

**Efecto de la capacidad de disipación de energía seleccionada en el desempeño  
sísmico por desplazamiento de edificaciones con sistema muros de carga en  
zonas de sismicidad intermedia.**

**Sandra Liliana Uribe Hernández**

**Trabajo de Grado para Optar al título de Magister en Ingeniería Estructural**

**Director**

**José Miguel Benjumea Royero**

**Ph.D. en Ingeniería Civil**

**Codirector**

**Fredy Saúl Sotelo Monroy**

**M.Sc. en Ingeniería Civil con énfasis en estructuras**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**Maestría en Ingeniería Civil**

**Bucaramanga**

**2021**

### **Agradecimiento**

A mi director José Miguel Benjumea Royero y codirector Fredy Saúl Sotelo, por su acompañamiento durante el desarrollo del proyecto.

A la empresa Asgard Ingeniería y construcción, por el apoyo y conocimiento técnico brindado.

### **Dedicatoria**

A Dios Por permitirme iniciar y culminar satisfactoriamente esta etapa de formación.

A mi familia por su apoyo y confianza durante todo mi proceso académico

A Diego Armando Villarreal por acompañarme y compartir conmigo las experiencias vividas.

A mis amigos, compañeros de estudio y de trabajo por compartirme su conocimiento y permitirme crecer personal y profesionalmente.

**Tabla De Contenido**

|                                                       | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| Introducción.....                                     | 23          |
| 1. Objetivos .....                                    | 25          |
| 1.1. Objetivo general .....                           | 25          |
| 1.2. Objetivos específicos.....                       | 25          |
| 2. Planteamiento del problema .....                   | 26          |
| 3. Marco teórico .....                                | 28          |
| 3.1. Análisis Estático Lineal.....                    | 28          |
| 3.1.1. Capacidad de Disipación de energía.....        | 28          |
| 3.1.2. Coeficiente de disipación de energía R.....    | 29          |
| 3.2. Análisis estático no lineal.....                 | 30          |
| 3.2.1. Pushover.....                                  | 30          |
| 3.2.2. Curva de Capacidad: .....                      | 30          |
| 3.2.3. Desplazamiento Objetivo.....                   | 31          |
| 3.2.4. Modelamiento de muros de Cortante .....        | 31          |
| 4. Metodología .....                                  | 33          |
| 5. Etapa 1: Análisis Elástico Lineal .....            | 34          |
| 5.1. Normativas de referencia .....                   | 34          |
| 5.2. Descripción de la estructura bajo análisis ..... | 34          |
| 5.2.1. Descripción general .....                      | 34          |
| 5.2.2. Descripción del sistema estructural .....      | 36          |
| 5.2.3. Parámetros geotécnicos.....                    | 36          |
| 5.2.4. Parámetros sísmicos.....                       | 36          |



|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2.5. Materiales.....                                                   | 37 |
| 5.2.6. Parámetros y modelamiento análisis y diseño elástico lineal ..... | 38 |
| 5.3. Evaluación de cargas .....                                          | 40 |
| 5.3.1. Evaluación de carga peso propio .....                             | 40 |
| 5.3.2. Evaluación de carga sobreimpuesta .....                           | 41 |
| 5.3.3. Evaluación de carga viva .....                                    | 42 |
| 5.4. Consideración de la resistencia contra el fuego .....               | 43 |
| 5.5. Fuerzas sísmicas de diseño.....                                     | 44 |
| 5.5.1. Espectro de diseño .....                                          | 44 |
| 5.5.2. Análisis modal espectral .....                                    | 45 |
| 5.5.3. Cortante sísmico en la base.....                                  | 47 |
| 5.5.4. Cortante sísmico en la base.....                                  | 48 |
| 5.5.5. Verificación de los efectos P-delta .....                         | 49 |
| 5.5.6. Clasificación del diafragma .....                                 | 51 |
| 5.6. Análisis de irregularidades .....                                   | 54 |
| 5.7. Verificación de derivas.....                                        | 55 |
| 6. Etapa 2: Diseño elástico lineal .....                                 | 58 |
| 6.1. Coeficiente de disipación de energía $R_o$ .....                    | 58 |
| 6.2. Combinaciones de diseño.....                                        | 59 |
| 6.3. Combinaciones de servicio.....                                      | 59 |
| 6.2. Diseño de losa de entrepiso .....                                   | 64 |
| 6.2.1. Materiales.....                                                   | 64 |
| 6.2.2. Recubrimiento.....                                                | 64 |
| 6.2.3. Combinaciones de diseño .....                                     | 64 |

|        |                                                             |    |
|--------|-------------------------------------------------------------|----|
| 6.2.4. | Verificación de deflexiones y definición de espesores ..... | 65 |
| 6.2.5. | Diseño a flexión .....                                      | 66 |
| 6.2.6. | Diseño a cortante .....                                     | 67 |
| 6.2.1. | Diseño de los elementos colectores .....                    | 68 |
| 6.2.2. | Chequeo de deflexiones .....                                | 69 |
| 6.3.   | Diseño de muros estructurales.....                          | 72 |
| 6.3.1. | Geometría.....                                              | 72 |
| 6.3.2. | Diseño a cortante .....                                     | 75 |
| 6.3.3. | Diseño a flexión .....                                      | 78 |
| 6.3.4. | Elementos de borde.....                                     | 81 |
| 6.4.   | Diseño de cimentación .....                                 | 86 |
| 6.4.1. | Materiales.....                                             | 86 |
| 6.4.2. | Recubrimiento.....                                          | 86 |
| 6.4.3. | Combinaciones.....                                          | 86 |
| 6.4.4. | Rigidez estática de la cimentación.....                     | 87 |
| 6.4.5. | Verificación presiones sobre el suelo .....                 | 89 |
| 6.4.6. | Diseño a flexión. ....                                      | 90 |
| 6.4.7. | Diseño a cortante. ....                                     | 92 |
| 6.4.8. | Diseño a flexión vigas de cimentación. ....                 | 92 |
| 6.4.9. | Diseño a cortante. ....                                     | 93 |
| 7.     | Etapas 3: Análisis estático no lineal .....                 | 95 |
| 7.1.   | Normativas de referencia .....                              | 95 |
| 7.1.   | Descripción de las estructuras bajo análisis .....          | 95 |
| 7.1.1. | Descripción general .....                                   | 95 |

|        |                                                                                             |     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1.2. | Tipo de edificio .....                                                                      | 96  |
| 7.1.3. | Objetivos de desempeño .....                                                                | 96  |
| 7.2.   | Materiales.....                                                                             | 97  |
| 7.2.1. | Concreto:.....                                                                              | 97  |
| 7.2.2. | Acero de refuerzo: .....                                                                    | 99  |
| 7.3.   | Modelamiento análisis no lineal.....                                                        | 100 |
| 7.4.   | Patrón de carga análisis no lineal .....                                                    | 102 |
| 7.4.1. | Componente gravitacional en el análisis no lineal.....                                      | 102 |
| 7.4.2. | Patrones de Carga Lateral y nodo de control .....                                           | 103 |
| 7.5.   | Parