.33%
V8	11.54%	13.85%	11.29%	14.52%	11.58%	27.37%
V9	12.90%	16.13%	14.29%	17.86%	22.58%	48.39%
V10	10.00%	10.00%	10.00%	12.00%	5.88%	15.69%
V11	8.79%	10.99%	9.89%	12.09%	7.53%	16.13%
V12	7.41%	9.26%	9.09%	10.91%	6.67%	13.33%

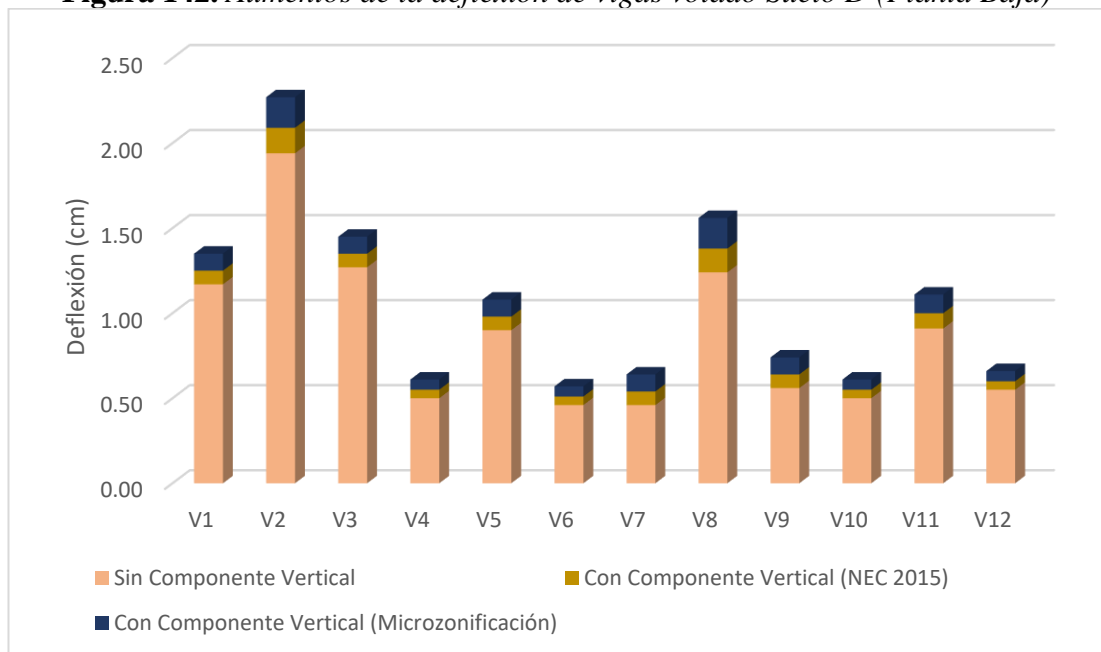
Fuente: Etabs 2017

Figura 141. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Planta Baja)



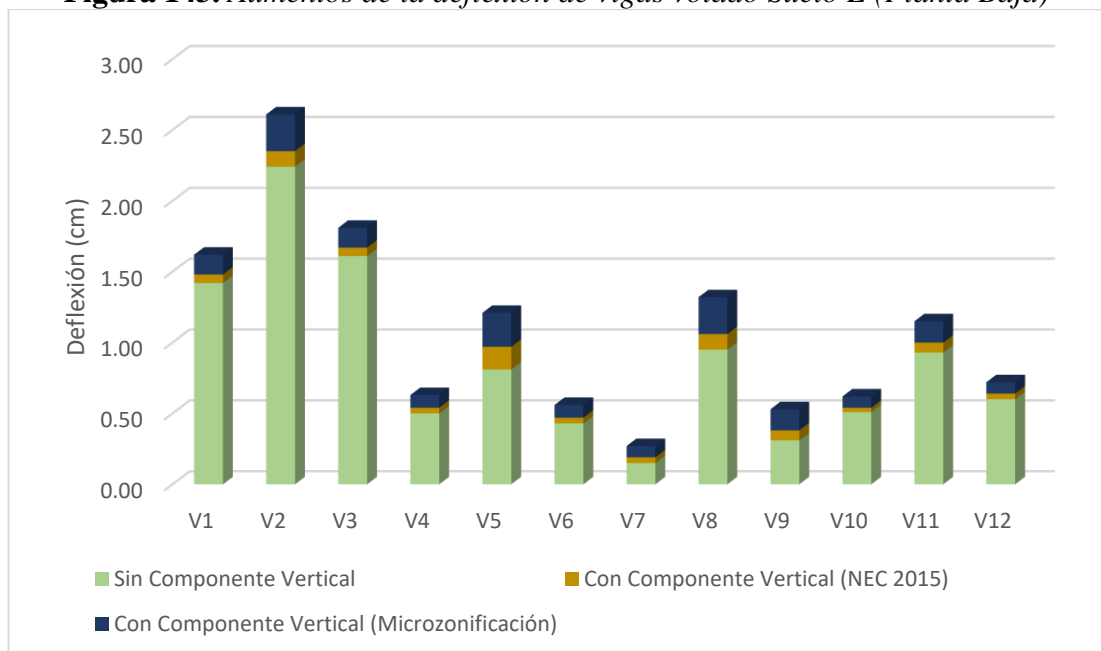
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 142. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Planta Baja)



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 143. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Planta Baja)



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

En la Figura 141, 142 y 143 podemos observar el resumen de los aumentos de la deflexión de las vigas que se tiene al momento de tomar en cuenta los efectos verticales. El color azul representa al suelo C, el color rojo el suelo D y el color verde el suelo E, todos estos expresados sin tomar en cuenta los efectos de la componente

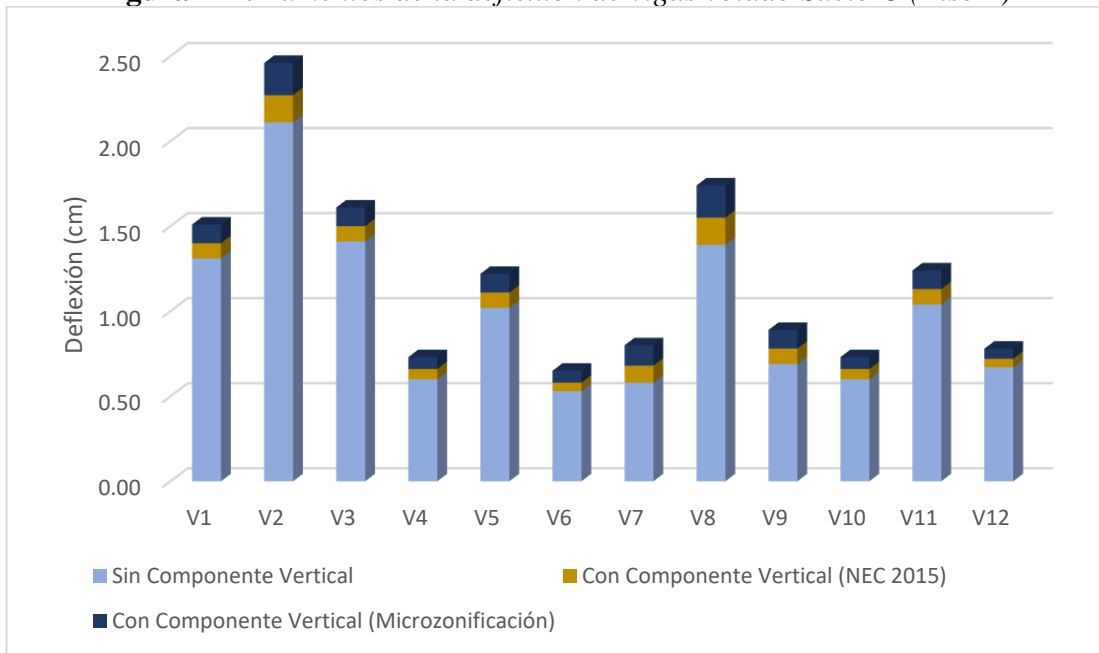
vertical. El color amarillo oscuro en la parte intermedia representa el aumento de la deflexión que se obtiene tomando en cuenta los efectos verticales de la NEC 15 mientras que el color azul oscuro en la parte superior representa el aumento que se tiene de la deflexión tomando en cuenta los efectos verticales obtenidos por el estudio de microzonificación de Ambato y el ASCE 7- 16.

Tabla 72. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 1)

SECCIÓN	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
V1	6.87%	8.40%	7.25%	8.70%	4.71%	10.00%
V2	7.58%	9.00%	7.27%	9.09%	5.06%	11.28%
V3	6.38%	7.80%	5.96%	7.95%	3.63%	8.81%
V4	10.00%	11.67%	10.00%	11.67%	8.33%	18.33%
V5	8.82%	10.78%	8.82%	11.76%	7.84%	16.67%
V6	9.43%	13.21%	11.76%	13.73%	11.11%	24.44%
V7	17.24%	20.69%	18.37%	23.45%	40.00%	140.00%
V8	11.51%	13.67%	13.08%	16.15%	15.05%	32.26%
V9	13.04%	15.94%	16.39%	19.67%	23.33%	56.67%
V10	10.00%	11.67%	10.00%	13.33%	8.20%	18.03%
V11	8.65%	10.58%	8.57%	10.48%	7.48%	15.89%
V12	7.46%	8.96%	7.25%	10.14%	5.19%	12.99%

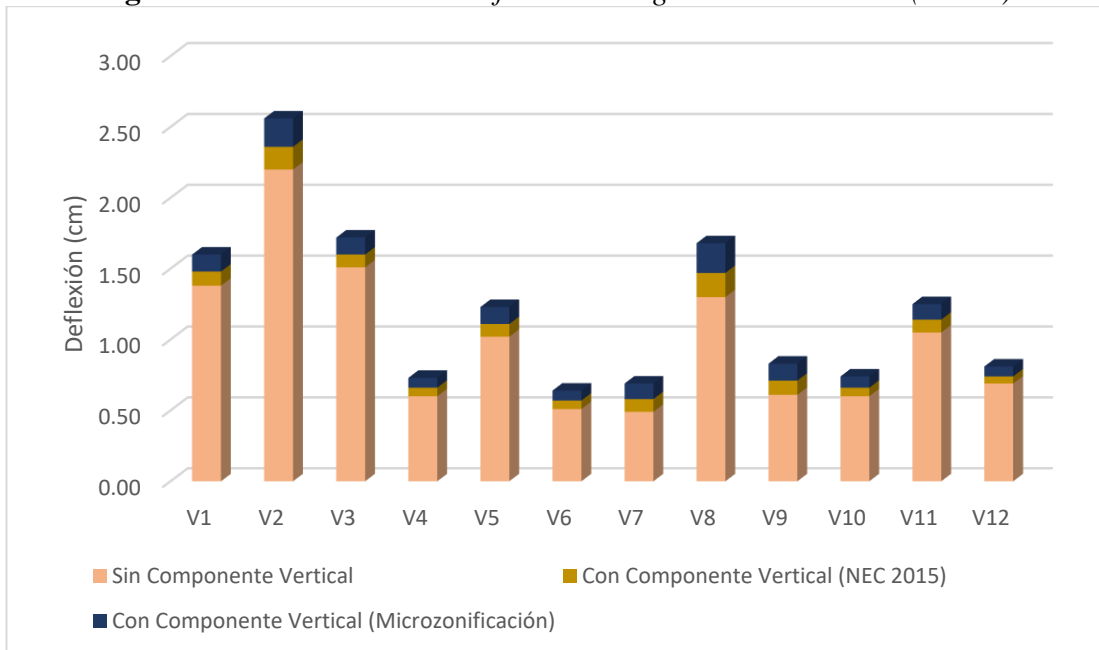
Fuente: *Etabs 2017*

Figura 144. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 1)



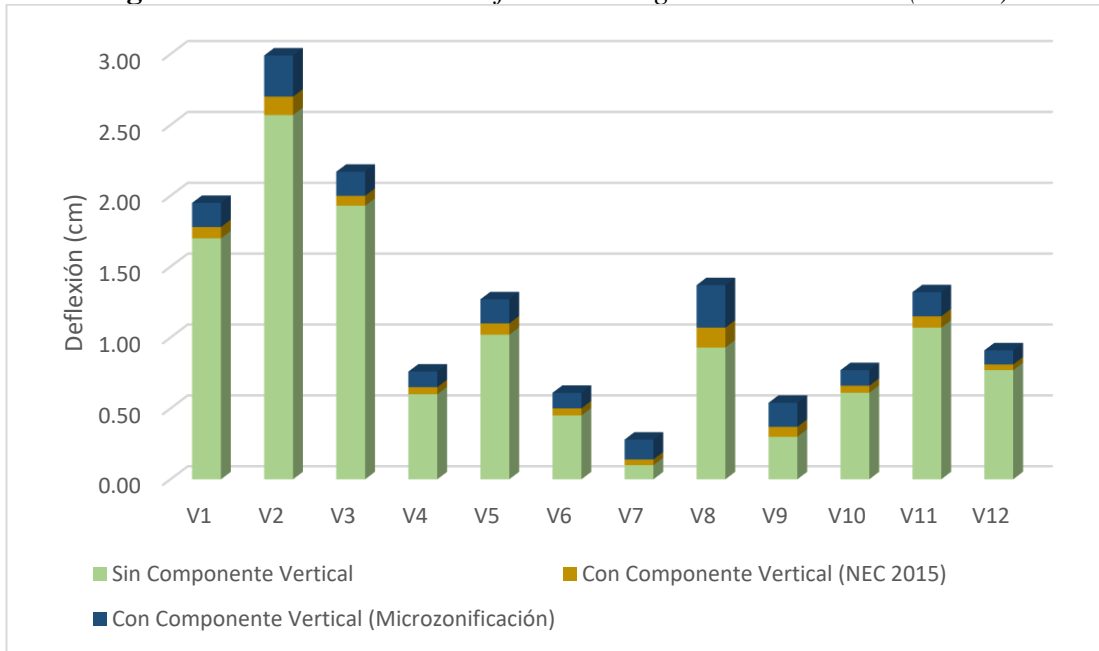
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 145. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 1)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 146. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 1)



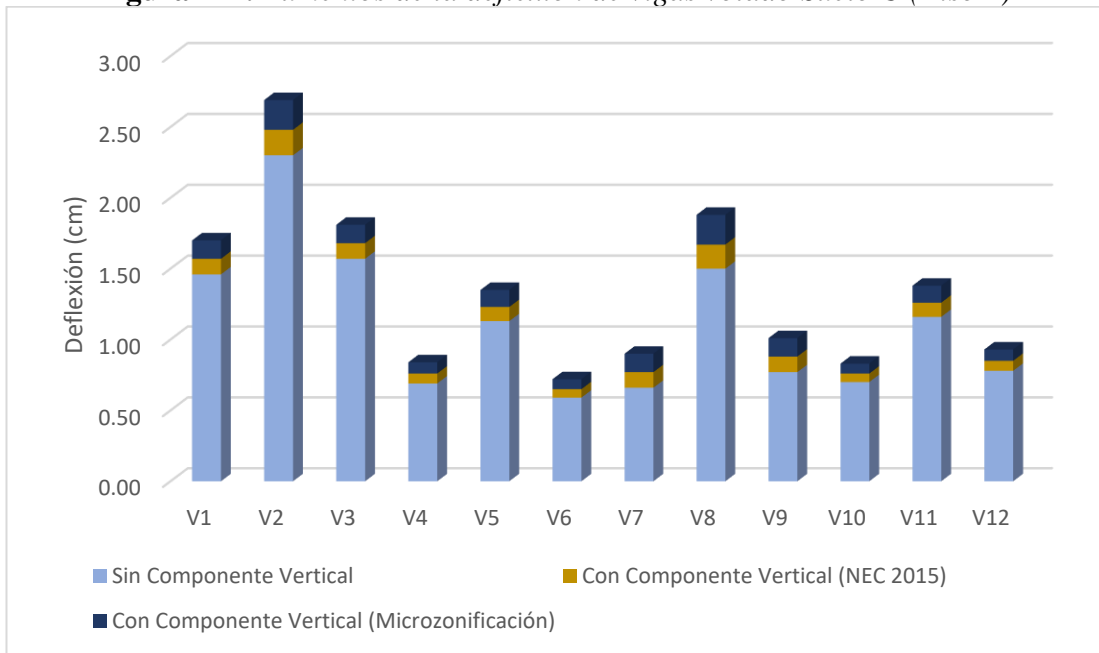
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Tabla 73. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 2)

SECCIÓN	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
V1	7.53%	8.90%	6.45%	8.39%	4.74%	10.53%
V2	7.83%	9.13%	7.50%	9.17%	4.98%	11.39%
V3	7.01%	8.28%	6.55%	8.33%	4.19%	9.30%
V4	10.14%	11.59%	10.14%	13.04%	8.70%	18.84%
V5	8.85%	10.62%	8.85%	11.50%	8.04%	17.86%
V6	10.17%	11.86%	10.53%	14.04%	12.77%	25.53%
V7	16.67%	19.70%	17.86%	23.21%	26.67%	93.33%
V8	11.33%	14.00%	12.77%	15.60%	14.00%	32.00%
V9	14.29%	16.88%	15.94%	20.29%	26.47%	58.82%
V10	8.57%	10.00%	10.00%	11.43%	7.04%	16.90%
V11	8.62%	10.34%	9.48%	12.07%	7.56%	16.81%
V12	8.97%	10.26%	7.41%	9.88%	6.59%	13.19%

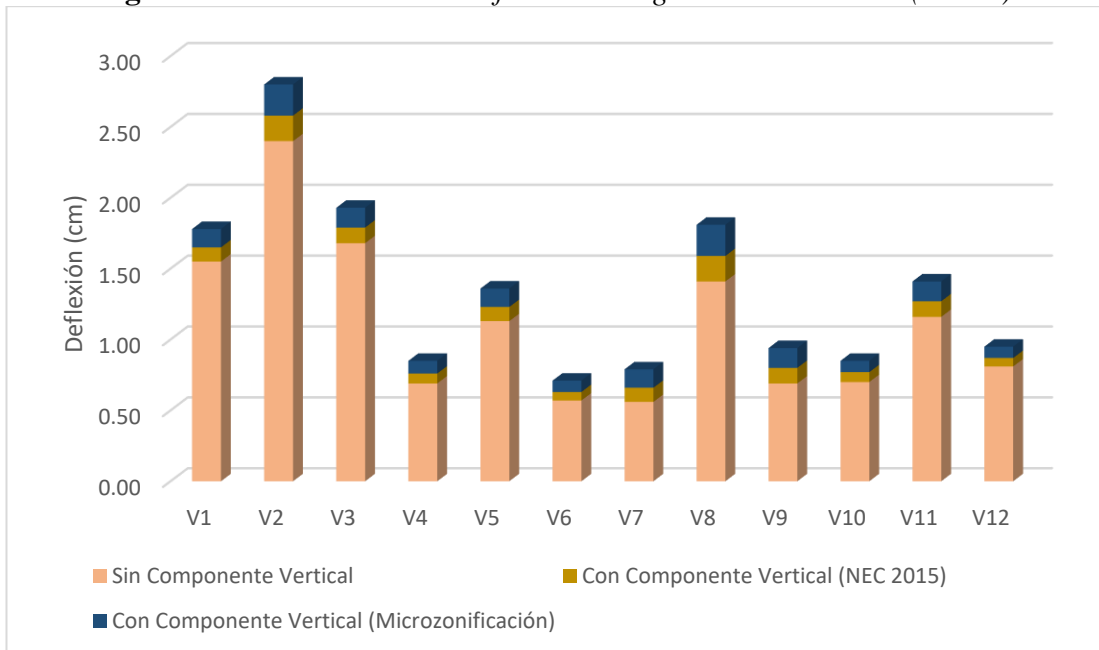
Fuente: *Etabs 2017*

Figura 147. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 2)



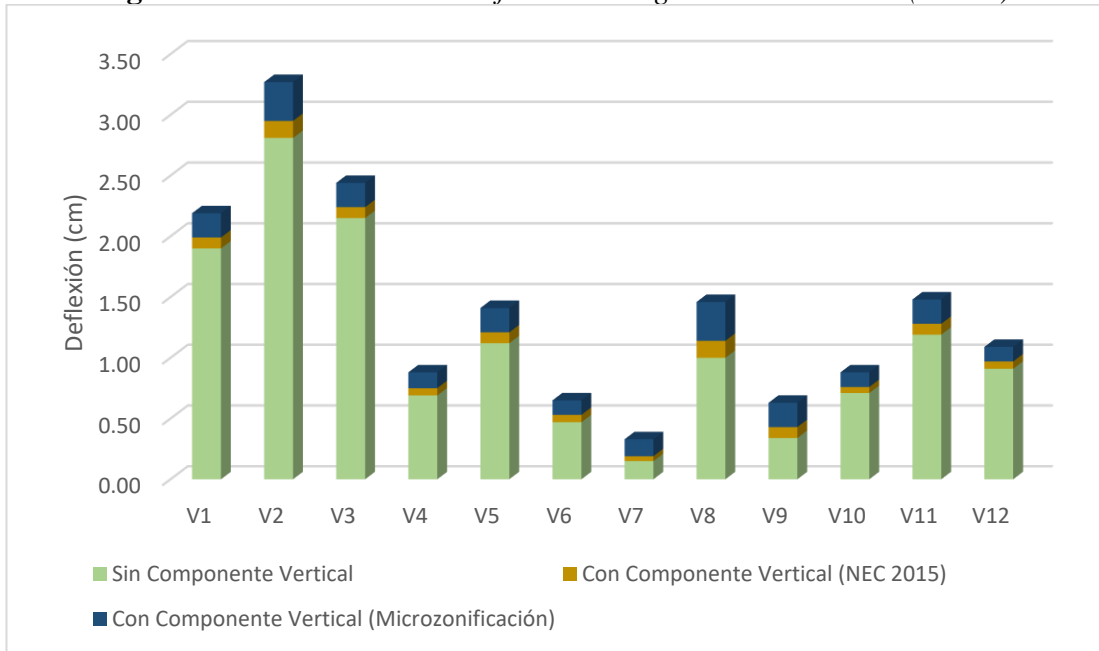
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 148. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 2)



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 149. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 2)



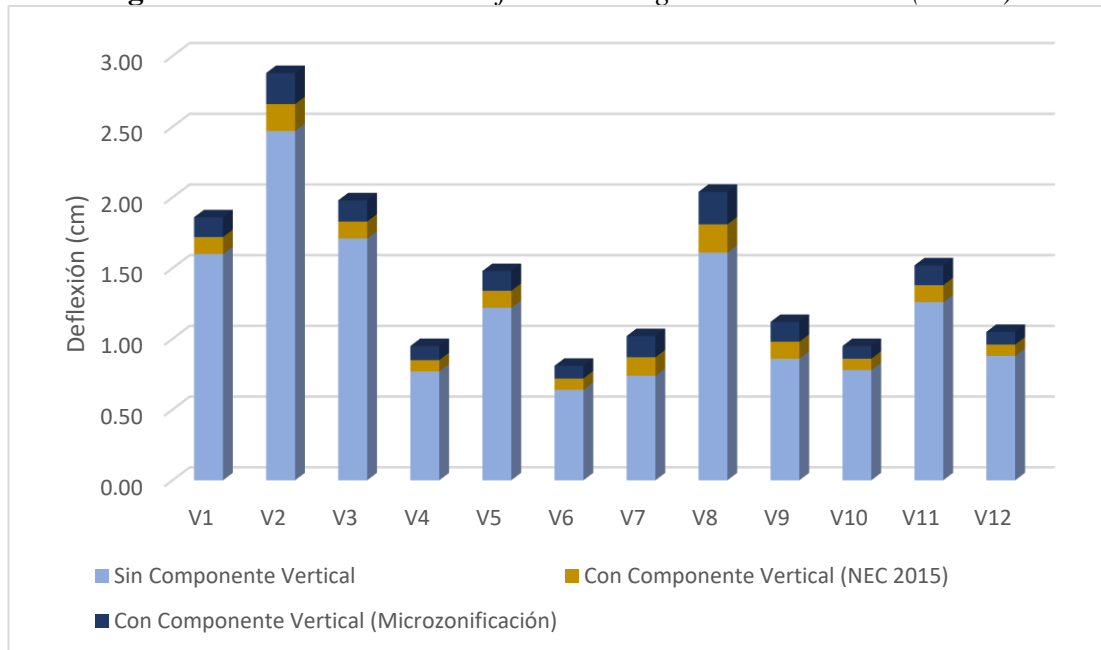
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 74. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 3)

SECCIÓN	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
V1	7.50%	8.75%	7.74%	8.93%	4.85%	10.68%
V2	7.69%	8.91%	7.39%	9.34%	5.33%	11.67%
V3	7.02%	8.77%	6.56%	8.20%	4.31%	9.48%
V4	10.39%	12.99%	8.97%	11.54%	7.69%	17.95%
V5	9.84%	11.48%	9.84%	12.30%	8.26%	18.18%
V6	12.50%	14.06%	13.11%	16.39%	12.00%	26.00%
V7	17.57%	20.27%	19.05%	23.81%	25.00%	80.00%
V8	12.42%	14.29%	13.25%	14.57%	13.89%	32.41%
V9	13.95%	16.28%	15.58%	20.78%	25.00%	55.00%
V10	10.26%	11.54%	10.26%	12.82%	8.86%	17.72%
V11	9.52%	11.11%	9.45%	11.81%	6.87%	16.03%
V12	9.09%	10.23%	8.79%	10.99%	6.73%	14.42%

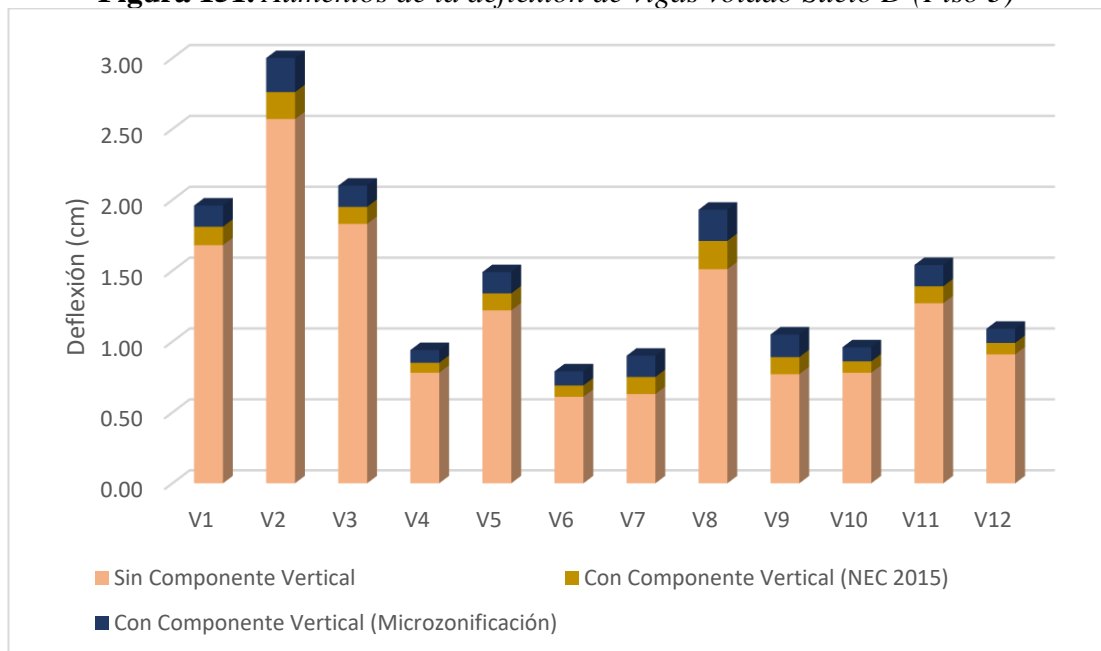
Fuente: Etabs 2017

Figura 150. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 3)



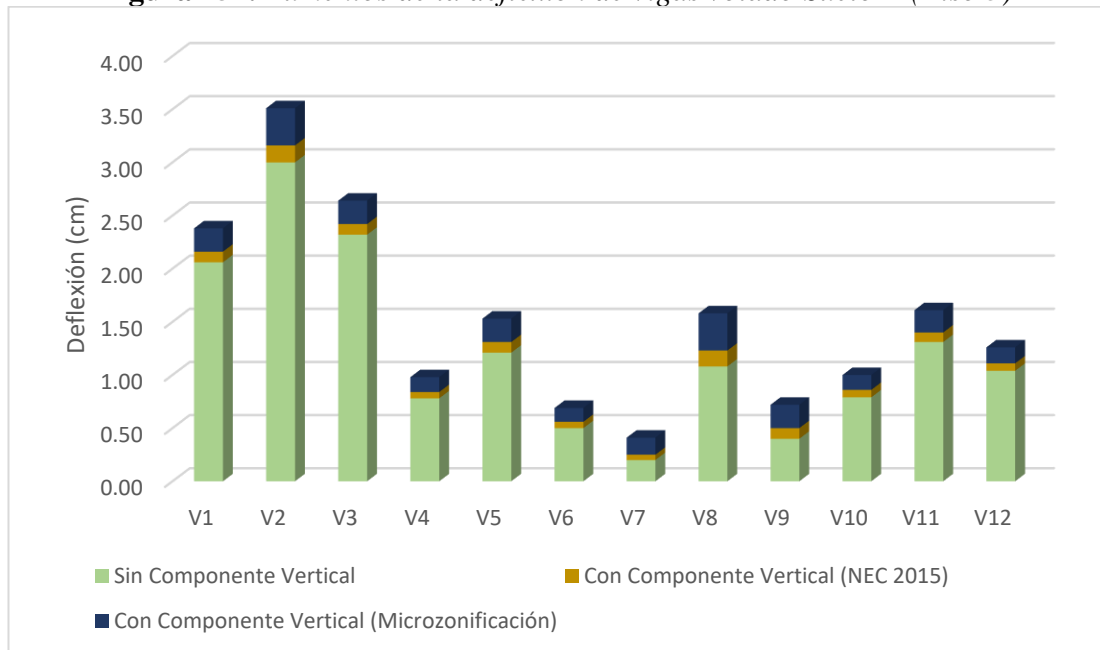
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 151. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 3)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 152. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 3)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

- Edificio de 4 pisos

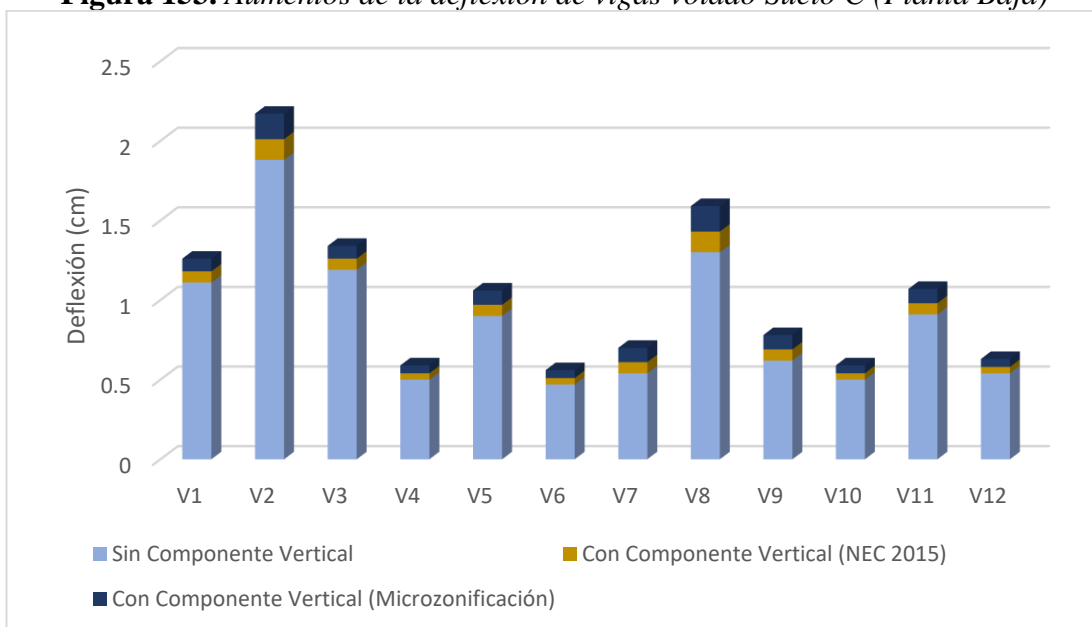
Tabla 75. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Planta Baja)

SECCIÓN	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
V1	7.00%	8.00%	6.80%	16.50%	6.06%	13.13%
V2	7.43%	9.14%	7.26%	8.94%	5.75%	13.79%
V3	6.48%	7.41%	6.25%	8.04%	4.67%	12.15%
V4	9.09%	11.36%	9.09%	11.36%	6.82%	15.91%
V5	8.24%	10.59%	9.41%	10.59%	7.06%	15.29%
V6	9.30%	11.63%	9.30%	11.63%	9.30%	16.28%
V7	14.58%	18.75%	15.91%	20.45%	10.00%	24.00%
V8	10.57%	13.01%	11.76%	14.29%	8.87%	19.35%
V9	12.50%	16.07%	13.21%	16.98%	10.53%	22.81%
V10	9.09%	11.36%	9.09%	11.36%	6.82%	15.91%

V11	8.24%	10.59%	9.41%	10.59%	7.06%	15.29%
V12	8.70%	13.33%	8.70%	10.87%	6.52%	15.22%

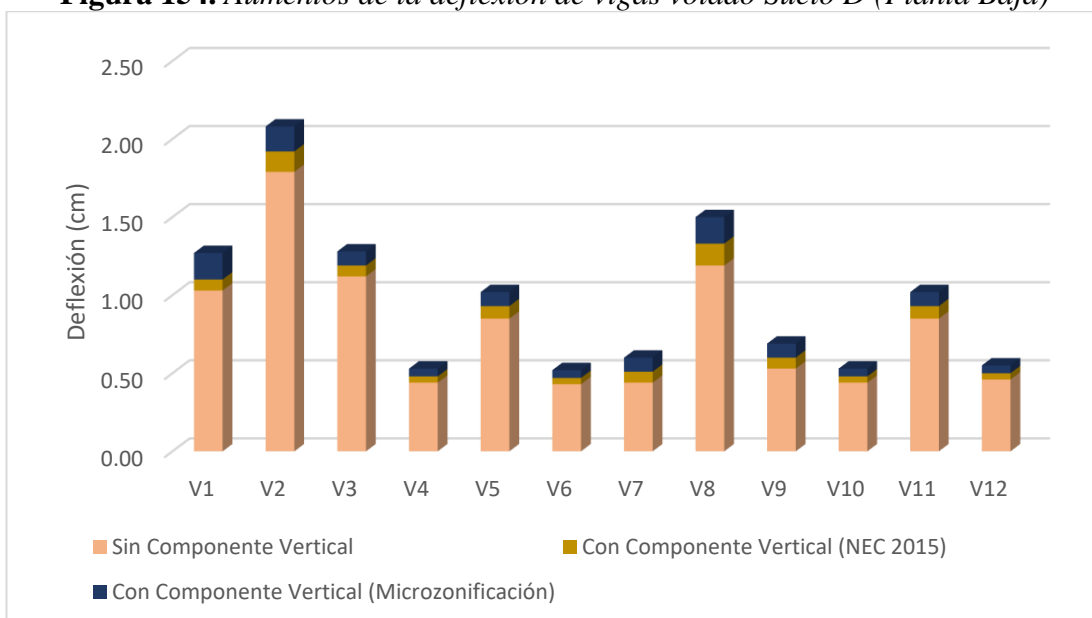
Fuente: *Etabs 2017*

Figura 153. *Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Planta Baja)*



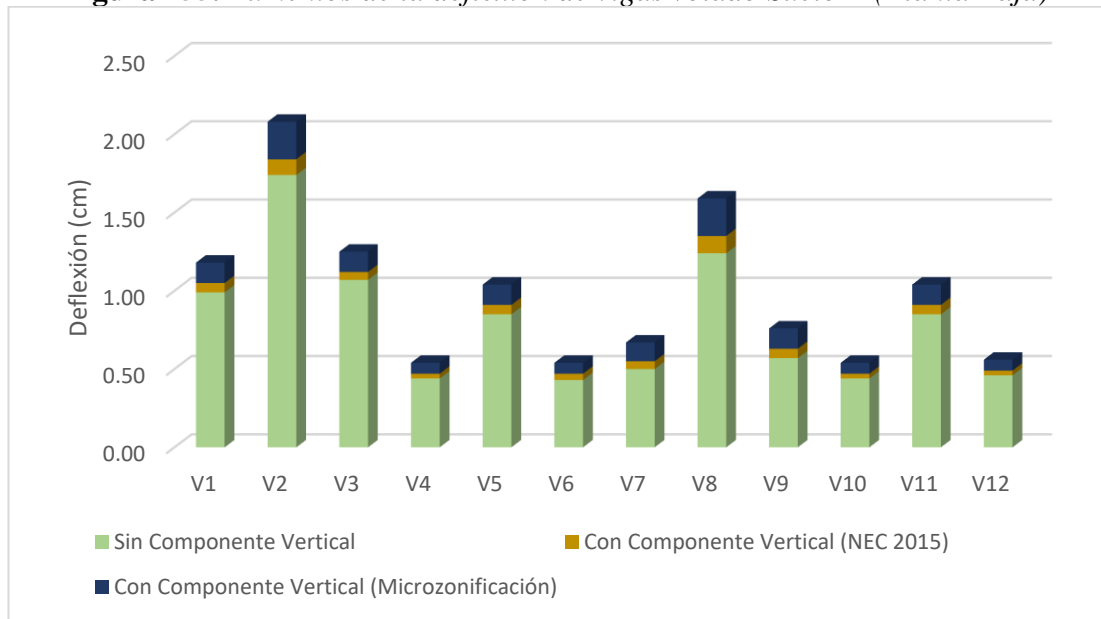
Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 154. *Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Planta Baja)*



Fuente: *Tesista Gabriel Maldonado*

Figura 155. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Planta Baja)



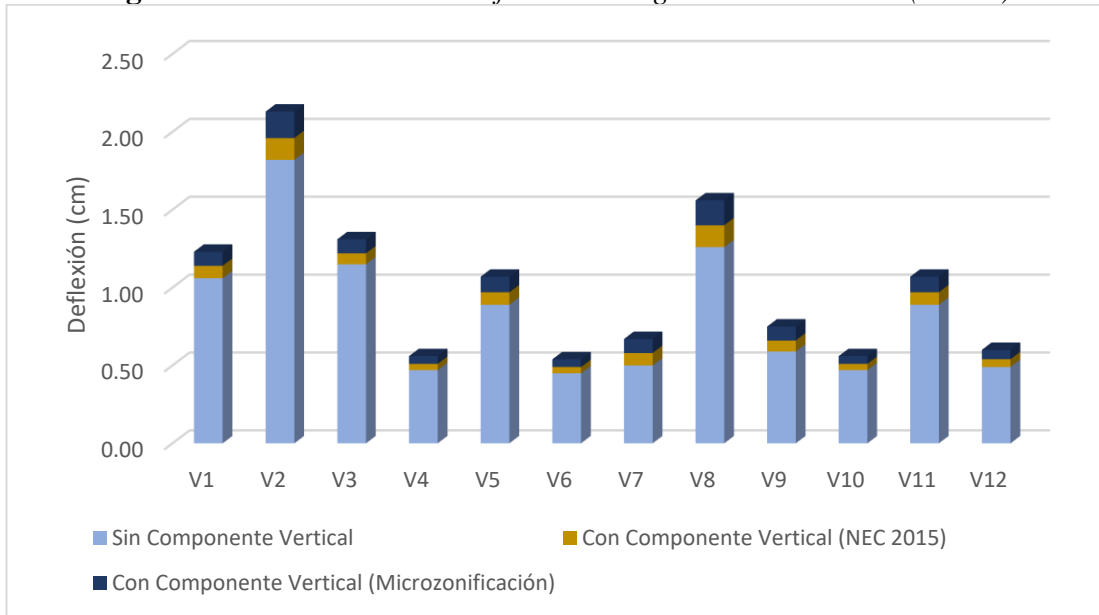
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 76. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 1)

SECCIÓN	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
V1	7.55%	8.49%	7.27%	8.18%	6.67%	14.29%
V2	7.69%	9.34%	7.53%	9.68%	6.08%	14.36%
V3	6.09%	7.83%	5.83%	7.50%	6.19%	12.39%
V4	8.51%	10.64%	8.51%	10.64%	6.38%	21.28%
V5	8.99%	11.24%	8.89%	11.11%	7.87%	20.22%
V6	8.89%	11.11%	8.89%	11.11%	8.89%	20.00%
V7	16.00%	18.75%	17.78%	22.22%	13.73%	43.14%
V8	11.11%	12.70%	11.48%	22.13%	8.66%	25.98%
V9	11.86%	15.25%	14.55%	18.18%	10.00%	33.33%
V10	8.51%	10.64%	8.51%	10.64%	6.38%	21.28%
V11	8.99%	11.24%	8.89%	11.11%	7.87%	20.22%
V12	10.20%	12.24%	8.00%	10.00%	8.16%	20.41%

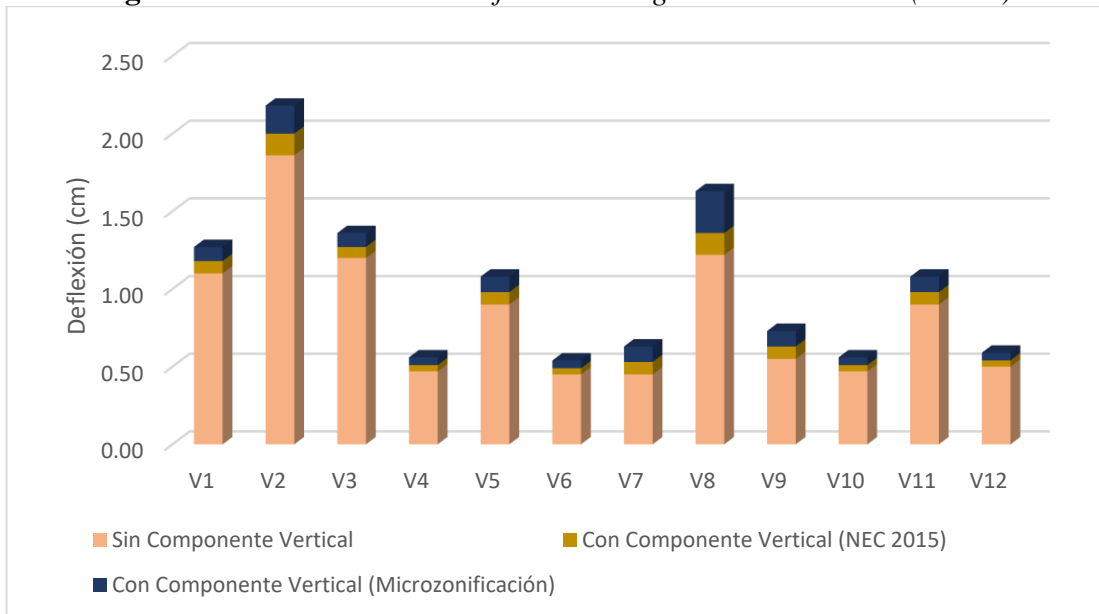
Fuente: Etabs 2017

Figura 156. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 1)



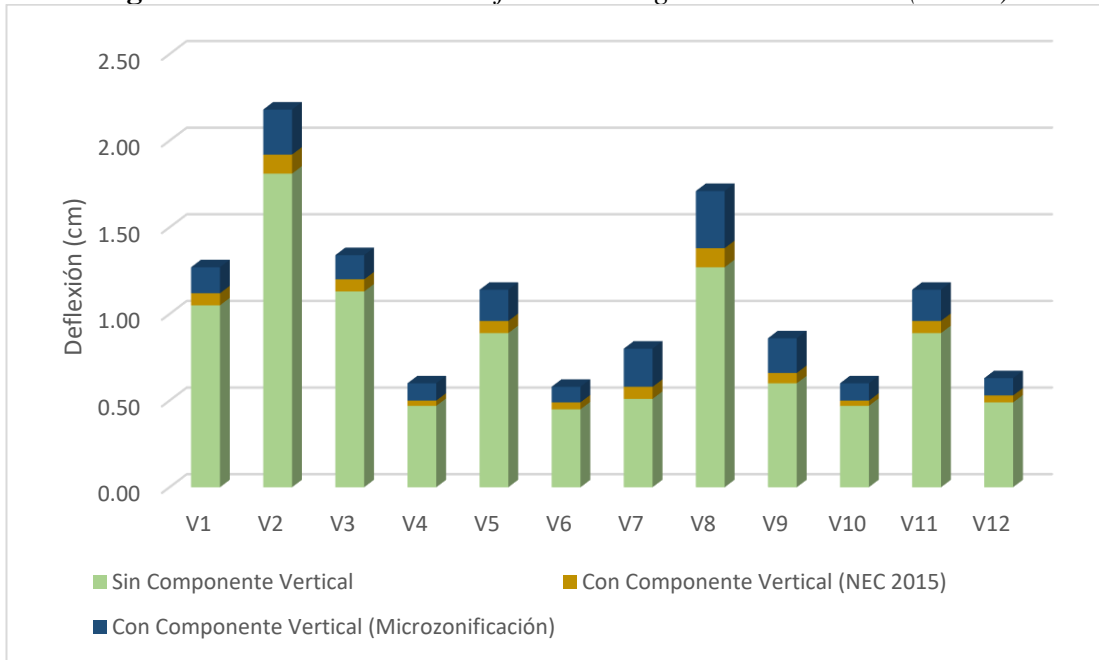
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 157. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 1)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 158. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 1)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

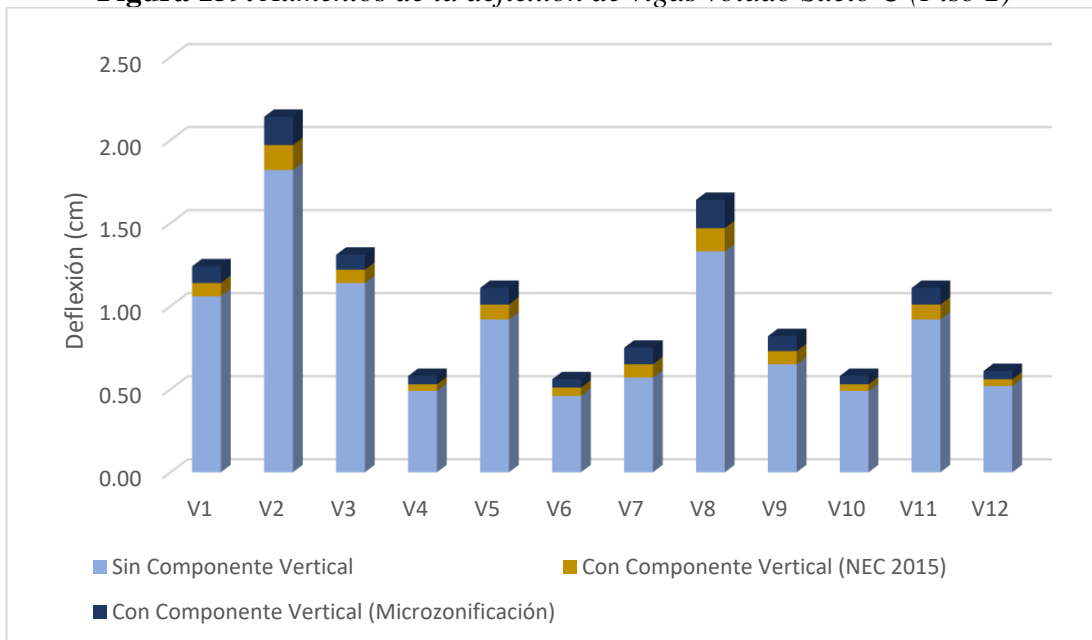
Tabla 77. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 2)

SECCIÓN	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
V1	7.55%	9.43%	10.38%	13.21%	6.67%	14.29%
V2	8.24%	9.34%	9.89%	12.09%	6.63%	14.36%
V3	7.02%	7.89%	10.53%	12.28%	5.31%	12.39%
V4	8.16%	10.20%	10.20%	12.24%	8.16%	16.33%
V5	9.78%	10.87%	8.70%	11.96%	7.61%	16.30%
V6	10.87%	10.87%	8.70%	10.87%	8.70%	17.39%
V7	14.04%	17.54%	7.02%	10.53%	10.17%	23.73%
V8	10.53%	12.78%	8.27%	10.53%	8.96%	19.40%
V9	12.31%	13.85%	6.15%	9.23%	9.09%	21.21%
V10	8.16%	10.20%	8.16%	12.24%	6.12%	16.33%
V11	9.78%	10.87%	9.78%	11.96%	7.61%	16.30%

V12	7.69%	9.62%	9.62%	11.54%	7.84%	15.69%
------------	-------	-------	-------	--------	-------	--------

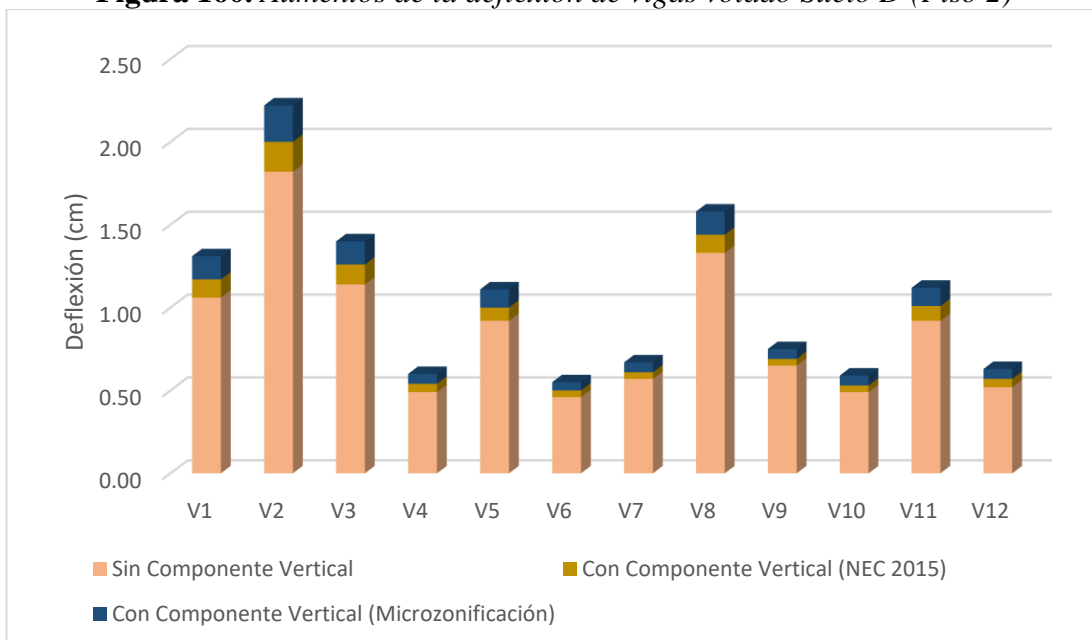
Fuente: Etabs 2017

Figura 159. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 2)



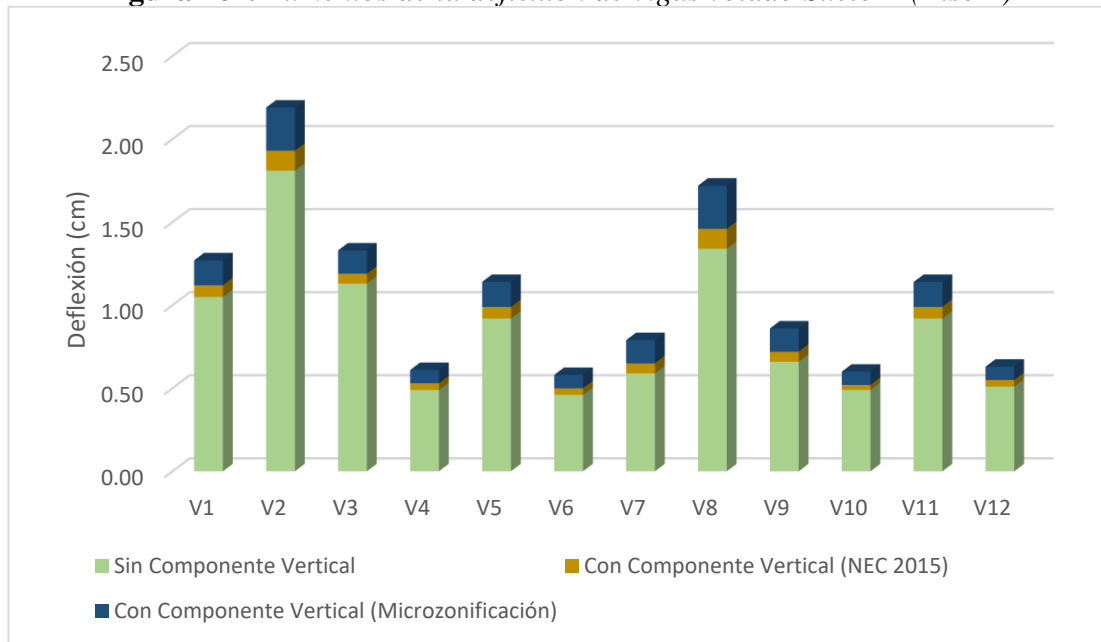
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 160. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 2)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 161. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 2)



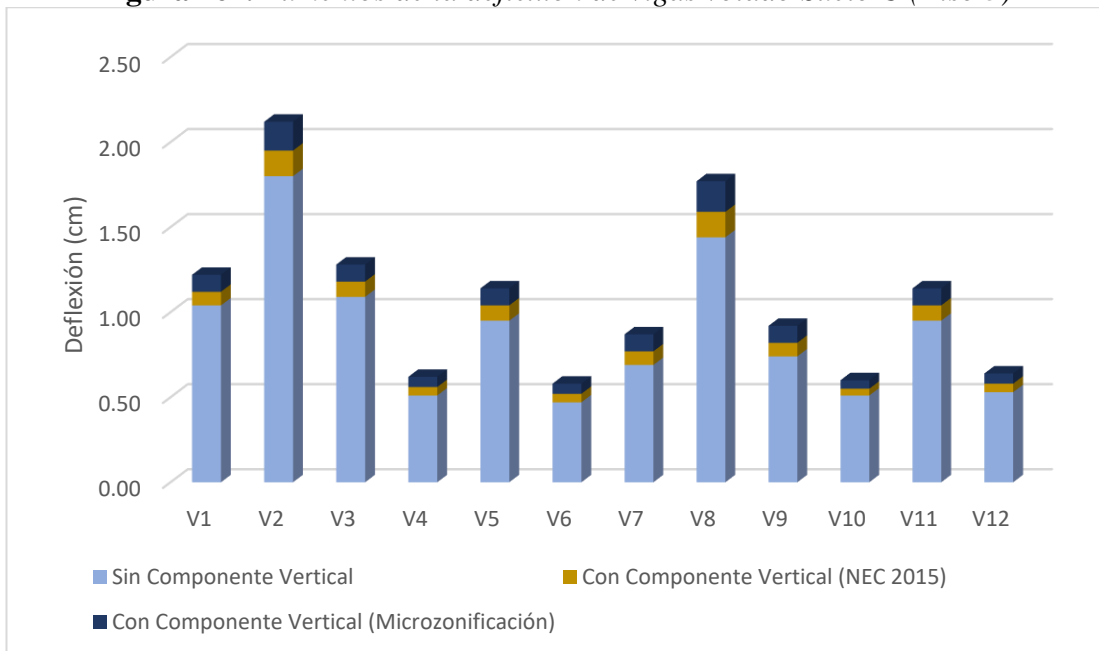
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Tabla 78. Aumentos de la deflexión de vigas volado (Piso 3)

SECCIÓN	Suelo C		Suelo D		Suelo E	
	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.	NEC 2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
V1	7.69%	9.62%	10.52%	13.35%	6.80%	15.53%
V2	8.33%	9.44%	9.98%	12.18%	6.70%	15.08%
V3	8.26%	9.17%	11.77%	13.52%	6.48%	11.11%
V4	9.80%	11.76%	11.84%	13.88%	6.56%	16.39%
V5	9.47%	10.53%	9.01%	12.27%	7.37%	16.84%
V6	10.64%	12.77%	8.93%	11.10%	6.25%	16.67%
V7	11.59%	14.49%	9.47%	12.98%	8.57%	21.43%
V8	10.42%	12.50%	8.38%	10.64%	8.28%	18.62%
V9	10.81%	13.51%	7.65%	10.73%	9.46%	20.27%
V10	7.84%	9.80%	8.48%	12.56%	7.84%	15.69%
V11	9.47%	10.53%	10.09%	12.27%	7.37%	16.84%
V12	9.43%	11.32%	7.88%	9.80%	7.55%	16.98%

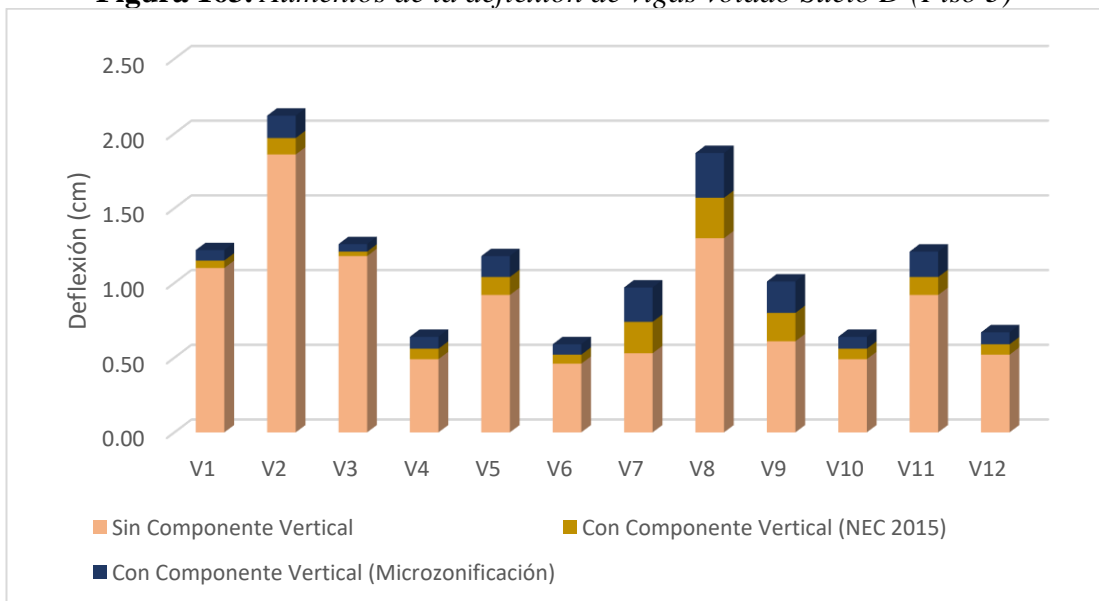
Fuente: Etabs 2017

Figura 162. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo C (Piso 3)



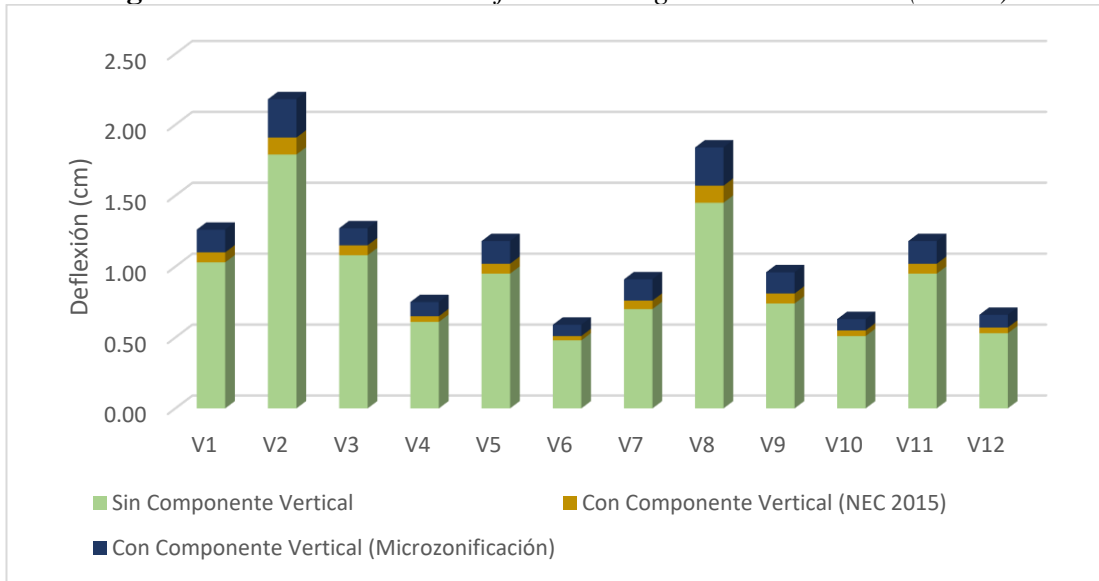
Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 163. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo D (Piso 3)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

Figura 164. Aumentos de la deflexión de vigas volado Suelo E (Piso 3)



Fuente: Tesista Gabriel Maldonado

3.2 Verificación de Hipótesis

El análisis de la componente vertical que se realizó en edificios de hormigón armado de diferente altura sobre suelo sísmico tipo C, D y E nos dio como resultado que dicha componente tiene una gran influencia tanto en columnas como en vigas de los volados.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En el presente estudio se llevó a cabo la comparación de 9 modelos de un edificio de hormigón armado de 4 pisos y 9 modelos de un edificio de 12 pisos utilizando el software Etabs. Cada edificio se estudió bajo 3 suelos sísmicos que fueron C, D y E. Y por último cada suelo sísmico se analizó tomando tres criterios: a) Sin tomar en cuenta la componente Vertical; b) Con componente vertical de la NEC 2015; y c) Con componente vertical del Estudio de Microzonificación de Ambato. Y se concluyó lo siguiente:

- Los valores de desplazamientos, cortantes y derivas de los 18 modelos analizados no aumentan significativamente bajo los espectros verticales tanto de la NEC 15 como del estudio de microzonificación sísmica de Ambato.
- La relación que nos plantea la Norma Ecuatoriana de la Construcción en base a las correlaciones entre la componente horizontal y vertical (V/H) no son adecuadas porque la componente vertical depende netamente de la distancia al foco del sismo y a la amplitud de las aceleraciones de las componentes en las tres direcciones (X, Y, Z) de acuerdo con los resultados obtenidos.
- La componente vertical tiene gran influencia en la demanda de la fuerza axial tanto en columnas internas como en columnas externas lo cual produce un aumento en la amplitud y ciclos de carga de estas. Tomando en cuenta los espectros verticales obtenidos de la NEC 15 el suelo sísmico D es el más afectado con aumentos entre 6.91% y 15.18% mientras que con los espectros

del estudio de microzonificación de Ambato el suelo sísmico E es el más afectado teniendo aumentos entre 9.82% y 25.54%.

- La componente vertical sobre los volados aumenta la deflexión de sus vigas, podemos observar que el 1er. Piso es el que tiene los mayores aumentos concluyendo que los efectos verticales son mayores en los primeros pisos, además el suelo sísmico E fue el más afectado teniendo aumentos de hasta el 40% tomando en cuenta los espectros verticales de la NEC 15 y de 140% tomando en cuenta los efectos verticales del estudio de microzonificación de Ambato.
- La influencia de la acción sísmica vertical en las columnas y vigas es directamente proporcional al peso de la estructura, mientras más liviana sea la estructura los efectos de las aceleraciones verticales son mayores.

4.2 Recomendaciones

- Los estudios de la componente vertical son pocos a nivel del mundo y casi nulos a nivel del país por lo cual se debe realizar estudios enfocados a las aceleraciones verticales y los efectos que estas causan en nuestras edificaciones.
- Se recomienda la aplicación de los efectos verticales al momento que se diseña las vigas de los volados sobre todo para los primero 4 pisos de la estructura, ya que muchos balcones de edificaciones de la Región Costa del Ecuador fueron afectados por las aceleraciones verticales del sismo de Pedernales de 2016
- Es muy difícil tomar en cuenta los efectos de las aceleraciones verticales en nuestros edificios una de las formas para poder realizarlo es mediante un análisis Tiempo-Historia en donde cargamos a nuestro software los acelerogramas los cuales tienen valores en los 4 puntos cardinales (Norte, Sur, Este , Oeste) sin embargo para disminuir el análisis computacional tomamos la recomendación presentada por el ASCE 7-16 en donde mediante un factor aumentamos los estados de carga obteniendo valores aproximados a los de un análisis Tiempo-Historia.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] L. Vilera, P. Rivero, and W. Lobo, “Efectos sísmicos de la componente vertical en edificios apoticados de acero Vertical ground motion seismic effects on steel building frames,” *Rev. Cienc. e Ing.*, vol. 29, no. 1, pp. 79–88, 2008.
- [2] T. Perea, “Introducción al estudio de la componente vertical de movimientos sísmicos y su influencia en el comportamiento estructural,” 2002.
- [3] N. M. Newmark, W. J. Hall, and B. Mohraz, “A study of vertical and horizontal earthquake spectra,” *AEC Rep. No. WASH-1255, N.M. Newmark Consult. Eng. Serv.*, 1973.
- [4] E. Rosenblueth, “Efectos del componente sísmico vertical en edificios altos,” *IV Congr. Nac. Ing. Sísmica*, 1975.
- [5] K. Kawashima, J. Aizawa, and K. Takahashi, “Attenuation Absolute of Peak Motions and Response Spectra Motion of Vertical,” vol. 2, no. 2, pp. 415–422, 1985.
- [6] N. Ambraseys and K. Simpson, “Prediction of Vertical Response Spectra in Europe,” *Earthq. Engineering Struct. Dyn.*, vol. 25, pp. 401–412, 1996.
- [7] J. P. Singh, “Seismic loading code versus site specific,” *Porl. Reg. Semin. Seism. Eng. Issues*, 1995.
- [8] A. Elnashai, L. He, and A. Elgamal, “Spectra for Vertical Earthquake Ground Motion,” *Indian Concr. J.*, vol. 78, no. 11, pp. 74–76, 2004.
- [9] G. Mohammadioun and B. Mohammadioun, “Vertical/Horizontal ratio for strong motion in the near field and soil non-linearity,” *11th World conference on Earthquake Engineering*. 1996.
- [10] T. Perea and L. Esteva, “Componente vertical de registros sísmicos en México

y en su efecto en la respuesta sísmica no lineal de edificios,” *Rev. Ing. Sísmica*, no. 72, pp. 45–79, 2005.

- [11] A. Cisternas, “El país más sísmico del mundo,” *An. la Univ. Chile*, vol. 0, no. 1, 2011.
- [12] N. Geografic, “Placas tectónicas | National Geographic,” 2011. [Online]. Available: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/placas-tectonicas>. [Accessed: 27-Oct-2019].
- [13] M. Rodriguez, “TECTÓNICA DE PLACAS Miroslav Rodríguez,” 2012.
- [14] E. Gomez, “Valor del cliente: Qué es y cuál es su importancia,” *Questionpro*, 2019. [Online]. Available: <https://www.meteorologiaenred.com/cinturon-de-fuego-del-pacifico.html>. [Accessed: 27-Oct-2019].
- [15] R. Vera flandez, “Universidad Austral de Chile Universidad Austral de Chile,” p. 66, 2017.
- [16] W. D. Pennington, “the proposed Andes,” vol. 86, pp. 10753–10770, 1981.
- [17] E. Kendrick *et al.*, “The Nazca-South America Euler vector and its rate of change,” *J. South Am. Earth Sci.*, vol. 16, no. 2, pp. 125–131, 2003.
- [18] A. Alvarado, “N´ eotectonique et cin´ ematique de la d´ eformation continentale en Equateur Alexandra Alvarado To cite this version :,” p. 260, 2012.
- [19] L. A. Patria, E. En, and E. L. Mar, “CAPÍTULO I: Información General de la República del Ecuador,” pp. 13–24, 2012.
- [20] P. D. Quinde Martínez and E. Reinoso Angulo, “Estudio De Peligro Sísmico De Ecuador Y Propuesta De Espectros De Diseño Para La Ciudad De Cuenca,” *Rev. Ing. Sísmica*, vol. 26, no. 94, p. 1, 2016.
- [21] L. Taípe, “Análisis de las ecuaciones de predicción de movimientos de suelo para el Ecuador, utilizando datos registrados durante el periodo 2000-2011 en estaciones sísmicas de banda ancha y acelerógrafos,” *Esc. Politécnica Nac.*, pp. 1–126, 2013.

- [22] D. Burbank and R. Anderson, “Tectonic geomorphology,” *Blackwell Sci. Ed.*, p. 274, 2001.
- [23] F. Ego, “Accommodation de la convergence oblique dans une chaîne de type cordillera: les Andes de Equateur,” *Univ. Paris-Sud Cent. d’Orsay*, p. 209, 1995.
- [24] E. Gajardo, H. Yepes, P. Ramón, P. Hall, P. Mothes, and J. Aguilar, “Evaluación del peligro sísmico para la ruta del OCP y evaluación complementaria del peligro volcánico,” 2001.
- [25] T. Winter, J.-P. Avouac, and A. Lavenu, “No Tilt Late Quaternary kinematics of the Pallatanga strike-slip fault (Central Ecuador) from topographic measurements of displaced morphological features,” *Geophys. J. Int.*, vol. 905–920, p. 115, 1993.
- [26] J.-F. Dumont, E. Santana, and W. Vilema, “Morphologic evidence of active motion of the Zambapala Fault, Gulf of Guayaquil (Ecuador),” *Geomorphology*, vol. 223–239, p. 65, 2005.
- [27] S. Bès de Berc, “Tectonique de chevauchement, surrection et incision fluviale (Exemple de la Zone Subandine Equatorienne, Haut Bassin Amazonien),” 2003.
- [28] “Ambato tiene 16 fallas geológicas de riesgo : Noticias Tungurahua : La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo.” [Online]. Available: <https://lahora.com.ec/tungurahua/noticia/1102266513/ambato-tiene-con-16-fallas-geologicas-de-riesgo>. [Accessed: 07-Jan-2020].
- [29] “Terremoto del 5 de agosto de 1949 - Instituto Geofísico - EPN.” [Online]. Available: <https://www.igepn.edu.ec/cayambe/805-terremoto-del-5-de-agosto-de-1949>. [Accessed: 31-Dec-2019].
- [30] R. Aguilar and A. Rivas, *Microzonificación Sísmica de Ambato*. 2018.
- [31] ASCE/SEI 7-16, *Minimum design loads for buildings and other structures*, no. 7 98. 2000.
- [32] NSR-10, “Ítulo A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo

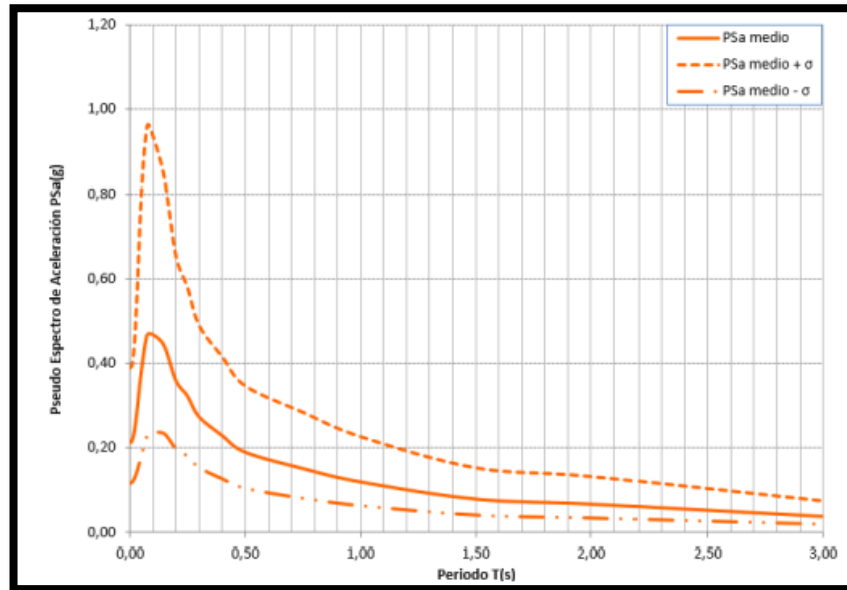
resistente,” 1997.

- [33] E.030-011-2006-VIVIENDA, “Diseño Sismorresistente,” 2016.
- [34] NEC-SE-DS, “Cargas Sísmicas Diseño Sismo Resistente,” *Norma Ecuatoriana la Construcción*, pp. 91–112, 2015.
- [35] H. A. Parra, “Desarrollos metodológicos y aplicaciones hacia el cálculo de la peligrosidad sísmica en el Ecuador Continental y estudio Riesgo Sísmico en la ciudad de Quito,” 2016.
- [36] P. Jiménez, Á. García, and F. Morán, *Hormigón Armado badada en la EHE*, 14th ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gilia, S.A, 2001.
- [37] Comité ACI 318, *ACI 318S-14*, vol. 10, no. SUPPL. 1. 2014.

Anexos

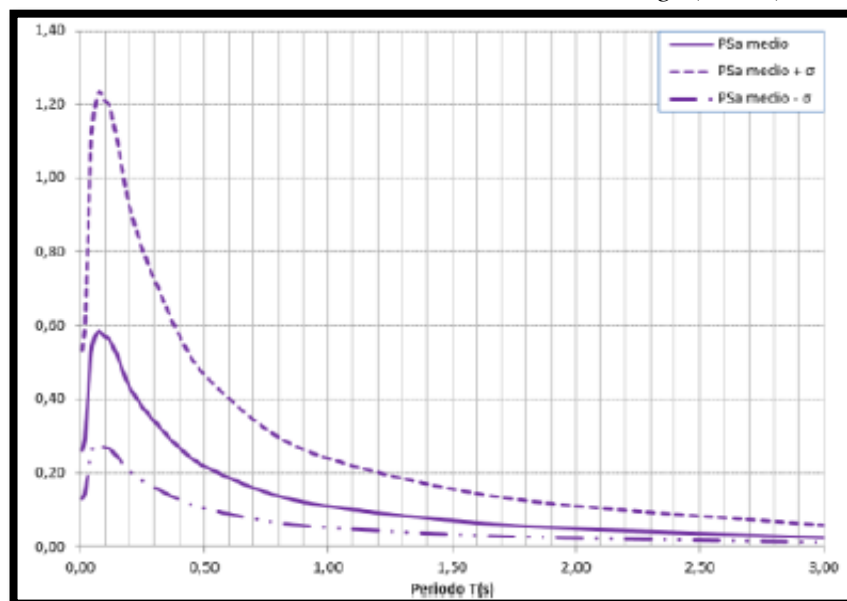
- **Espectros verticales de la Falla Huachi**

Figura 165. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Huachi, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



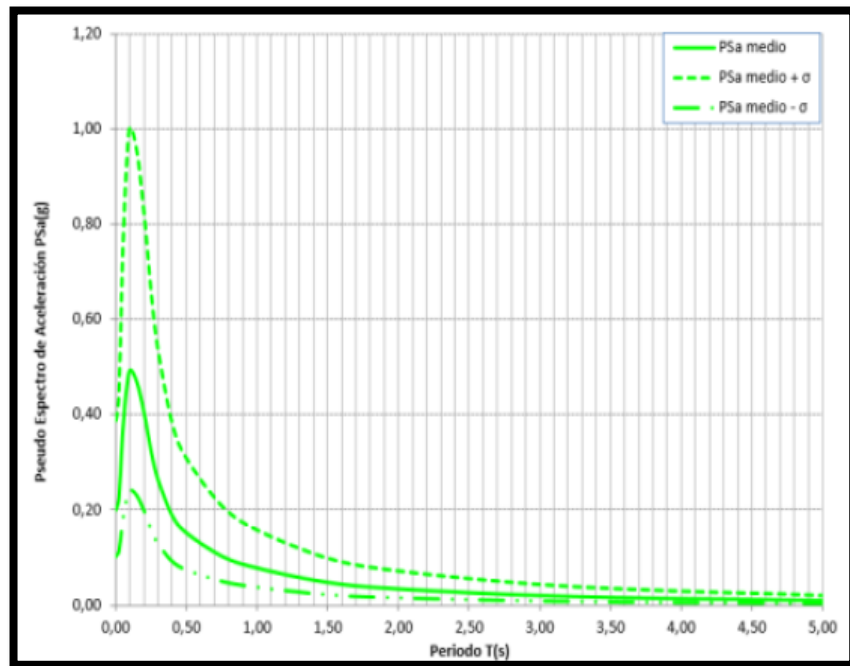
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 166. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Huachi, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)



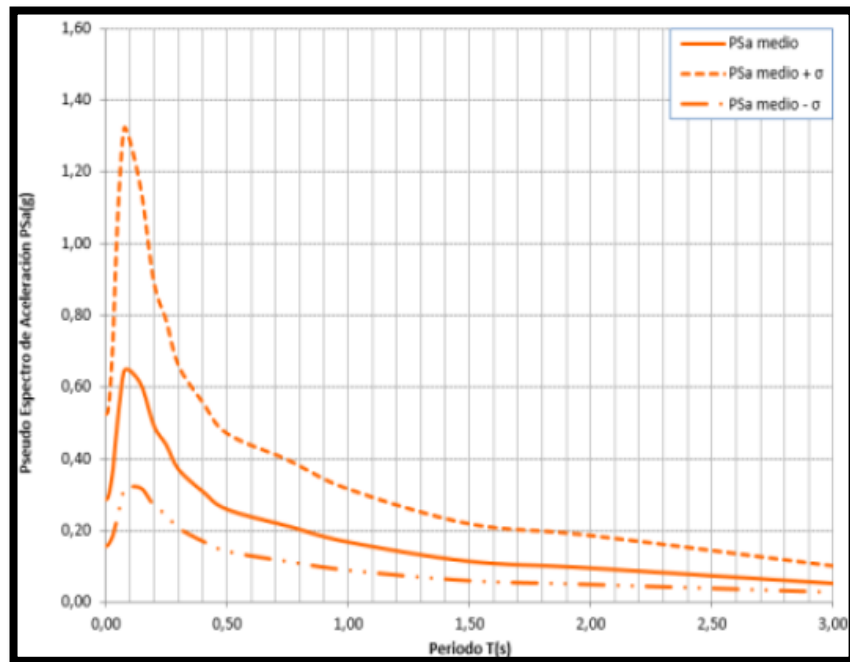
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 167. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Huachi, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



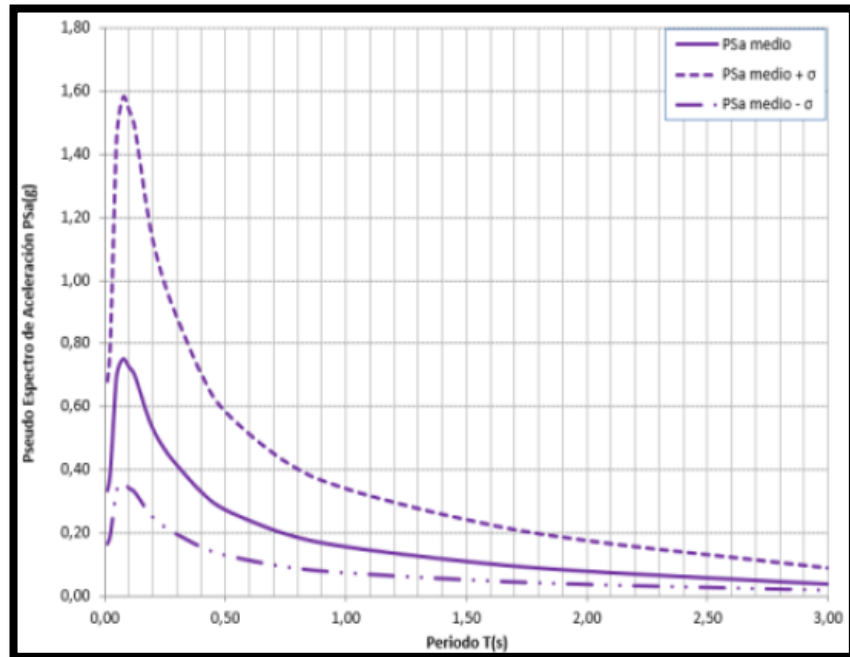
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 168. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Huachi, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



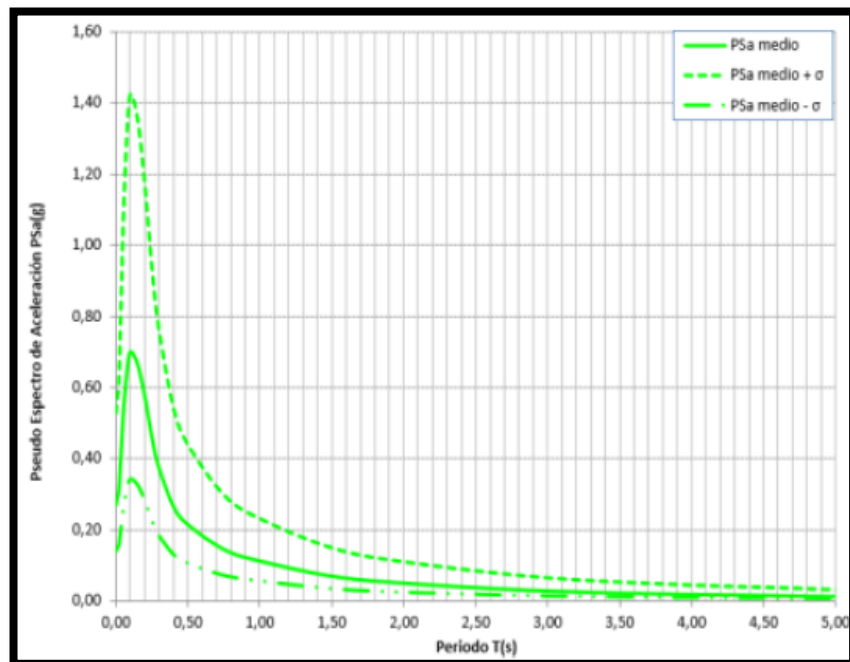
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 169. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Huachi, utilizando el modelo Choiu & Youngs (CY13)



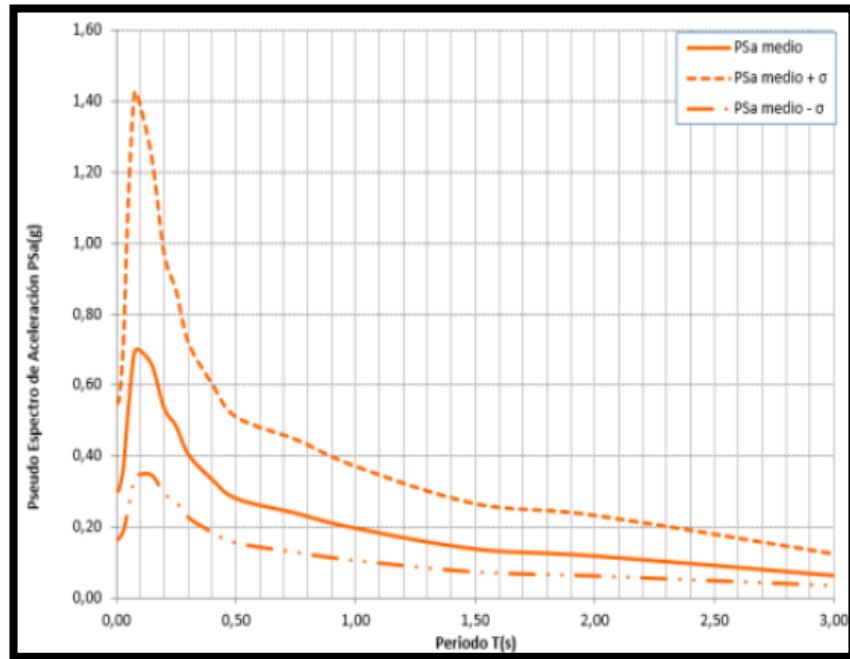
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 170. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Huachi, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



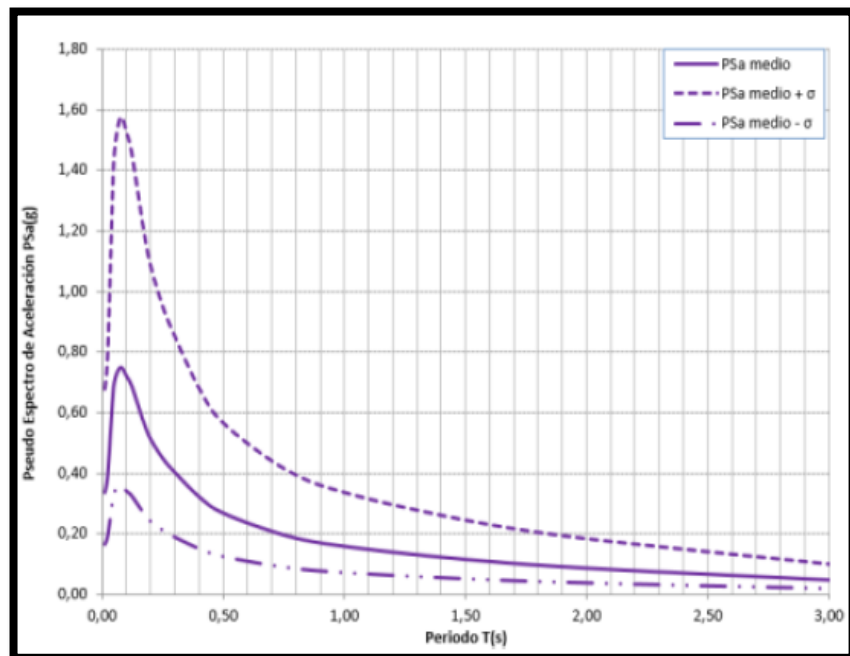
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 171. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Huachi, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



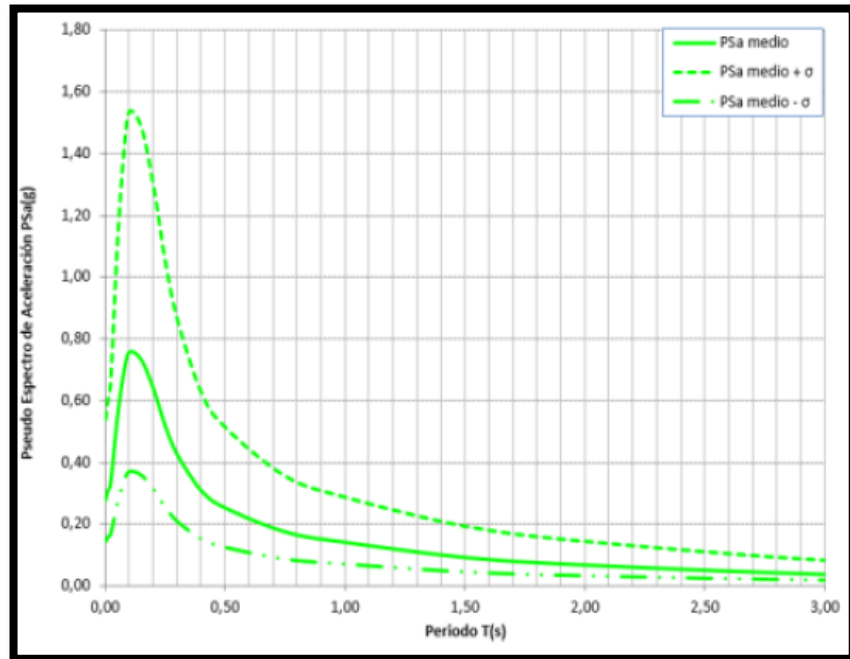
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 172. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Huachi, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

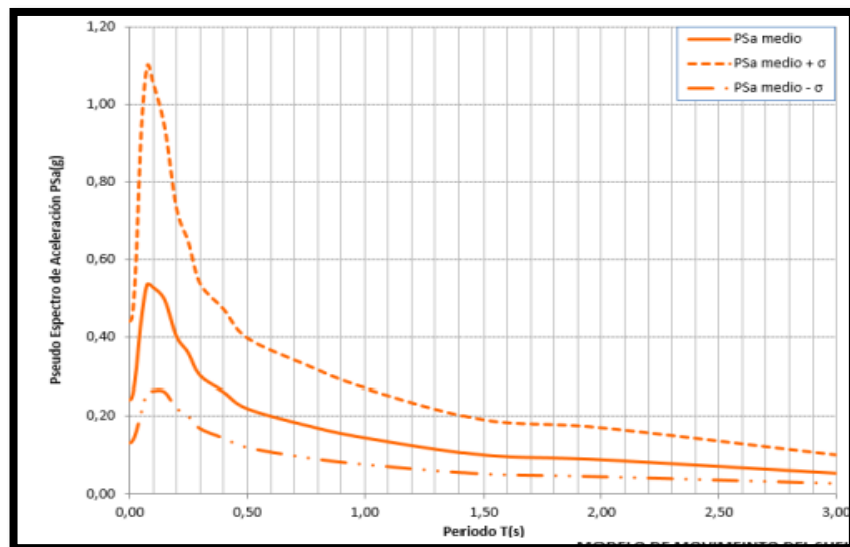
Figura 173. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Huachi, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

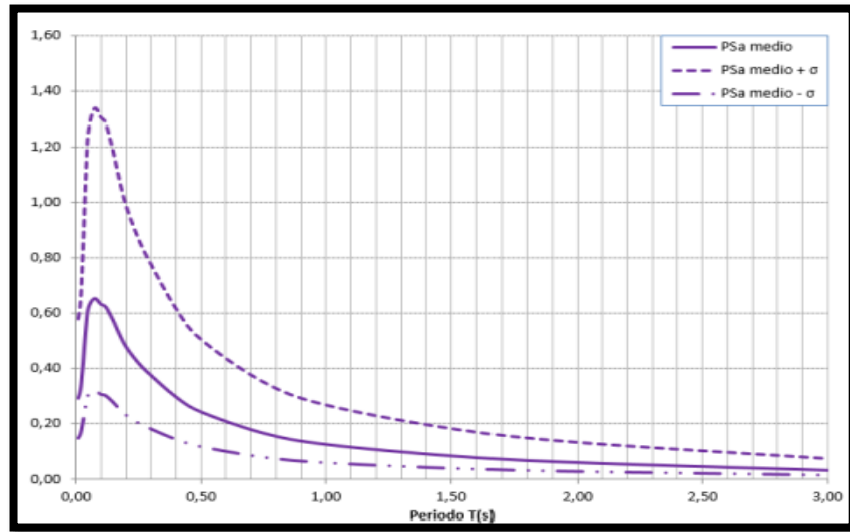
- **Espectros verticales falla Ambato**

Figura 174. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Ambato, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



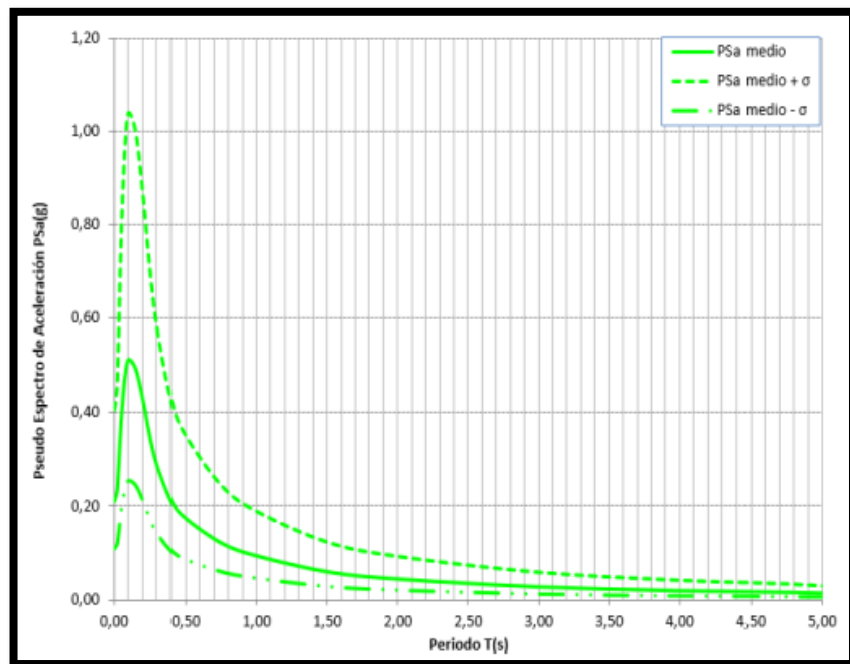
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 175. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Ambato, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)



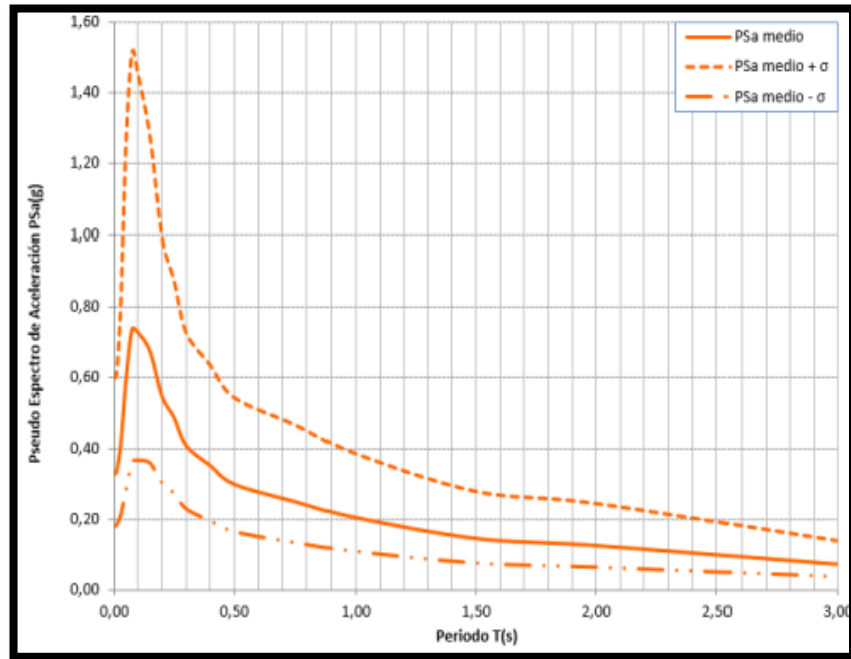
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 176. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico C, falla Ambato, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



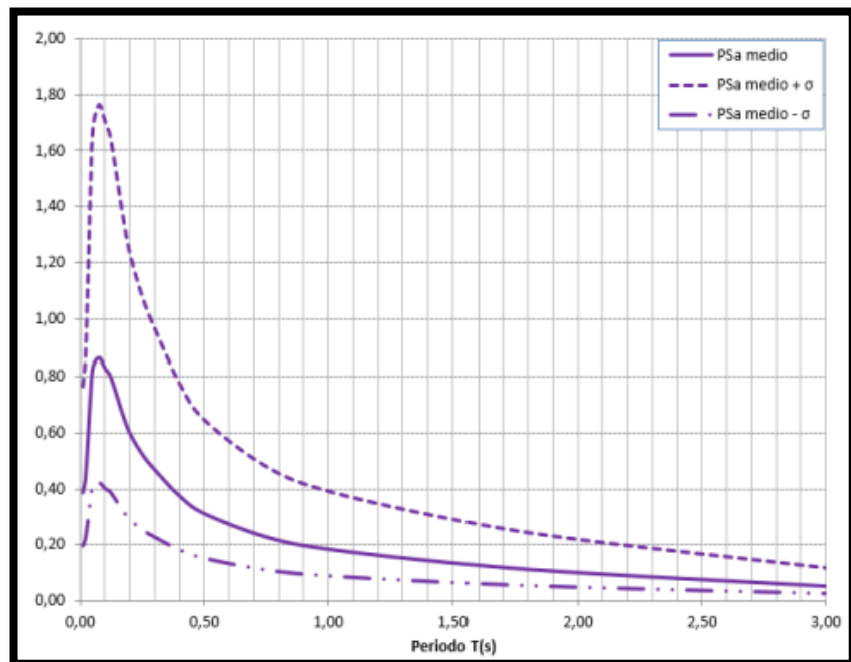
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 177. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Ambato, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



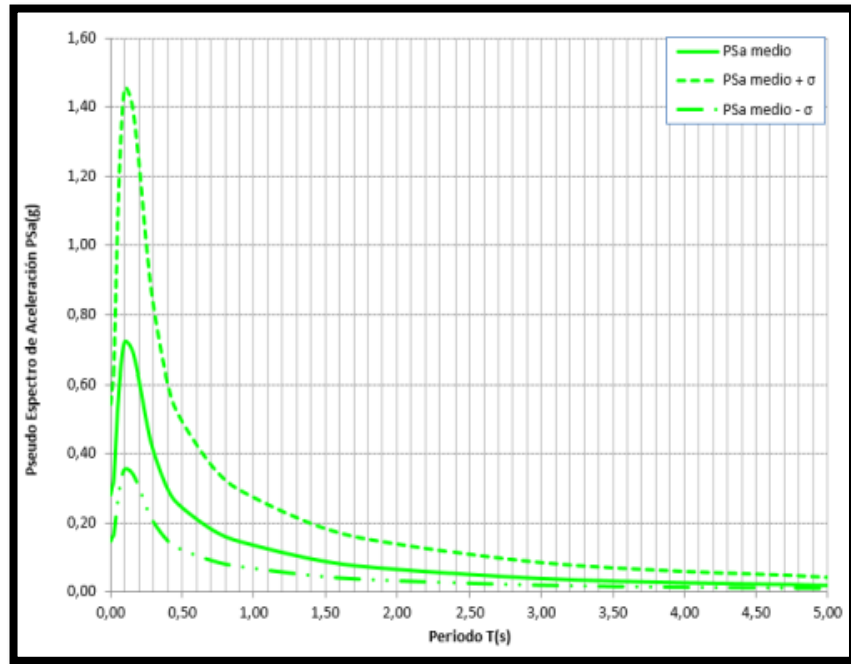
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 178. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Ambato, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)



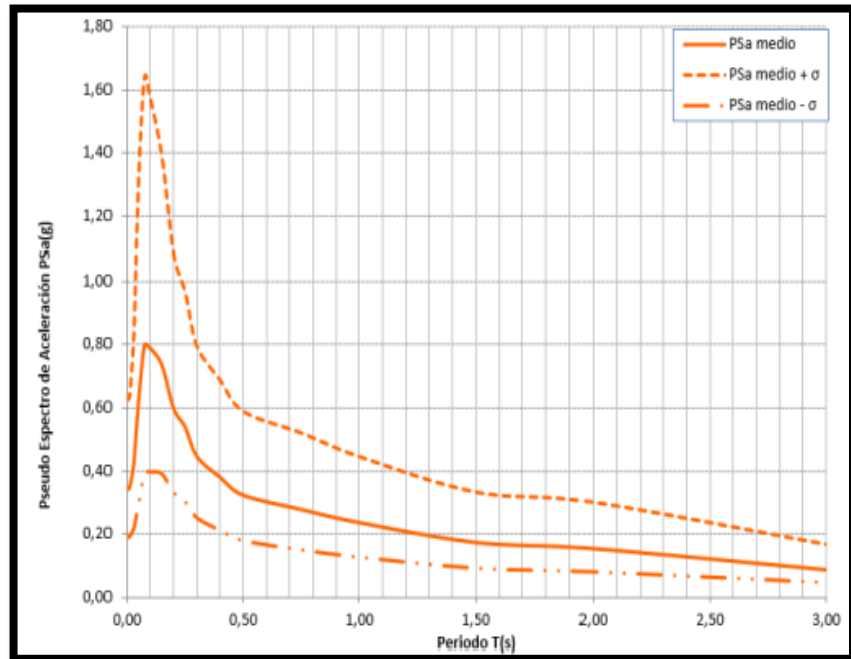
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 179. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico D, falla Ambato, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



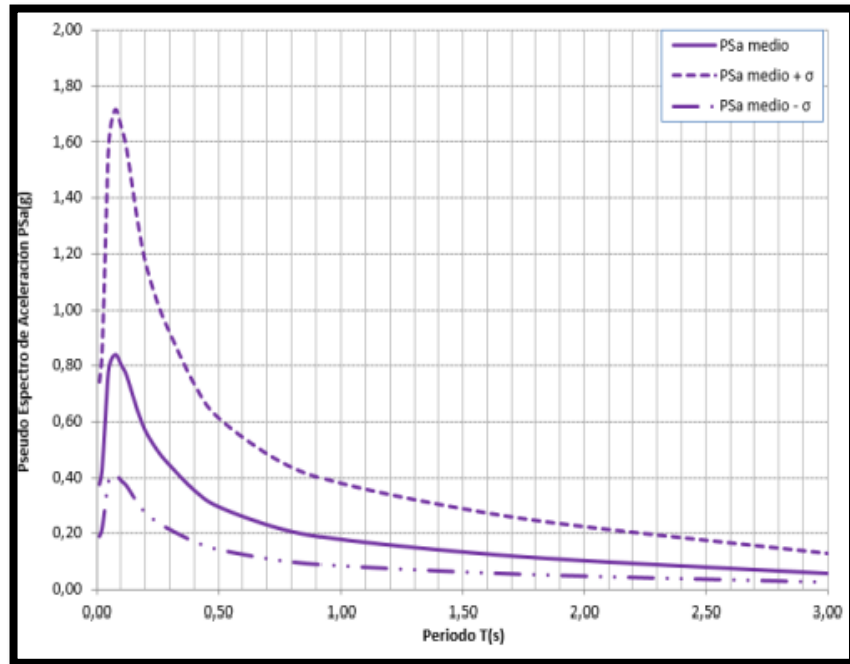
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 180. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Ambato, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



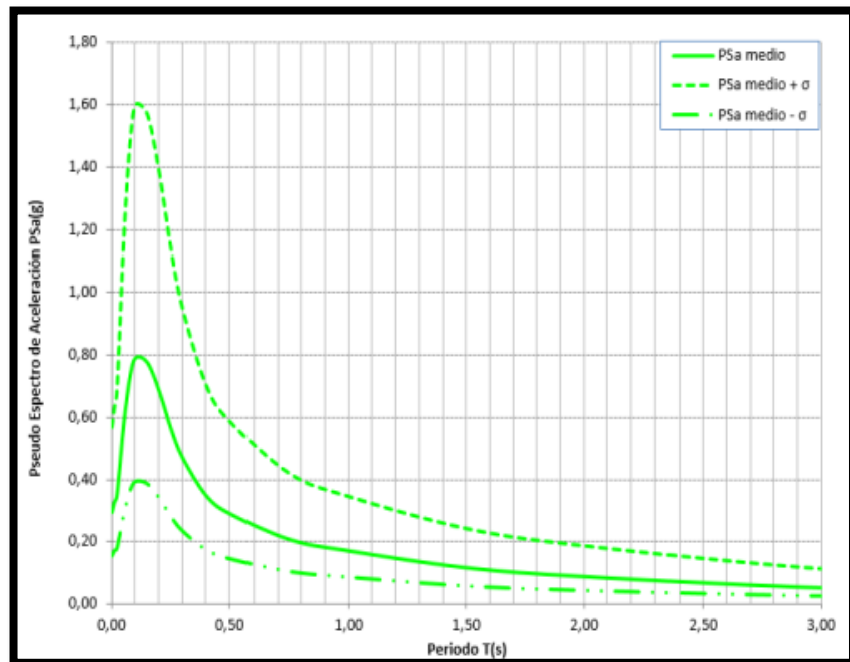
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 181. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Ambato, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

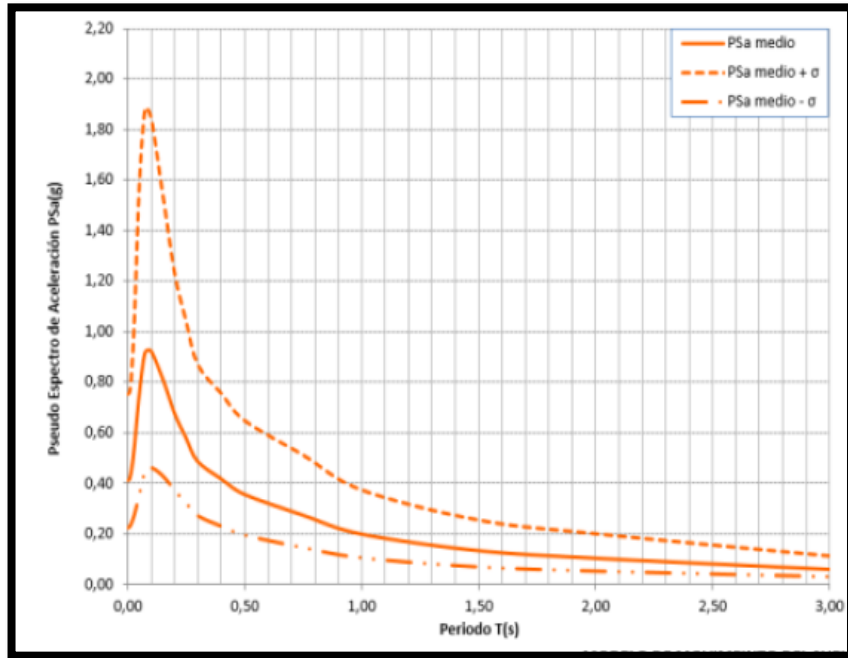
Figura 182. Espectros para una magnitud de 6.3 en un perfil sísmico E, falla Ambato, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

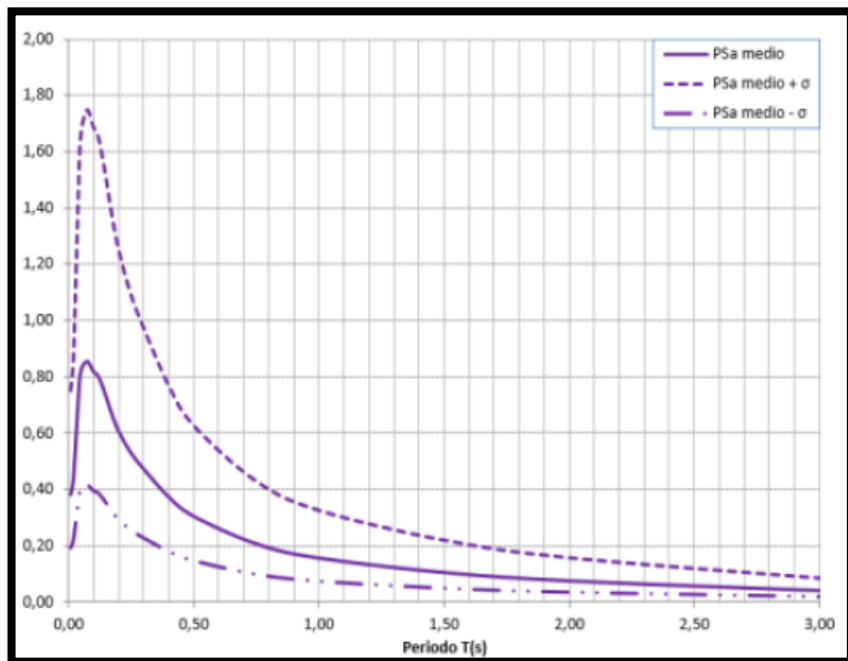
- **Espectros verticales Falla Totoras**

Figura 183. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico C, falla Totoras, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



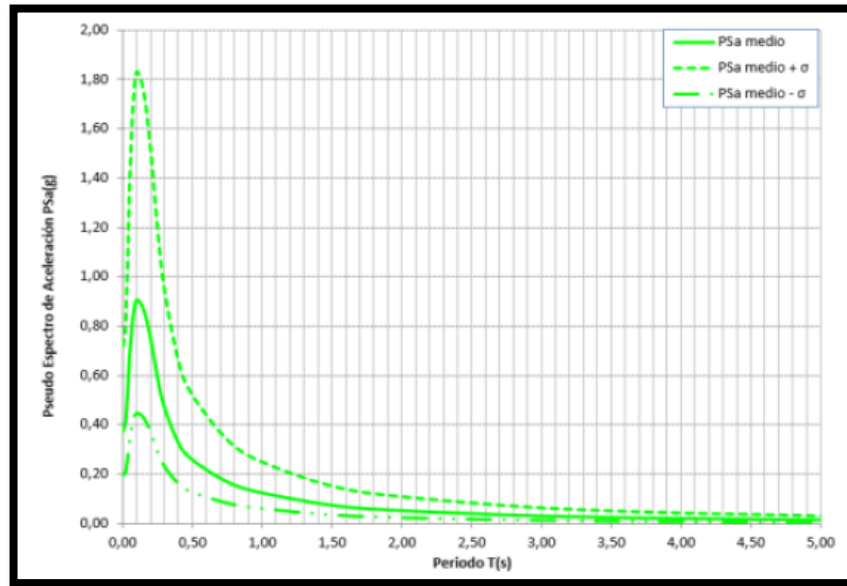
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 184. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico C, falla Totoras, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)



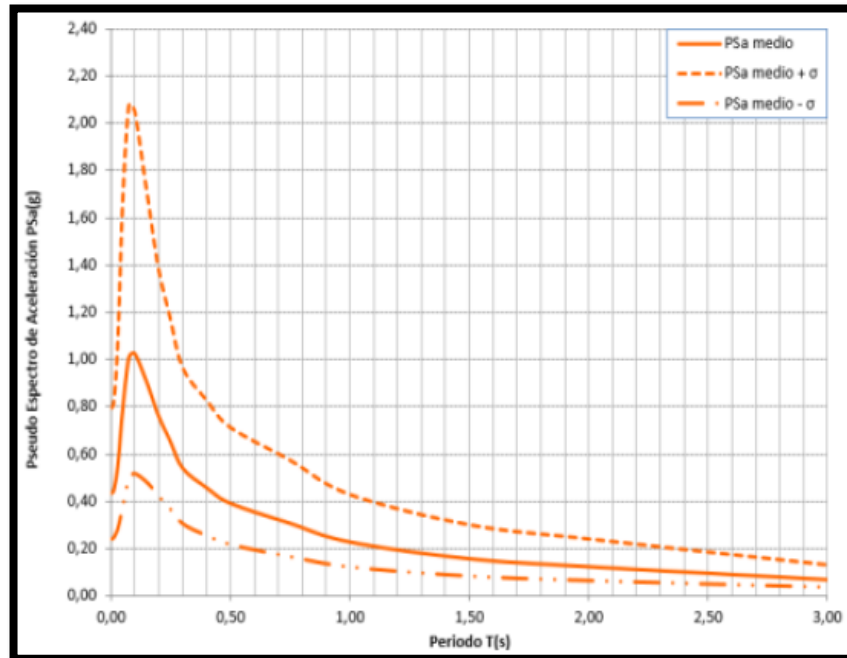
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 185. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico C, falla Totoras, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



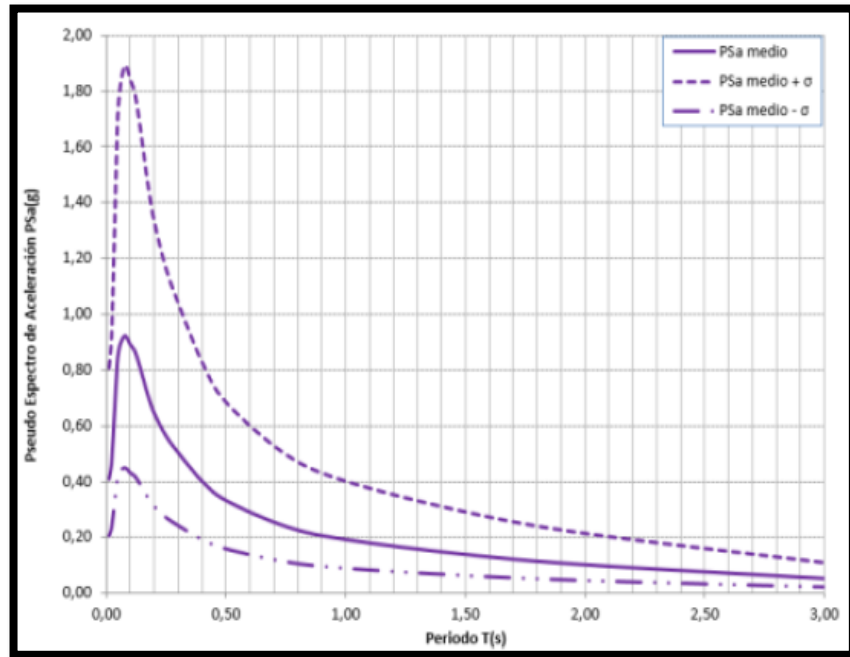
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 186. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico D, falla Totoras, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



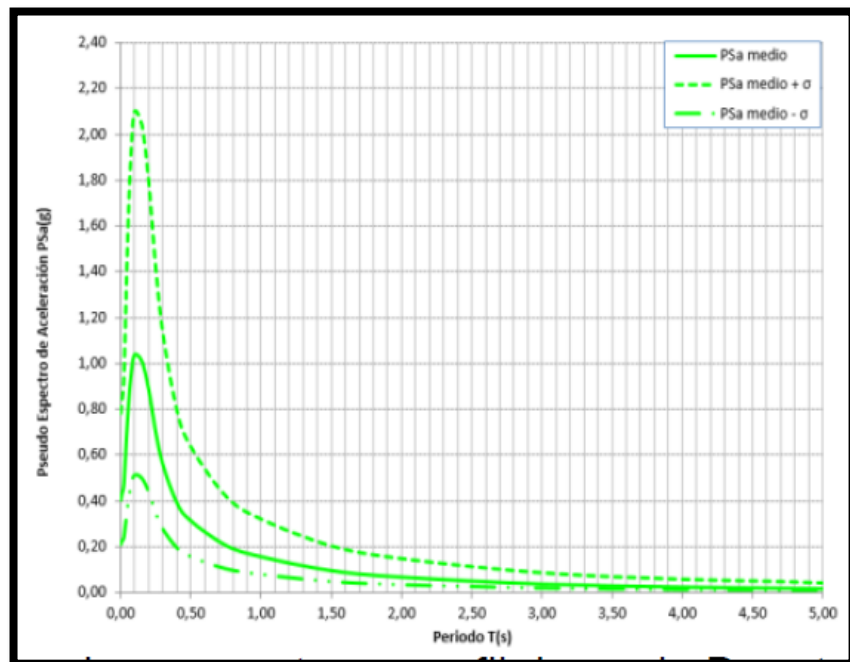
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 187. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico D, falla Totoras, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)



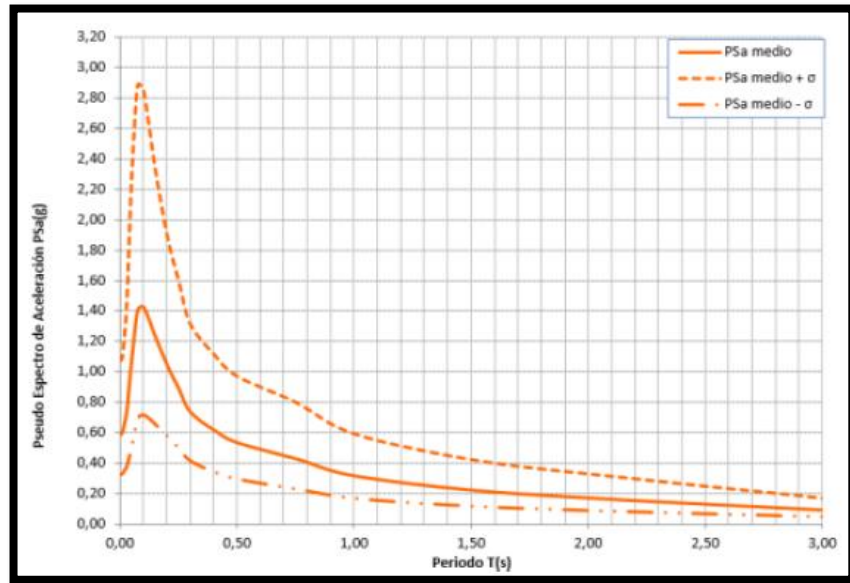
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 188. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico D, falla Totoras, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



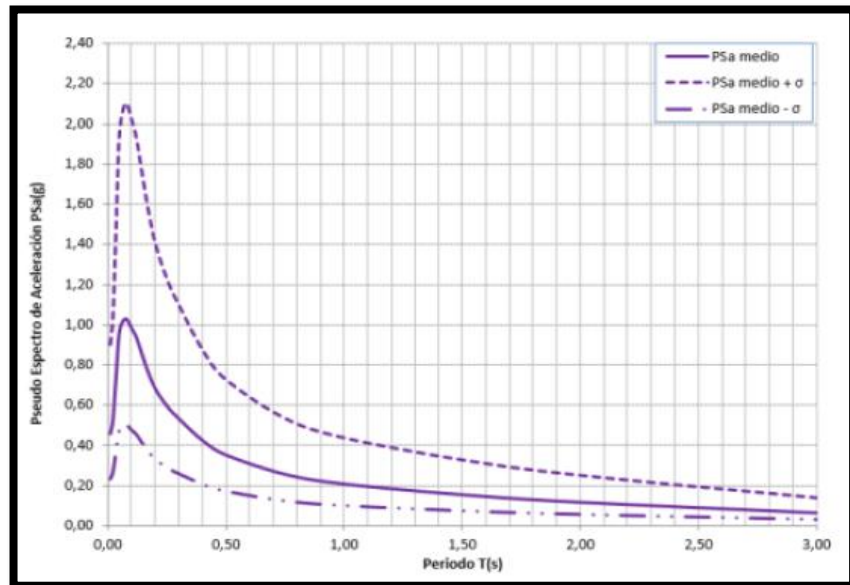
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 189. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico E, falla Totoras, utilizando el modelo Campbell & Bozorgnia (BC13)



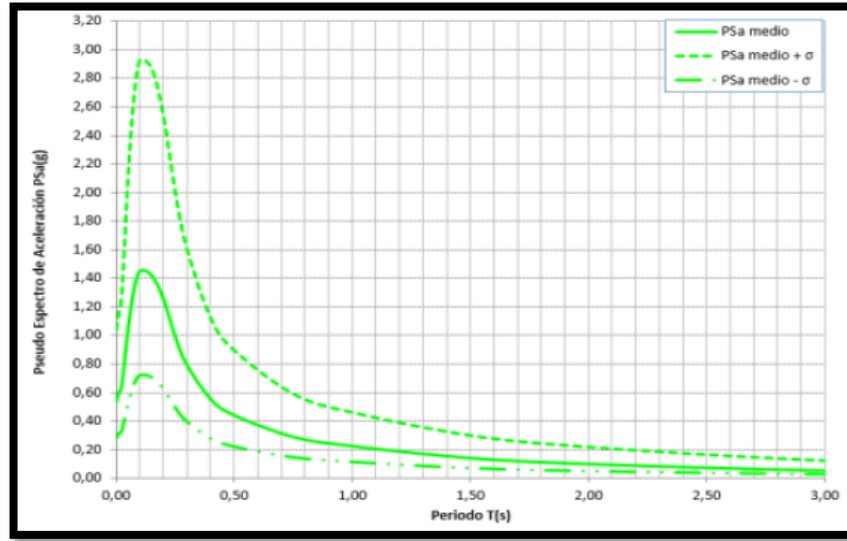
Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 190. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico E, falla Totoras, utilizando el modelo Chou & Youngs (CY13)



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

Figura 191. Espectros para una magnitud de 6.5 en un perfil sísmico E, falla Totoras, utilizando el modelo Abrahamson & Silva (GKAS13)



Fuente: Estudio de Microzonificación de Ambato

- Derivas de piso

Tabla 79. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	0.000514	0.000636	0.000537	0.000635	0.000537	0.000635
+34.80	0.000899	0.000980	0.000934	0.000979	0.000934	0.000979
+31.90	0.001241	0.001295	0.001288	0.001296	0.001288	0.001296
+29.00	0.001428	0.001476	0.001483	0.001476	0.001483	0.001476
+26.10	0.001526	0.001579	0.001585	0.001577	0.001585	0.001577
+23.20	0.001692	0.001731	0.001757	0.001729	0.001757	0.001729
+20.30	0.001836	0.001856	0.001906	0.001853	0.001906	0.001853
+17.40	0.001864	0.001860	0.001934	0.001857	0.001934	0.001857
+14.50	0.001834	0.001813	0.001903	0.001809	0.001903	0.001809
+11.60	0.001921	0.001864	0.001992	0.001860	0.001992	0.001860
+8.70	0.002001	0.001899	0.002073	0.001895	0.002073	0.001895
+5.80	0.002015	0.001818	0.002086	0.001814	0.002086	0.001814
+2.90	0.001489	0.001142	0.001534	0.001138	0.001534	0.001138

Fuente: Etabs 2017

Tabla 80. Derivas del edificio de 12 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	0.000791	0.000895	0.000817	0.000898	0.000817	0.000898
+34.80	0.001388	0.001378	0.001429	0.001381	0.001429	0.001381
+31.90	0.001973	0.001853	0.002028	0.001856	0.002028	0.001856
+29.00	0.002353	0.002158	0.002416	0.002160	0.002416	0.002160
+26.10	0.002604	0.002360	0.002672	0.002361	0.002672	0.002361
+23.20	0.002967	0.002633	0.003042	0.002633	0.003042	0.002633
+20.30	0.003281	0.002855	0.003363	0.002854	0.003363	0.002854
+17.40	0.003365	0.002878	0.003447	0.002877	0.003447	0.002877
+14.50	0.003319	0.002806	0.003398	0.002804	0.003398	0.002804
+11.60	0.003459	0.002871	0.003540	0.002868	0.003540	0.002868
+8.70	0.003567	0.002902	0.003648	0.002899	0.003648	0.002899
+5.80	0.003553	0.002757	0.003632	0.002753	0.003632	0.002753
+2.90	0.002607	0.001723	0.002657	0.001719	0.002657	0.001719

Fuente: Etabs 2017

Tabla 81. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	0.000638	0.000526	0.000658	0.000515	0.000658	0.000515
+11.60	0.001232	0.000925	0.001275	0.000926	0.001275	0.000926
+8.70	0.001732	0.001256	0.001790	0.001270	0.001790	0.001270
+5.80	0.002039	0.001392	0.002104	0.001406	0.002104	0.001406
+2.90	0.001630	0.000917	0.001673	0.000920	0.001673	0.000920

Fuente: Etabs 2017

Tabla 82. Derivas del edificio de 4 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	0.000532	0.000438	0.000549	0.000429	0.000549	0.000429
+11.60	0.001028	0.000771	0.001064	0.000771	0.001064	0.000771
+8.70	0.001445	0.001047	0.001493	0.001058	0.001493	0.001058
+5.80	0.001701	0.001160	0.001755	0.001172	0.001755	0.001172
+2.90	0.001360	0.000764	0.001396	0.000767	0.001396	0.000767

Fuente: *Etabs 2017*

- Cortantes

Tabla 83. Cortantes del edificio de 12 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	104.7146	119.1723	104.6219	115.6160	104.6219	115.6160
+34.80	221.8080	250.7100	221.6058	246.9110	221.6058	246.9110
+31.90	317.6593	359.7626	317.4061	357.4698	317.4060	357.4697
+29.00	395.6699	450.6657	395.3990	448.2415	395.3990	448.2414
+26.10	462.7822	530.2009	462.4801	526.8071	462.4801	526.8070
+23.20	521.0331	599.7948	520.7011	596.7538	520.7011	596.7538
+20.30	572.8665	661.8328	572.5246	659.4641	572.5246	659.4640
+17.40	620.8395	718.3425	620.4953	715.4600	620.4953	715.4600
+14.50	666.6925	770.7490	666.3541	767.3835	666.3541	767.3835
+11.60	709.3299	817.7018	709.0161	815.0443	709.0160	815.0442
+8.70	747.4174	857.7371	747.1303	855.6237	747.1302	855.6237
+5.80	777.1087	886.8715	776.8267	883.9289	776.8267	883.9289
+2.90	791.7762	899.7126	791.4872	895.8404	791.4872	895.8403

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 84. Cortantes del edificio de 12 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	149.1643	153.6962	149.0968	151.7043	149.0968	151.7043
+34.80	328.5476	335.1678	328.3969	332.9632	328.3969	332.9633
+31.90	493.4916	500.0116	493.2842	498.4539	493.2842	498.4539
+29.00	643.8642	648.9389	643.6132	647.1666	643.6132	647.1666
+26.10	783.4488	785.9369	783.1459	783.5505	783.1459	783.5505
+23.20	909.7176	908.6663	909.3633	906.2941	909.3633	906.2941
+20.30	1022.031	1016.914	1021.635	1014.703	1021.635	1014.7035
+17.40	1119.949	1110.513	1119.515	1107.937	1119.515	1107.9375
+14.50	1204.912	1190.981	1204.447	1188.059	1204.447	1188.0595
+11.60	1275.139	1256.731	1274.655	1254.007	1274.655	1254.0078
+8.70	1329.555	1306.874	1329.059	1304.295	1329.059	1304.2960
+5.80	1366.259	1339.526	1365.750	1336.496	1365.750	1336.4963
+2.90	1382.675	1352.877	1382.157	1349.387	1382.157	1349.3871

Fuente: Etabs 2017

Tabla 85. Cortantes del edificio de 4 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	166.7467	170.7893	164.3710	158.4838	164.3713	158.4837
+11.60	345.3441	346.7990	345.0209	338.1110	345.0186	338.1109
+8.70	487.7535	484.5449	486.9197	480.8262	486.9063	480.8261
+5.80	587.8716	577.4455	587.5353	573.1192	587.5162	573.1191
+2.90	636.9808	619.3094	636.0345	609.8082	636.0226	609.8081

Fuente: Etabs 2017

Tabla 86. Cortantes del edificio de 4 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	139.1131	142.3244	137.1359	132.0698	137.1569	132.0698
+11.60	288.1415	288.9991	287.8732	281.7592	287.9007	281.7592
+8.70	406.9813	403.7874	406.2885	400.6885	406.2936	400.6885
+5.80	490.5224	481.2046	490.2438	477.5993	490.2435	477.5993
+2.90	531.4908	516.0912	530.7044	508.1735	530.7254	508.1735

Fuente: *Etabs 2017*

- **Desplazamientos**

Tabla 87. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	0.055921	0.055387	0.058097	0.055322	0.058097	0.055322
+34.80	0.055361	0.054409	0.057943	0.054337	0.057943	0.054337
+31.90	0.053108	0.051817	0.055567	0.051744	0.055567	0.051744
+29.00	0.049944	0.048366	0.052237	0.048292	0.052237	0.048292
+26.10	0.046215	0.044381	0.048316	0.044310	0.048316	0.044310
+23.20	0.042120	0.040049	0.044014	0.039982	0.044014	0.039982
+20.30	0.037472	0.035229	0.039138	0.035168	0.039138	0.035168
+17.40	0.032328	0.030000	0.033746	0.029947	0.033746	0.029947
+14.50	0.027026	0.024709	0.028193	0.024665	0.028193	0.024665
+11.60	0.021735	0.019506	0.022658	0.019470	0.022658	0.019470
+8.70	0.016140	0.014127	0.016809	0.014097	0.016809	0.014097
+5.80	0.010279	0.008629	0.010690	0.008606	0.010690	0.008606
+2.90	0.004365	0.003357	0.004526	0.003346	0.004526	0.003346

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 88. Desplazamientos del edificio de 12 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+37.70	0.101014	0.085366	0.103512	0.085356	0.103512	0.085356
+34.80	0.100065	0.083918	0.103026	0.083895	0.103026	0.083895
+31.90	0.096152	0.080039	0.098971	0.080008	0.098971	0.080008
+29.00	0.090555	0.074810	0.093181	0.074770	0.093181	0.074770
+26.10	0.083832	0.068688	0.086235	0.068644	0.086235	0.068644
+23.20	0.076337	0.061956	0.078499	0.061909	0.078499	0.061909
+20.30	0.067748	0.054410	0.069643	0.054363	0.069643	0.054363
+17.40	0.058206	0.046199	0.059813	0.046154	0.059813	0.046154
+14.50	0.048389	0.037899	0.049706	0.037858	0.049706	0.037858
+11.60	0.038680	0.029786	0.039716	0.029750	0.039716	0.029750
+8.70	0.028540	0.021473	0.029289	0.021443	0.029289	0.021443
+5.80	0.018072	0.013060	0.018530	0.013039	0.018530	0.013039
+2.90	0.007642	0.005065	0.007822	0.005055	0.007822	0.005055

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 89. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo D

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	0.020914	0.014320	0.021597	0.014456	0.021597	0.014456
+11.60	0.019351	0.013010	0.020102	0.013154	0.020101	0.013154
+8.70	0.015798	0.010358	0.016396	0.010470	0.016395	0.010470
+5.80	0.010749	0.006730	0.011136	0.006788	0.011135	0.006788
+2.90	0.004775	0.002696	0.004927	0.002710	0.004927	0.002710

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 90. Desplazamientos del edificio de 4 pisos para suelo E

Nivel (m)	Sin Espectro Vertical		Espectro vertical de la NEC		Espectro vertical de la Microzonificación de Ambato	
	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
+14.50	0.017451	0.011933	0.018019	0.012047	0.018019	0.012047
+11.60	0.016146	0.010842	0.016771	0.010962	0.016771	0.010962
+8.70	0.013182	0.008632	0.013679	0.008725	0.013679	0.008725
+5.80	0.008969	0.005608	0.009291	0.005657	0.009291	0.005657
+2.90	0.003984	0.002247	0.004111	0.002258	0.004111	0.002258

Fuente: Etabs 2017

- Columnas

Tabla 91. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo C sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	27.19	5.53	6.44	5.83	6.36
34.8	54.03	6.79	7.75	8.33	8.37
31.9	80.80	8.46	10.21	11.93	10.70
29	107.47	9.80	12.12	16.28	13.22
26.1	134.88	11.00	13.94	17.56	14.19
23.2	162.16	11.69	15.01	19.02	15.11
20.3	189.26	12.30	15.98	20.57	15.96
17.4	216.18	12.94	17.04	23.58	17.43
14.5	243.60	13.68	18.20	23.44	17.63
11.6	270.76	14.14	18.80	24.13	18.21
8.7	297.56	14.55	19.31	25.05	18.75
5.8	324.02	14.91	19.61	27.00	19.57
2.9	350.02	13.92	18.13	32.47	20.70

Fuente: Etabs 2017

Tabla 92. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	30.24	5.98	6.70	5.96	6.13
34.8	60.06	7.13	7.91	8.39	8.56
31.9	89.83	8.80	10.39	12.09	12.17
29	119.50	10.15	12.30	16.46	16.52
26.1	149.99	11.38	14.14	17.71	17.81
23.2	180.34	12.03	15.20	19.15	19.26
20.3	210.51	12.62	16.16	20.70	20.80
17.4	240.51	13.25	17.21	23.71	23.81
14.5	271.09	13.98	18.38	23.53	23.66
11.6	301.40	14.40	18.96	24.20	24.33
8.7	331.35	14.76	19.46	25.14	25.22
5.8	360.95	15.07	19.75	27.08	27.18
2.9	390.09	14.00	18.20	32.36	32.53

Fuente: Etabs 2017

Tabla 93. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	30.91	6.03	6.71	6.11	6.95
34.8	61.40	7.20	7.92	8.50	8.91
31.9	91.84	8.88	10.44	12.21	11.25
29	122.17	10.22	12.33	16.58	13.79
26.1	153.34	11.46	14.15	17.83	14.78
23.2	184.38	12.11	15.21	19.27	15.66
20.3	215.22	12.69	16.17	20.81	16.46
17.4	245.88	13.32	17.22	23.82	17.92
14.5	277.13	14.04	18.36	23.64	18.08
11.6	308.11	14.44	18.95	24.30	18.58
8.7	338.71	14.79	19.46	25.23	19.04
5.8	368.96	15.10	19.73	27.16	19.81
2.9	398.74	13.98	18.12	32.40	20.74

Fuente: Etabs 2017

Tabla 94. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo C sin componente vertical

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	23.48	2.56	1.81	3.32	2.64
34.8	48.17	4.48	2.03	0.73	5.25
31.9	72.48	6.16	3.76	3.72	7.66
29	96.71	7.47	5.40	7.20	10.07
26.1	122.26	8.58	6.67	8.22	11.04
23.2	147.54	9.42	7.89	9.81	12.14
20.3	172.40	10.16	8.98	11.53	13.18
17.4	196.83	10.86	9.99	14.15	14.68
14.5	222.00	11.59	11.01	14.26	14.97
11.6	246.47	12.24	12.00	15.44	15.78
8.7	270.10	12.85	12.95	16.96	16.60
5.8	292.77	13.34	13.54	18.95	17.53
2.9	314.30	13.04	13.73	26.44	19.89

Fuente: Etabs 2017

Tabla 95. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	26.23	2.56	2.37	3.73	3.96
34.8	53.78	4.48	1.67	0.37	0.23
31.9	80.92	6.16	3.36	3.44	3.21
29	107.96	7.47	5.00	6.92	6.66
26.1	136.49	8.58	6.25	7.90	7.67
23.2	164.72	9.42	7.49	9.50	9.29
20.3	192.48	10.16	8.60	11.23	11.04
17.4	219.76	10.86	9.62	13.85	13.65
14.5	247.89	11.59	10.63	13.94	13.78
11.6	275.25	12.24	11.67	15.13	15.01
8.7	301.66	12.85	12.65	16.70	16.58
5.8	327.04	13.34	13.27	18.69	18.59
2.9	351.14	13.04	13.58	26.22	26.30

Fuente: Etabs 2017

Tabla 96. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	26.91	2.53	2.44	4.06	2.59
34.8	55.20	4.47	1.64	0.11	5.23
31.9	83.05	6.16	3.35	3.18	7.66
29	110.81	7.46	4.97	6.64	10.06
26.1	140.09	8.58	6.21	7.62	11.03
23.2	169.05	9.41	7.45	9.23	12.13
20.3	197.52	10.14	8.56	10.98	13.16
17.4	225.49	10.85	9.57	13.59	14.67
14.5	254.31	11.58	10.57	13.69	14.95
11.6	282.33	12.23	11.60	14.90	15.75
8.7	309.36	12.83	12.61	16.51	16.57
5.8	335.30	13.33	13.20	18.51	17.52
2.9	359.92	13.01	13.48	26.16	19.84

Fuente: Etabs 2017

Tabla 97. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo C sin componente vertical

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	18.24	2.90	0.70	1.74	3.02
34.8	54.48	4.92	4.04	6.00	5.79
31.9	91.68	6.74	1.56	3.41	8.39
29	129.73	8.17	1.18	1.55	11.01
26.1	169.34	9.38	0.76	1.42	12.07
23.2	209.44	10.28	0.00	0.53	13.25
20.3	250.14	11.07	0.72	0.75	14.36
17.4	291.23	11.82	1.30	2.58	15.98
14.5	333.85	12.62	1.67	2.17	16.28
11.6	376.93	13.29	2.58	3.12	17.13
8.7	420.79	13.92	3.46	4.68	17.98
5.8	465.25	14.40	3.89	6.22	18.94
2.9	509.26	13.89	8.18	21.55	21.19

Fuente: Etabs 2017

Tabla 98. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	20.39	2.90	0.86	0.59	1.87
34.8	60.31	4.92	4.51	5.48	6.54
31.9	101.17	6.74	1.88	2.71	3.86
29	142.88	8.17	1.53	0.73	2.01
26.1	186.19	9.38	1.11	0.66	1.88
23.2	230.00	10.28	0.35	0.15	0.99
20.3	274.40	11.07	0.37	1.33	0.29
17.4	319.19	11.82	0.95	3.10	2.14
14.5	365.57	12.62	1.33	2.56	1.73
11.6	412.43	13.29	2.24	3.33	2.68
8.7	460.06	13.92	3.14	4.76	4.27
5.8	508.29	14.40	3.54	6.07	5.75
2.9	556.09	13.89	7.97	21.35	21.36

Fuente: Etabs 2017

Tabla 99. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	21.04	2.86	1.31	0.76	2.96
34.8	63.44	4.91	3.74	5.87	5.77
31.9	106.69	6.73	1.19	3.05	8.38
29	150.73	8.15	0.81	1.07	10.99
26.1	196.15	9.37	0.40	0.99	12.05
23.2	241.88	10.26	0.31	0.18	13.24
20.3	288.04	11.05	0.96	1.01	14.34
17.4	334.44	11.81	1.47	2.80	15.96
14.5	382.23	12.60	1.78	2.28	16.27
11.6	430.33	13.27	2.57	3.06	17.10
8.7	479.05	13.90	3.36	4.51	17.95
5.8	528.24	14.39	3.60	5.82	18.93
2.9	576.85	13.86	7.90	21.25	21.14

Fuente: Etabs 2017

Tabla 100. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo C sin componente vertical

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	16.29	2.97	5.28	7.38	2.87
34.8	40.61	0.71	5.92	6.13	0.13
31.9	67.10	1.24	7.38	8.27	1.17
29	95.29	1.98	8.34	11.09	2.56
26.1	126.82	2.25	9.13	11.34	2.78
23.2	159.10	3.07	9.82	12.17	3.77
20.3	192.11	3.79	10.46	13.39	4.86
17.4	225.44	4.36	11.03	15.50	6.08
14.5	261.24	4.83	11.49	14.76	6.26
11.6	297.19	5.83	12.08	15.32	7.45
8.7	333.60	6.77	12.50	16.21	8.78
5.8	370.19	7.53	13.00	18.50	9.99
2.9	404.90	10.09	14.89	30.34	17.68

Fuente: Etabs 2017

Tabla 101. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	18.05	3.39	5.79	7.77	7.97
34.8	44.71	0.52	6.28	6.17	6.62
31.9	73.49	1.01	7.76	8.54	8.76
29	103.97	1.75	8.73	11.44	11.62
26.1	137.90	1.99	9.55	11.66	11.88
23.2	172.56	2.82	10.22	12.47	12.69
20.3	207.92	3.57	10.85	13.68	13.88
17.4	243.54	4.15	11.41	15.82	16.01
14.5	281.70	4.61	11.88	15.06	15.26
11.6	319.93	5.64	12.43	15.55	15.77
8.7	358.55	6.62	12.81	16.45	16.60
5.8	397.24	7.41	13.29	18.74	18.88
2.9	433.94	10.04	15.06	30.30	30.48

Fuente: Etabs 2017

Tabla 102. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	18.48	3.47	5.81	8.07	3.40
34.8	45.85	0.50	6.29	6.41	0.48
31.9	75.37	0.99	7.83	8.79	0.85
29	106.57	1.73	8.78	11.70	2.21
26.1	141.17	1.97	9.59	11.93	2.41
23.2	176.43	2.81	10.27	12.73	3.44
20.3	212.31	3.55	10.90	13.93	4.55
17.4	248.42	4.13	11.46	16.08	5.77
14.5	287.03	4.60	11.92	15.30	5.96
11.6	325.67	5.62	12.47	15.78	7.19
8.7	364.65	6.60	12.86	16.65	8.57
5.8	403.67	7.40	13.31	18.94	9.83
2.9	440.67	10.01	15.01	30.37	17.58

Fuente: Etabs 2017

Tabla 103. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo D sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	27.40	5.59	7.01	6.23	6.34
34.8	54.48	7.21	8.65	9.10	8.79
31.9	81.47	9.22	11.59	13.36	11.59
29	108.34	10.89	13.99	18.62	14.64
26.1	135.96	12.46	16.37	20.42	16.00
23.2	163.42	13.49	17.88	22.49	17.38
20.3	190.67	14.41	19.22	24.63	18.66
17.4	217.71	15.31	20.62	28.51	20.62
14.5	245.21	16.25	22.05	28.41	20.95
11.6	272.39	16.85	22.74	29.23	21.72
8.7	299.14	17.35	23.29	30.27	22.39
5.8	325.46	17.78	23.54	32.50	23.39
2.9	351.20	16.66	21.76	39.15	24.86

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 104. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	30.54	6.07	7.27	6.51	6.92
34.8	60.71	7.57	8.79	9.28	9.28
31.9	90.80	9.58	11.78	13.59	12.06
29	120.77	11.27	14.18	18.89	15.15
26.1	151.56	12.85	16.54	20.65	16.51
23.2	182.20	13.85	18.04	22.69	17.86
20.3	212.61	14.74	19.38	24.83	19.09
17.4	242.80	15.63	20.76	28.71	21.04
14.5	273.54	16.56	22.18	28.57	21.35
11.6	303.94	17.11	22.86	29.37	22.05
8.7	333.90	17.56	23.40	30.42	22.65
5.8	363.42	17.94	23.62	32.61	23.58
2.9	392.35	16.73	21.76	39.08	24.92

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 105. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	30.98	6.11	7.29	6.54	6.98
34.8	61.59	7.61	8.81	9.30	9.33
31.9	92.12	9.62	11.80	13.61	12.11
29	122.52	11.30	14.19	18.91	15.20
26.1	153.78	12.89	16.56	20.67	16.57
23.2	184.87	13.89	18.06	22.71	17.90
20.3	215.73	14.78	19.40	24.85	19.14
17.4	246.38	15.66	20.78	28.73	21.09
14.5	277.59	16.59	22.19	28.59	21.38
11.6	308.47	17.14	22.87	29.39	22.08
8.7	338.90	17.58	23.41	30.43	22.68
5.8	368.89	17.96	23.63	32.62	23.60
2.9	398.29	16.73	21.76	39.08	24.92

Fuente: Etabs 2017

Tabla 106. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo D sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	23.51	2.88	1.28	2.94	2.94
34.8	48.25	5.08	2.84	1.43	5.92
31.9	72.59	7.10	4.98	4.99	8.78
29	96.86	8.75	7.05	9.28	11.74
26.1	122.46	10.22	8.81	10.74	13.10
23.2	147.79	11.38	10.41	12.87	14.63
20.3	172.68	12.41	11.82	15.10	16.06
17.4	197.14	13.35	13.14	18.48	18.04
14.5	222.34	14.28	14.38	18.62	18.44
11.6	246.84	15.03	15.45	19.91	19.38
8.7	270.48	15.69	16.43	21.54	20.28
5.8	293.18	16.19	16.98	23.75	21.30
2.9	314.72	15.74	16.88	32.24	24.01

Fuente: Etabs 2017

Tabla 107. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	26.44	2.88	1.75	3.48	2.95
34.8	54.27	5.08	2.54	0.97	5.93
31.9	81.66	7.10	4.67	4.57	8.79
29	108.95	8.75	6.74	8.86	11.75
26.1	137.75	10.23	8.45	10.29	13.10
23.2	166.22	11.38	10.07	12.41	14.63
20.3	194.21	12.40	11.50	14.67	16.06
17.4	221.69	13.35	12.80	18.04	18.04
14.5	250.01	14.28	14.03	18.16	18.43
11.6	277.53	15.03	15.13	19.48	19.38
8.7	304.07	15.69	16.14	21.17	20.28
5.8	329.52	16.19	16.68	23.37	21.29
2.9	353.68	15.73	16.67	32.00	24.00

Fuente: Etabs 2017

Tabla 108. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	26.87	2.88	1.78	3.52	2.95
34.8	55.15	5.08	2.52	0.95	5.93
31.9	82.97	7.10	4.65	4.54	8.79
29	110.71	8.75	6.71	8.83	11.75
26.1	139.97	10.23	8.43	10.25	13.10
23.2	168.91	11.38	10.04	12.38	14.63
20.3	197.35	12.40	11.47	14.64	16.06
17.4	225.29	13.35	12.77	18.01	18.04
14.5	254.07	14.28	14.00	18.13	18.43
11.6	282.05	15.03	15.11	19.46	19.38
8.7	309.04	15.69	16.12	21.14	20.28
5.8	334.94	16.19	16.66	23.35	21.29
2.9	359.52	15.73	16.66	31.99	24.00

Fuente: Etabs 2017

Tabla 109. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo D sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	18.25	3.27	0.69	1.42	3.38
34.8	54.65	5.59	3.84	6.10	6.54
31.9	92.27	7.77	1.13	3.20	9.62
29	130.97	9.57	0.54	0.93	12.84
26.1	171.58	11.18	0.07	0.67	14.33
23.2	212.94	12.43	1.08	0.57	15.97
20.3	255.17	13.52	2.02	2.27	17.51
17.4	297.97	14.54	2.75	4.61	19.64
14.5	342.67	15.54	3.19	4.14	20.06
11.6	387.93	16.32	4.23	5.25	21.04
8.7	434.07	17.00	5.20	7.03	21.97
5.8	480.82	17.48	5.69	8.94	23.01
2.9	526.83	16.77	10.47	26.59	25.59

Fuente: Etabs 2017

Tabla 110. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	20.60	3.27	1.55	0.04	3.38
34.8	62.92	5.59	2.97	5.20	6.54
31.9	106.27	7.77	0.33	2.25	9.62
29	150.63	9.57	0.28	0.14	12.84
26.1	196.69	11.18	0.86	0.33	14.32
23.2	243.30	12.42	1.78	1.43	15.97
20.3	290.59	13.52	2.62	3.00	17.50
17.4	338.27	14.53	3.24	5.24	19.63
14.5	387.65	15.53	3.58	4.60	20.05
11.6	437.40	16.31	4.46	5.49	21.03
8.7	487.84	16.99	5.28	7.09	21.96
5.8	538.71	17.48	5.55	8.70	23.00
2.9	588.67	16.76	10.27	26.36	25.57

Fuente: Etabs 2017

Tabla 111. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	20.96	3.27	1.66	0.19	3.38
34.8	63.93	5.59	2.86	5.06	6.54
31.9	107.93	7.77	0.22	2.12	9.62
29	152.93	9.57	0.38	0.28	12.84
26.1	199.63	11.18	0.95	0.46	14.32
23.2	246.86	12.42	1.87	1.54	15.97
20.3	294.77	13.52	2.69	3.10	17.50
17.4	343.06	14.53	3.30	5.32	19.63
14.5	393.03	15.53	3.63	4.67	20.05
11.6	443.36	16.31	4.50	5.54	21.03
8.7	494.36	16.99	5.30	7.12	21.96
5.8	545.77	17.48	5.55	8.70	23.00

2.9	596.26	16.76	10.26	26.36	25.57
-----	--------	-------	-------	-------	-------

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 112. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo D sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	16.27	2.99	5.29	7.77	2.79
34.8	40.83	0.89	6.17	6.01	0.09
31.9	68.07	1.62	7.90	8.52	1.52
29	97.48	2.56	9.11	11.83	3.25
26.1	130.88	3.03	10.12	12.26	3.66
23.2	165.56	4.07	11.11	13.49	4.96
20.3	201.50	4.99	12.02	15.21	6.35
17.4	238.15	5.75	12.77	17.94	7.95
14.5	277.96	6.33	13.31	17.12	8.18
11.6	318.15	7.44	14.06	17.87	9.53
8.7	359.04	8.47	14.59	19.01	11.00
5.8	400.19	9.26	15.16	21.74	12.30
2.9	439.09	12.22	17.66	36.41	21.38

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 113. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	18.18	3.37	5.76	8.37	3.16
34.8	45.35	0.72	6.49	6.30	0.34
31.9	75.16	1.41	8.28	8.96	1.25
29	107.11	2.35	9.49	12.37	2.97
26.1	143.12	2.80	10.51	12.77	3.37
23.2	180.33	3.86	11.49	13.96	4.68
20.3	218.70	4.80	12.39	15.68	6.10
17.4	257.72	5.55	13.12	18.42	7.70
14.5	299.90	6.13	13.67	17.57	7.93
11.6	342.35	7.28	14.39	18.27	9.32
8.7	385.41	8.33	14.88	19.38	10.83
5.8	428.62	9.15	15.42	22.09	12.17

2.9	469.44	12.16	17.76	36.43	21.33
-----	--------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Etabs 2017

Tabla 114. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	18.47	3.42	5.83	8.44	3.22
34.8	46.00	0.69	6.53	6.36	0.37
31.9	76.15	1.38	8.33	9.01	1.21
29	108.44	2.32	9.54	12.43	2.93
26.1	144.81	2.77	10.56	12.84	3.32
23.2	182.38	3.83	11.54	14.02	4.64
20.3	221.11	4.77	12.44	15.74	6.06
17.4	260.47	5.52	13.17	18.48	7.66
14.5	303.01	6.10	13.72	17.63	7.89
11.6	345.82	7.25	14.43	18.32	9.29
8.7	389.22	8.31	14.92	19.43	10.80
5.8	432.75	9.13	15.46	22.14	12.15
2.9	473.89	12.15	17.78	36.44	21.32

Fuente: Etabs 2017

Tabla 115. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo E sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	28.24	6.03	8.78	7.55	6.57
34.8	56.32	9.05	11.29	11.45	10.70
31.9	84.17	12.52	15.64	17.52	15.43
29	111.84	15.70	19.54	25.56	20.89
26.1	140.29	18.79	23.47	28.84	23.92
23.2	168.49	21.26	26.23	32.62	27.22
20.3	196.31	23.48	28.65	36.48	30.30
17.4	223.80	25.44	30.99	42.83	34.29
14.5	251.58	27.24	33.20	42.81	35.16
11.6	278.83	28.46	34.19	44.06	36.77
8.7	305.34	29.36	34.84	45.48	38.03
5.8	331.10	30.11	34.99	48.48	39.74

2.9	355.68	28.53	32.40	58.69	42.89
-----	--------	-------	-------	-------	-------

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 116. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	30.81	6.41	9.01	7.81	7.04
34.8	61.42	9.34	11.43	11.64	11.10
31.9	91.80	12.81	15.81	17.74	15.82
29	122.01	16.01	19.70	25.79	21.30
26.1	153.05	19.10	23.63	29.05	24.33
23.2	183.85	21.56	26.38	32.81	27.60
20.3	214.26	23.75	28.79	36.66	30.65
17.4	244.32	25.70	31.11	43.00	34.63
14.5	274.74	27.48	33.31	42.96	35.48
11.6	304.62	28.67	34.28	44.19	37.03
8.7	333.73	29.53	34.92	45.59	38.24
5.8	362.09	30.23	35.05	48.56	39.89
2.9	389.25	28.58	32.40	58.63	42.93

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 117. Diseño de C.I. 1 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	33.90	6.88	9.29	8.13	7.62
34.8	67.56	9.71	11.61	11.88	11.58
31.9	100.99	13.17	16.00	17.99	16.30
29	134.24	16.38	19.89	26.06	21.80
26.1	168.42	19.50	23.84	29.32	24.84
23.2	202.35	21.92	26.57	33.07	28.08
20.3	235.88	24.09	28.97	36.90	31.09
17.4	269.06	26.02	31.30	43.24	35.05
14.5	302.67	27.80	33.50	43.19	35.87
11.6	335.73	28.93	34.45	44.40	37.37

8.7	368.02	29.75	35.07	45.78	38.50
5.8	399.54	30.40	35.18	48.73	40.09
2.9	429.84	28.65	32.47	58.69	43.00

Fuente: Etabs 2017

Tabla 118. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo E sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	23.59	4.42	0.35	1.69	4.51
34.8	48.46	7.72	5.20	3.56	8.91
31.9	72.93	11.17	8.58	8.71	13.64
29	97.32	14.33	11.96	15.42	19.04
26.1	123.05	17.35	15.08	18.18	22.04
23.2	148.49	19.86	17.77	21.80	25.37
20.3	173.50	22.08	20.11	25.52	28.48
17.4	198.05	24.02	22.24	31.05	32.42
14.5	223.34	25.75	24.17	31.27	33.25
11.6	247.92	26.97	25.49	32.92	34.83
8.7	271.61	27.87	26.55	34.86	36.10
5.8	294.34	28.43	26.98	37.74	37.45
2.9	315.93	27.44	26.11	49.21	41.89

Fuente: Etabs 2017

Tabla 119. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	25.98	4.43	0.01	2.10	4.53
34.8	53.37	7.73	4.98	3.23	8.92
31.9	80.32	11.18	8.34	8.39	13.65
29	107.18	14.34	11.71	15.10	19.05
26.1	135.51	17.35	14.81	17.83	22.05
23.2	163.53	19.86	17.50	21.45	25.37
20.3	191.05	22.08	19.85	25.19	28.48
17.4	218.07	24.02	21.98	30.71	32.41
14.5	245.90	25.75	23.89	30.91	33.25
11.6	272.93	26.97	25.22	32.58	34.82

8.7	298.98	27.86	26.30	34.56	36.10
5.8	323.97	28.42	26.73	37.42	37.44
2.9	347.67	27.43	25.93	49.00	41.88

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 120. Diseño de C.I. 2 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	28.85	4.43	0.50	2.64	4.53
34.8	59.26	7.73	4.68	2.81	8.92
31.9	89.18	11.18	8.00	7.95	13.65
29	119.00	14.34	11.38	14.65	19.05
26.1	150.45	17.35	14.46	17.38	22.05
23.2	181.55	19.86	17.16	21.01	25.37
20.3	212.10	22.08	19.53	24.77	28.48
17.4	242.09	24.02	21.66	30.28	32.41
14.5	272.98	25.75	23.57	30.50	33.25
11.6	302.98	26.97	24.93	32.20	34.82
8.7	331.90	27.86	26.04	34.22	36.10
5.8	359.63	28.42	26.48	37.09	37.44
2.9	385.93	27.43	25.79	48.88	41.88

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 121. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo E sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	18.27	4.97	0.73	0.42	5.13
34.8	55.12	8.44	3.25	6.33	9.77
31.9	93.92	12.13	0.13	2.72	14.83
29	134.52	15.52	1.37	0.89	20.63
26.1	178.12	18.77	2.51	1.61	23.86
23.2	223.22	21.44	4.24	3.81	27.39
20.3	269.93	23.80	5.82	6.76	30.69
17.4	317.71	25.85	6.96	10.54	34.87
14.5	368.39	27.69	7.60	9.85	35.75
11.6	419.89	28.95	9.05	11.48	37.37

8.7	472.56	29.86	10.27	13.87	38.68
5.8	525.89	30.38	10.97	16.85	40.05
2.9	577.67	29.00	17.18	41.34	44.27

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 122. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	20.20	4.98	1.49	0.81	5.14
34.8	61.93	8.44	2.50	5.55	9.78
31.9	105.45	12.14	0.81	1.90	14.84
29	150.71	15.52	2.05	1.79	20.63
26.1	198.81	18.77	3.16	2.44	23.86
23.2	248.29	21.44	4.81	4.52	27.39
20.3	299.24	23.79	6.29	7.35	30.69
17.4	351.11	25.84	7.35	11.04	34.87
14.5	405.73	27.68	7.90	10.21	35.74
11.6	460.99	28.94	9.21	11.66	37.36
8.7	517.27	29.85	10.30	13.90	38.67
5.8	574.04	30.37	10.84	16.64	40.03
2.9	629.09	28.98	17.00	41.14	44.25

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 123. Diseño de C.E. 1 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	22.45	4.98	2.23	1.75	5.14
34.8	69.19	8.44	1.88	4.74	9.78
31.9	117.61	12.14	1.40	1.13	14.84
29	167.74	15.52	2.62	2.55	20.63
26.1	220.66	18.77	3.71	3.14	23.86
23.2	274.85	21.44	5.28	5.13	27.39
20.3	330.44	23.79	6.68	7.83	30.69
17.4	386.83	25.84	7.66	11.44	34.87

14.5	445.89	27.68	8.14	10.50	35.74
11.6	505.47	28.94	9.33	11.78	37.36
8.7	565.93	29.85	10.31	13.89	38.67
5.8	626.76	30.37	10.69	16.41	40.03
2.9	685.74	28.98	16.86	41.02	44.25

Fuente: Etabs 2017

Tabla 124. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo E sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	16.19	2.92	5.39	8.97	2.10
34.8	41.42	1.62	6.88	5.73	0.14
31.9	71.23	3.20	9.41	9.11	2.93
29	104.95	5.05	11.39	14.03	6.20
26.1	145.07	6.32	13.04	15.00	7.44
23.2	188.30	8.31	14.90	17.38	9.97
20.3	234.63	10.07	16.57	20.58	12.65
17.4	282.99	11.51	17.82	25.04	15.81
14.5	336.73	12.56	18.60	23.97	16.19
11.6	391.62	14.19	19.84	25.32	18.22
8.7	448.04	15.59	20.66	27.19	20.32
5.8	505.10	16.52	21.48	31.17	21.97
2.9	558.76	21.28	25.77	54.17	37.14

Fuente: Etabs 2017

Tabla 125. Diseño de C.E. 2 - 12 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	17.77	3.21	5.78	9.46	2.39
34.8	45.19	1.48	7.15	5.98	0.06
31.9	77.13	3.03	9.72	9.49	2.71
29	112.95	4.88	11.71	14.47	5.97
26.1	155.24	6.13	13.37	15.44	7.20
23.2	200.59	8.14	15.21	17.78	9.75
20.3	248.98	9.91	16.87	20.97	12.44
17.4	299.34	11.35	18.11	25.44	15.59

14.5	355.10	12.39	18.89	24.34	15.99
11.6	411.91	14.05	20.11	25.65	18.04
8.7	470.16	15.47	20.89	27.49	20.17
5.8	528.95	16.42	21.69	31.45	21.86
2.9	584.20	21.23	25.85	54.17	37.09

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 126. Diseño de C.E. 2 -12 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
37.7	19.56	3.60	6.30	10.06	2.80
34.8	49.35	1.32	7.51	6.47	0.30
31.9	83.62	2.82	10.11	9.99	2.44
29	121.77	4.67	12.10	15.01	5.68
26.1	166.51	5.90	13.79	15.98	6.90
23.2	214.28	7.92	15.61	18.31	9.47
20.3	265.05	9.71	17.26	21.47	12.18
17.4	317.73	11.15	18.49	25.94	15.33
14.5	375.87	12.19	19.28	24.84	15.74
11.6	435.00	13.89	20.46	26.11	17.83
8.7	495.47	15.34	21.21	27.89	20.00
5.8	556.37	16.32	21.98	31.83	21.73
2.9	613.62	21.18	26.01	54.32	37.04

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 127. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo C sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	28.05	4.29	5.72	4.87	5.05
11.6	53.97	7.63	9.21	9.96	9.40
8.7	80.64	10.21	12.92	15.41	12.94
5.8	107.59	12.15	15.20	20.55	15.91
2.9	135.37	12.08	15.04	27.59	17.86

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 128. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	31.30	4.34	5.54	4.52	5.10
11.6	60.26	7.73	9.09	9.69	9.51
8.7	90.07	10.27	12.94	15.38	13.02
5.8	120.15	12.22	15.20	20.60	15.99
2.9	151.04	12.09	14.89	27.33	17.86

Fuente: Etabs 2017

Tabla 129. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	31.91	4.36	5.56	4.54	5.13
11.6	61.44	7.75	9.10	9.70	9.54
8.7	91.83	10.29	12.95	15.39	13.04
5.8	122.50	12.23	15.22	20.62	16.01
2.9	153.98	12.10	14.90	27.34	17.87

Fuente: Etabs 2017

Tabla 130. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo C sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	20.77	3.20	7.58	7.39	3.58
11.6	42.20	6.31	9.86	11.08	7.70
8.7	63.19	8.83	12.85	15.49	11.15
5.8	83.85	10.62	14.65	19.78	13.85
2.9	103.87	11.06	13.74	24.43	16.71

Fuente: Etabs 2017

Tabla 131. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	23.25	3.15	7.73	7.44	3.50

11.6	47.23	6.30	9.96	11.11	7.68
8.7	70.73	8.81	13.07	15.71	11.13
5.8	93.85	10.61	14.85	20.08	13.83
2.9	116.28	11.04	13.71	24.31	16.68

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 132. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	23.71	3.15	7.80	7.52	3.50
11.6	48.17	6.30	10.01	11.17	7.68
8.7	72.14	8.81	13.11	15.77	11.13
5.8	95.73	10.61	14.89	20.14	13.83
2.9	118.60	11.04	13.74	24.33	16.68

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 133. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo C sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	31.46	3.34	2.96	2.38	3.74
11.6	61.29	6.58	7.31	7.57	8.03
8.7	91.48	9.21	10.19	12.14	11.64
5.8	121.67	11.07	12.49	17.02	14.45
2.9	152.32	11.44	12.65	23.47	17.29

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 134. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	35.08	3.28	2.62	1.89	3.65
11.6	68.36	6.57	7.16	7.23	8.01
8.7	102.06	9.19	10.13	12.01	11.61

5.8	135.77	11.06	12.44	17.00	14.43
2.9	169.93	11.41	12.50	23.23	17.25

Fuente: Etabs 2017

Tabla 135. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo C con componente vertical
(Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	35.76	3.28	2.61	1.87	3.65
11.6	69.68	6.57	7.15	7.23	8.01
8.7	104.04	9.19	10.12	12.00	11.61
5.8	138.41	11.06	12.44	17.00	14.43
2.9	173.24	11.41	12.50	23.23	17.25

Fuente: Etabs 2017

Tabla 136. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo C sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	18.15	0.48	4.84	4.02	0.36
11.6	49.56	4.05	9.27	9.80	4.30
8.7	82.91	5.35	12.93	15.38	6.49
5.8	117.98	6.61	15.36	20.75	8.42
2.9	154.50	8.74	15.47	28.68	14.78

Fuente: Etabs 2017

Tabla 137. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	20.18	0.83	4.56	3.58	0.77
11.6	54.70	3.97	9.12	9.47	4.16
8.7	91.16	5.23	12.90	15.28	6.34
5.8	129.32	6.51	15.31	20.72	8.29

2.9	168.93	8.67	15.28	28.38	14.70
-----	--------	------	-------	-------	-------

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 138. *Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo C con componente vertical (Microzonificación)*

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	20.55	0.88	4.57	3.58	0.82
11.6	55.64	3.96	9.12	9.47	4.15
8.7	92.66	5.22	12.90	15.28	6.32
5.8	131.40	6.50	15.31	20.73	8.28
2.9	171.58	8.66	15.28	28.38	14.69

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 139. *Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo D sin componente vertical*

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	28.06	4.66	5.72	4.87	5.45
11.6	53.97	8.46	9.22	9.97	10.40
8.7	80.71	11.43	12.93	15.42	14.47
5.8	107.78	13.64	15.21	20.56	17.86
2.9	135.72	13.60	15.05	27.61	20.15

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 140. *Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)*

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	31.31	4.71	5.54	4.52	5.51
11.6	60.26	8.55	9.10	9.69	10.51
8.7	90.14	11.50	12.95	15.38	14.56
5.8	120.34	13.71	15.21	20.61	17.95

2.9	151.40	13.62	14.90	27.35	20.15
-----	--------	-------	-------	-------	-------

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 141. *Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)*

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	32.12	4.74	5.57	4.55	5.55
11.6	61.84	8.58	9.11	9.71	10.55
8.7	92.49	11.52	12.96	15.40	14.59
5.8	123.47	13.73	15.23	20.63	17.98
2.9	155.32	13.63	14.91	27.35	20.16

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 142. *Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo D sin componente vertical*

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	20.77	3.58	7.58	7.39	3.99
11.6	42.20	7.13	9.86	11.08	8.68
8.7	63.19	10.03	12.85	15.49	12.66
5.8	83.85	12.07	14.65	19.78	15.74
2.9	103.87	12.55	13.74	24.43	18.96

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 143. *Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)*

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	23.25	3.53	7.73	7.44	3.92
11.6	47.23	7.13	9.97	11.11	8.67
8.7	70.73	10.01	13.07	15.71	12.64
5.8	93.85	12.06	14.85	20.08	15.73
2.9	116.28	12.53	13.72	24.31	18.94

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 144. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo D con componente vertical
(Microzonificación)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	23.87	3.53	7.82	7.55	3.92
11.6	48.49	7.13	10.03	11.19	8.67
8.7	72.61	10.01	13.13	15.79	12.64
5.8	96.35	12.06	14.91	20.16	15.73
2.9	119.38	12.53	13.75	24.34	18.94

Fuente: Etabs 2017

Tabla 145. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo D sin componente vertical

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	31.46	3.72	2.96	2.38	4.16
11.6	61.29	7.41	7.31	7.57	9.02
8.7	91.48	10.42	10.19	12.15	13.15
5.8	121.67	12.52	12.49	17.02	16.35
2.9	152.32	12.93	12.65	23.47	19.55

Fuente: Etabs 2017

Tabla 146. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P _U	V ₂	V ₃	M ₂	M ₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	35.08	3.67	2.62	1.89	4.07
11.6	68.36	7.39	7.16	7.23	9.00
8.7	102.06	10.40	10.13	12.01	13.13
5.8	135.77	12.52	12.44	17.00	16.33
2.9	169.93	12.91	12.50	23.23	19.52

Fuente: Etabs 2017

Tabla 147. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	35.98	3.67	2.60	1.87	4.07
11.6	70.12	7.39	7.15	7.23	9.00
8.7	104.70	10.40	10.12	12.00	13.13
5.8	139.29	12.51	12.44	17.00	16.33
2.9	174.34	12.91	12.50	23.23	19.52

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 148. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo D sin componente vertical

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	18.30	0.32	4.85	4.03	0.25
11.6	50.13	4.53	9.28	9.81	4.80
8.7	84.21	6.07	12.95	15.40	7.35
5.8	120.27	7.47	15.38	20.78	9.53
2.9	157.84	9.88	15.50	28.73	16.71

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 149. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	20.33	0.66	4.57	3.58	0.66
11.6	55.28	4.45	9.13	9.48	4.66
8.7	92.48	5.96	12.92	15.31	7.20
5.8	131.64	7.38	15.34	20.76	9.40
2.9	172.31	9.81	15.31	28.43	16.63

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 150. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo D con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	20.83	0.72	4.57	3.59	0.72
11.6	56.54	4.44	9.14	9.49	4.64
8.7	94.49	5.94	12.92	15.31	7.18
5.8	134.40	7.36	15.34	20.76	9.38
2.9	175.85	9.80	15.31	28.44	16.63

Fuente: Etabs 2017

Tabla 151. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos – suelo E sin componente vertical

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	28.00	4.06	4.98	4.27	4.78
11.6	53.86	7.23	7.77	8.45	8.89
8.7	80.52	9.67	10.89	13.00	12.26
5.8	107.47	11.51	12.78	17.29	15.07
2.9	135.19	11.42	12.61	23.06	16.87

Fuente: Etabs 2017

Tabla 152. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	30.64	4.10	4.83	3.97	4.82
11.6	58.97	7.30	7.67	8.22	8.98
8.7	88.18	9.73	10.91	12.97	12.33
5.8	117.68	11.57	12.79	17.32	15.15
2.9	147.93	11.44	12.48	22.84	16.88

Fuente: Etabs 2017

Tabla 153. Diseño de C.I. 1 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	33.89	4.21	4.94	4.09	4.97
11.6	65.26	7.41	7.72	8.29	9.11
8.7	97.58	9.82	10.98	13.06	12.44
5.8	130.20	11.65	12.85	17.41	15.25
2.9	163.61	11.48	12.52	22.88	16.92

Fuente: Etabs 2017

Tabla 154. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos – suelo E sin componente vertical

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	20.76	2.98	6.88	6.80	3.33
11.6	42.19	5.95	8.59	9.73	7.24
8.7	63.18	8.37	11.09	13.39	10.56
5.8	83.84	10.07	12.58	16.98	13.13
2.9	103.87	10.47	11.66	20.54	15.82

Fuente: Etabs 2017

Tabla 155. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	22.78	2.95	7.00	6.84	3.27
11.6	46.28	5.94	8.67	9.75	7.24
8.7	69.31	8.36	11.26	13.56	10.54
5.8	91.97	10.06	12.74	17.22	13.12
2.9	113.95	10.46	11.64	20.44	15.80

Fuente: Etabs 2017

Tabla 156. Diseño de C.I. 2 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	25.26	2.95	7.37	7.26	3.27
11.6	51.31	5.94	8.91	10.08	7.24
8.7	76.84	8.36	11.51	13.88	10.54
5.8	101.97	10.06	12.98	17.54	13.12
2.9	126.35	10.46	11.78	20.56	15.80

Fuente: Etabs 2017

Tabla 157. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos – suelo E sin componente vertical

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	31.43	3.11	2.31	1.84	3.47
11.6	61.22	6.18	6.06	6.25	7.52
8.7	91.42	8.69	8.43	10.05	10.97
5.8	121.64	10.45	10.40	14.18	13.64
2.9	152.28	10.79	10.55	19.57	16.31

Fuente: Etabs 2017

Tabla 158. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	34.37	3.06	2.03	1.43	3.40
11.6	66.97	6.17	5.93	5.97	7.51
8.7	100.01	8.68	8.38	9.94	10.95
5.8	133.10	10.44	10.36	14.16	13.63
2.9	166.59	10.77	10.43	19.37	16.29

Fuente: Etabs 2017

Tabla 159. Diseño de C.E. 1 - 4 pisos - suelo E con componente vertical
(Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	37.97	3.06	1.95	1.36	3.40
11.6	74.01	6.17	5.92	5.94	7.51
8.7	110.56	8.67	8.35	9.91	10.95
5.8	147.17	10.44	10.35	14.16	13.63
2.9	184.23	10.77	10.43	19.38	16.29

Fuente: Etabs 2017

Tabla 160. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos – suelo E sin componente vertical

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	18.03	0.61	4.06	3.39	0.50
11.6	49.19	3.81	7.77	8.22	4.01
8.7	82.24	5.03	10.81	12.87	6.10
5.8	116.97	6.23	12.84	17.35	7.95
2.9	153.05	8.25	12.92	23.95	13.94

Fuente: Etabs 2017

Tabla 161. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (NEC 2015)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	19.67	0.89	3.83	3.02	0.83
11.6	53.38	3.74	7.64	7.94	3.90
8.7	88.96	4.94	10.79	12.79	5.98
5.8	126.22	6.15	12.80	17.33	7.84
2.9	164.82	8.19	12.76	23.70	13.88

Fuente: Etabs 2017

Tabla 162. Diseño de C.E. 2 - 4 pisos - suelo E con componente vertical (Microzonificación)

ALTURA	P_U	V₂	V₃	M₂	M₃
[m]	[tonf]	[tonf]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf*m]
14.5	21.69	1.15	3.85	3.05	1.08
11.6	58.40	3.70	7.66	7.97	3.82
8.7	96.99	4.87	10.81	12.81	5.89
5.8	137.28	6.10	12.81	17.34	7.76
2.9	178.96	8.16	12.77	23.71	13.85

Fuente: Etabs 2017

- Deflexiones de vigas del edificio de 12 pisos suelo C

Tabla 163. Cortante y Momentos para vigas de suelo C

SECCIÓN	Sin Componente		Con NEC 2015		Con Microzonificación	
	Corte	Momento	Corte	Momento	Corte	Momento
	V2	M3	V2	M3	V2	M3
[m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]
V1	5.4784	8.5348	5.8255	9.0667	6.0780	9.4535
V2	10.3855	16.4627	11.0275	17.4708	11.4943	18.2040
V3	5.4784	8.5348	5.8255	9.0667	6.0780	9.4535
V4	2.9209	3.0476	3.1031	3.2350	3.2356	3.3713
V5	5.6275	5.9586	5.9724	6.3209	6.2232	6.5844
V6	2.9209	3.0476	3.1031	3.235	3.2356	3.3713
V7	5.4784	8.5348	5.8255	9.0667	6.0780	9.4535
V8	10.3855	16.4627	11.0275	17.4708	11.4943	18.2040
V9	5.4784	8.5348	5.8255	9.0667	6.0780	9.4535
V10	2.9209	3.0476	3.1031	3.235	3.2356	3.3713
V11	5.6275	5.9586	5.9724	6.3209	6.2232	6.5844
V12	2.9209	3.0476	3.1031	3.235	3.2356	3.3713

Fuente: Etabs 2017

Tabla 164. Deflexión de vigas (Planta Baja)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.11	1.17	1.21
V2	1.88	1.98	2.05
V3	1.19	1.25	1.29
V4	0.5	0.53	0.55
V5	0.9	0.96	1
V6	0.47	0.5	0.52
V7	0.54	0.59	0.63
V8	1.3	1.4	1.48
V9	0.62	0.68	0.72
V10	0.5	0.53	0.55
V11	0.91	0.97	1.01
V12	0.54	0.57	0.59

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 165. Deflexión de vigas (Piso 1)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.31	1.37	1.42
V2	2.11	2.22	2.30
V3	1.41	1.48	1.52
V4	0.60	0.64	0.67
V5	1.02	1.08	1.13
V6	0.53	0.57	0.60
V7	0.58	0.65	0.70
V8	1.39	1.50	1.58
V9	0.69	0.75	0.80
V10	0.60	0.64	0.67
V11	1.04	1.11	1.15
V12	0.67	0.71	0.73

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 166. Deflexión de vigas (Piso 2)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.46	1.54	1.59
V2	2.30	2.43	2.51
V3	1.57	1.65	1.70
V4	0.69	0.74	0.77
V5	1.13	1.20	1.25
V6	0.59	0.63	0.66
V7	0.66	0.74	0.79
V8	1.50	1.62	1.71
V9	0.77	0.85	0.90
V10	0.70	0.74	0.77
V11	1.16	1.23	1.28
V12	0.78	0.83	0.86

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 167. Deflexión de vigas (Piso 3)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.60	1.68	1.74
V2	2.47	2.60	2.69
V3	1.71	1.80	1.86
V4	0.77	0.83	0.87
V5	1.22	1.30	1.36
V6	0.64	0.69	0.73
V7	0.74	0.83	0.89
V8	1.61	1.75	1.84
V9	0.86	0.94	1.00
V10	0.78	0.84	0.87
V11	1.26	1.35	1.40
V12	0.88	0.94	0.97

Fuente: *Etabs 2017*

- Deflexiones de vigas del edificio de 12 pisos suelo D

Tabla 168. Cortante y Momentos para vigas de suelo D

SECCIÓN	Sin Componente		Con NEC 2015		Con Microzonificación	
	Corte	Momento	Corte	Momento	Corte	Momento
	V2	M3	V2	M3	V2	M3
[m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]
V1	5.4784	8.5348	5.9833	9.3085	6.1095	9.5019
V2	10.3855	16.4627	11.3200	17.9300	11.5527	18.2957
V3	5.4784	8.5348	5.9833	9.3085	6.1095	9.5019
V4	2.9209	3.0476	3.1859	3.3202	3.2522	3.3883
V5	5.6275	5.9586	6.1291	6.4856	6.2545	6.6173
V6	2.9209	3.0476	3.1859	3.3202	3.2522	3.3883
V7	5.4784	8.5348	5.9833	9.3085	6.1095	9.5019
V8	10.3855	16.4627	11.3193	17.9291	11.5527	18.2957
V9	5.4784	8.5348	5.9833	9.3085	6.1095	9.5019
V10	2.9209	3.0476	3.1859	3.3202	3.2522	3.3883
V11	5.6275	5.9586	6.1291	6.4856	6.2545	6.6173
V12	2.9209	3.0476	3.1859	3.3202	3.2522	3.3883

Fuente: Etabs 2017

Tabla 169. Deflexión de vigas volado (Planta Baja)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.17	1.25	1.27
V2	1.94	2.09	2.12
V3	1.27	1.35	1.37
V4	0.50	0.55	0.56
V5	0.90	0.98	1.00
V6	0.46	0.51	0.52
V7	0.46	0.54	0.56
V8	1.24	1.38	1.42
V9	0.56	0.64	0.66
V10	0.50	0.55	0.56
V11	0.91	1.00	1.02
V12	0.55	0.60	0.61

Fuente: Etabs 2017

Tabla 170. Deflexión de vigas (Piso 1)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.38	1.48	1.50
V2	2.20	2.36	2.40
V3	1.51	1.60	1.63
V4	0.60	0.66	0.67
V5	1.02	1.11	1.14
V6	0.51	0.57	0.58
V7	0.49	0.58	0.60
V8	1.30	1.47	1.51
V9	0.61	0.71	0.73
V10	0.60	0.66	0.68
V11	1.05	1.14	1.16
V12	0.69	0.74	0.76

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 171. Deflexión de vigas (Piso 2)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.55	1.65	1.68
V2	2.40	2.58	2.62
V3	1.68	1.79	1.82
V4	0.69	0.76	0.78
V5	1.13	1.23	1.26
V6	0.57	0.63	0.65
V7	0.56	0.66	0.69
V8	1.41	1.59	1.63
V9	0.69	0.80	0.83
V10	0.70	0.77	0.78
V11	1.16	1.27	1.30
V12	0.81	0.87	0.89

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 172. Deflexión de vigas (Piso 3)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.68	1.81	1.83
V2	2.57	2.76	2.81
V3	1.83	1.95	1.98
V4	0.78	0.85	0.87
V5	1.22	1.34	1.37
V6	0.61	0.69	0.71
V7	0.63	0.75	0.78
V8	1.51	1.71	1.73
V9	0.77	0.89	0.93
V10	0.78	0.86	0.88
V11	1.27	1.39	1.42
V12	0.91	0.99	1.01

Fuente: Etabs 2017

- Deflexiones de vigas del edificio de 12 suelo E

Tabla 173. Cortante y Momentos para vigas de suelo E

SECCIÓN	Sin Componente		Con NEC 2015		Con Microzonificación	
	Corte	Momento	Corte	Momento	Corte	Momento
	V2	M3	V2	M3	V2	M3
[m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]
V1	5.4784	8.5348	5.8886	9.1634	6.3936	9.9371
V2	10.3855	16.4627	11.1442	17.6541	12.0779	19.1205
V3	5.4784	8.5348	5.8886	9.1634	6.3636	9.9371
V4	2.9209	3.0476	3.1362	3.2691	3.4013	3.5416
V5	5.6275	5.9586	6.0351	6.3868	6.5366	6.9137
V6	2.9209	3.0476	3.1362	3.2691	3.4013	3.5416
V7	5.4784	8.5348	5.8886	9.1634	6.3936	9.9371
V8	10.3855	16.4627	11.1442	17.6541	12.0779	19.1205
V9	5.4784	8.5348	5.8886	9.1634	6.3936	9.9371
V10	2.9209	3.0476	3.1362	3.2691	3.4013	3.5416
V11	5.6275	5.9586	6.0361	6.3868	6.5366	6.9137
V12	2.9209	3.0476	3.1362	3.2691	3.4013	3.5416

Fuente: Etabs 2017

Tabla 174. Deflexión de vigas volado (Planta Baja)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.42	1.48	1.56
V2	2.24	2.35	2.50
V3	1.61	1.67	1.75
V4	0.50	0.54	0.59
V5	0.81	0.97	1.05
V6	0.43	0.47	0.52
V7	0.15	0.19	0.23
V8	0.95	1.06	1.21
V9	0.31	0.38	0.46
V10	0.51	0.54	0.59
V11	0.93	1.00	1.08
V12	0.60	0.64	0.68

Fuente: Etabs 2017

Tabla 175. Deflexión de vigas (Piso 1)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.70	1.78	1.87
V2	2.57	2.70	2.86
V3	1.93	2.00	2.10
V4	0.60	0.65	0.71
V5	1.02	1.10	1.19
V6	0.45	0.50	0.56
V7	0.10	0.14	0.24
V8	0.93	1.07	1.23
V9	0.30	0.37	0.47
V10	0.61	0.66	0.72
V11	1.07	1.15	1.24
V12	0.77	0.81	0.87

Fuente: Etabs 2017

Tabla 176. Deflexión de vigas (Piso 2)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.90	1.99	2.10
V2	2.81	2.95	3.13
V3	2.15	2.24	2.35
V4	0.69	0.75	0.82
V5	1.12	1.21	1.32
V6	0.47	0.53	0.59
V7	0.15	0.19	0.29
V8	1.00	1.14	1.32
V9	0.34	0.43	0.54
V10	0.71	0.76	0.83
V11	1.19	1.28	1.39
V12	0.91	0.97	1.03

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 177. Deflexión de vigas (Piso 3)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	2.06	2.16	2.28
V2	3.00	3.16	3.35
V3	2.32	2.42	2.54
V4	0.78	0.84	0.92
V5	1.21	1.31	1.43
V6	0.50	0.56	0.63
V7	0.20	0.25	0.36
V8	1.08	1.23	1.43
V9	0.40	0.50	0.62
V10	0.79	0.86	0.93
V11	1.31	1.40	1.52
V12	1.04	1.11	1.19

Fuente: *Etabs 2017*

- Deflexiones de vigas del edificio de 4 suelo C

Tabla 178. Cortante y Momentos para vigas de suelo C

SECCIÓN	Sin Componente		Con NEC 2015		Con Microzonificación	
	Corte	Momento	Corte	Momento	Corte	Momento
	V2	M3	V2	M3	V2	M3
[m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]
V1	5.4784	8.5348	5.8255	9.0667	6.0780	9.4535
V2	10.3855	16.4627	11.0275	17.4708	11.4943	18.2040
V3	5.4784	8.5348	5.8255	9.0667	6.0780	9.4535
V4	2.9325	3.1208	3.1155	3.3127	3.2487	3.4523
V5	5.6465	6.0996	5.9926	6.4705	6.2443	6.7402
V6	2.9326	3.1208	3.1155	3.3127	3.2487	3.4523
V7	5.4784	8.5348	5.8255	9.0667	6.0780	9.4535
V8	10.3855	16.4627	11.0275	17.4708	11.4943	18.2040
V9	5.4784	8.5348	5.8255	9.0667	6.0780	9.4535
V10	2.9325	3.1208	3.1155	3.3127	3.2487	3.4523
V11	5.6465	6.0996	5.9926	6.4705	6.2442	6.7402
V12	2.9325	3.1208	3.1155	3.3127	3.2487	3.4523

Fuente: Etabs 2017

Tabla 179. Deflexión de vigas volado (Planta Baja)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.00	1.05	1.08
V2	1.75	1.84	1.91
V3	1.08	1.13	1.16
V4	0.44	0.47	0.49
V5	0.85	0.90	0.94
V6	0.43	0.46	0.48
V7	0.48	0.53	0.57
V8	1.23	1.32	1.39
V9	0.56	0.61	0.65
V10	0.44	0.47	0.49
V11	0.85	0.90	0.94
V12	0.60	0.64	0.68

Fuente: Etabs 2017

Tabla 180. Deflexión de vigas (Piso 1)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.06	1.12	1.15
V2	1.82	1.92	1.99
V3	1.15	1.20	1.24
V4	0.47	0.50	0.52
V5	0.89	0.94	0.99
V6	0.45	0.48	0.50
V7	0.50	0.55	0.59
V8	1.26	1.35	1.42
V9	0.59	0.64	0.68
V10	0.47	0.50	0.52
V11	0.89	0.95	0.99
V12	0.49	0.52	0.55

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 181. Deflexión de vigas (Piso 2)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.06	1.12	1.16
V2	1.82	1.92	1.99
V3	1.14	1.19	1.23
V4	0.49	0.52	0.54
V5	0.92	0.98	1.02
V6	0.46	0.49	0.51
V7	0.57	0.63	0.67
V8	1.33	1.43	1.50
V9	0.65	0.70	0.74
V10	0.49	0.52	0.54
V11	0.92	0.98	1.02
V12	0.52	0.55	0.57

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 182. Deflexión de vigas (Piso 3)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.04	1.10	1.14
V2	1.80	1.90	1.97
V3	1.09	1.15	1.19
V4	0.51	0.54	0.57
V5	0.95	1.00	1.05
V6	0.47	0.50	0.53
V7	0.69	0.74	0.79
V8	1.44	1.55	1.62
V9	0.74	0.79	0.84
V10	0.51	0.54	0.56
V11	0.95	1.00	1.05
V12	0.53	0.57	0.59

Fuente: Etabs 2017

- Deflexiones de vigas del edificio de 4 suelo D

Tabla 183. Cortante y Momentos para vigas de suelo D

SECCIÓN	Sin Componente		Con NEC 2015		Con Microzonificación	
	Corte	Momento	Corte	Momento	Corte	Momento
	V2	M3	V2	M3	V2	M3
[m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]
V1	5.4784	8.5348	5.9833	9.3085	6.1095	9.5019
V2	10.3855	16.4627	11.3193	17.9291	11.5527	18.2957
V3	5.4784	8.5348	5.9833	9.3085	6.1095	9.5019
V4	2.9325	3.1208	3.1987	3.4000	3.2653	3.4698
V5	5.6465	6.0996	6.1500	6.6391	6.2758	6.7739
V6	2.9326	3.1208	3.1987	3.4000	3.2653	3.4698
V7	5.4784	8.5348	5.9833	9.3085	6.1095	9.5019
V8	10.3855	16.4627	11.3193	27.9291	11.5527	18.2957
V9	5.4784	8.5348	5.9833	9.3085	6.1095	9.5019
V10	2.9325	3.1208	3.1987	3.4000	3.2653	3.4698
V11	5.6465	6.0996	6.1500	6.6391	6.2758	6.7739
V12	2.9325	3.1208	3.1987	3.4000	3.2653	3.4698

Fuente: Etabs 2017

Tabla 184. Deflexión de vigas (Planta Baja)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.03	1.10	1.20
V2	1.79	1.92	1.95
V3	1.12	1.19	1.21
V4	0.44	0.48	0.49
V5	0.85	0.93	0.94
V6	0.43	0.47	0.48
V7	0.44	0.51	0.53
V8	1.19	1.33	1.36
V9	0.53	0.60	0.62
V10	0.44	0.48	0.49
V11	0.85	0.93	0.94
V12	0.46	0.50	0.51

Fuente: Etabs 2017

Tabla 185. Deflexión de vigas (Piso 1)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.10	1.18	1.19
V2	1.86	2.00	2.04
V3	1.20	1.27	1.29
V4	0.47	0.51	0.52
V5	0.90	0.98	1.00
V6	0.45	0.49	0.50
V7	0.45	0.53	0.55
V8	1.22	1.36	1.49
V9	0.55	0.63	0.65
V10	0.47	0.51	0.52
V11	0.90	0.98	1.00
V12	0.50	0.54	0.55

Fuente: Etabs 2017

Tabla 186. Deflexión de vigas (Piso 2)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.06	1.17	1.20
V2	1.82	2.00	2.04
V3	1.14	1.26	1.28
V4	0.49	0.54	0.55
V5	0.92	1.00	1.03
V6	0.46	0.50	0.51
V7	0.57	0.61	0.63
V8	1.33	1.44	1.47
V9	0.65	0.69	0.71
V10	0.49	0.53	0.55
V11	0.92	1.01	1.03
V12	0.52	0.57	0.58

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 187. Deflexión de vigas (Piso 3)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.10	1.15	1.17
V2	1.86	1.97	2.01
V3	1.18	1.21	1.23
V4	0.49	0.56	0.57
V5	0.92	1.04	1.06
V6	0.46	0.52	0.53
V7	0.53	0.74	0.76
V8	1.30	1.57	1.60
V9	0.61	0.80	0.82
V10	0.49	0.56	0.57
V11	0.92	1.04	1.09
V12	0.52	0.59	0.60

Fuente: *Etabs 2017*

- Edificio de 4 pisos, suelo E

Tabla 188. Cortante y Momentos para vigas de suelo E

SECCIÓN	Sin Componente		Con NEC 2015		Con Microzonificación	
	Corte	Momento	Corte	Momento	Corte	Momento
	V2	M3	V2	M3	V2	M3
[m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]	[tonf]	[tonf*m]
V1	5.4784	8.5348	5.8886	9.1634	6.3936	9.9371
V2	10.3855	16.4627	11.1442	17.6541	12.0779	19.1205
V3	5.4784	8.5348	5.8886	9.1634	6.3636	9.9371
V4	2.9325	3.1208	3.1488	3.3476	3.4013	3.5416
V5	5.6465	6.0996	6.0556	6.5379	6.5366	6.9137
V6	2.9326	3.1208	3.1488	3.3476	3.4013	3.5416
V7	5.4784	8.5348	5.8886	9.1634	6.3936	9.9371
V8	10.3855	16.4627	11.1442	17.6541	12.0779	19.1205
V9	5.4784	8.5348	5.8886	9.1634	6.3936	9.9371
V10	2.9325	3.1208	3.1488	3.3476	3.4013	3.5416
V11	5.6465	6.0996	6.0556	6.5379	6.5366	6.9137
V12	2.9325	3.1208	3.1488	3.3476	3.4013	3.5416

Fuente: Etabs 2017

Tabla 189. Deflexión de vigas volado (Planta Baja)

SECCIÓN	Sin Componente	Con NEC 2015	Con Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	0.99	1.05	1.12
V2	1.74	1.84	1.98
V3	1.07	1.12	1.20
V4	0.44	0.47	0.51
V5	0.85	0.91	0.98
V6	0.43	0.47	0.50
V7	0.50	0.55	0.62
V8	1.24	1.35	1.48
V9	0.57	0.63	0.70
V10	0.44	0.47	0.51
V11	0.85	0.91	0.98
V12	0.46	0.49	0.53

Fuente: Etabs 2017

Tabla 190. Deflexión de vigas (Piso 1)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.05	1.12	1.20
V2	1.81	1.92	2.07
V3	1.13	1.20	1.27
V4	0.47	0.50	0.57
V5	0.89	0.96	1.07
V6	0.45	0.49	0.54
V7	0.51	0.58	0.73
V8	1.27	1.38	1.60
V9	0.60	0.66	0.80
V10	0.47	0.50	0.57
V11	0.89	0.96	1.07
V12	0.49	0.53	0.59

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 191. Deflexión de vigas (Piso 2)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.05	1.12	1.20
V2	1.81	1.93	2.07
V3	1.13	1.19	1.27
V4	0.49	0.53	0.57
V5	0.92	0.99	1.07
V6	0.46	0.50	0.54
V7	0.59	0.65	0.73
V8	1.34	1.46	1.60
V9	0.66	0.72	0.80
V10	0.49	0.52	0.57
V11	0.92	0.99	1.07
V12	0.51	0.55	0.59

Fuente: *Etabs 2017*

Tabla 192. Deflexión de vigas (Piso 3)

SECCIÓN	Sin	Con NEC	Con
	Componente	2015	Microzo.
	Deflexión	Deflexión	Deflexión
	[cm]	[cm]	[cm]
V1	1.03	1.10	1.19
V2	1.79	1.91	2.06
V3	1.08	1.15	1.20
V4	0.61	0.65	0.71
V5	0.95	1.02	1.11
V6	0.48	0.51	0.56
V7	0.70	0.76	0.85
V8	1.45	1.57	1.72
V9	0.74	0.81	0.89
V10	0.51	0.55	0.59
V11	0.95	1.02	1.11
V12	0.53	0.57	0.62

Fuente: *Etabs 2017*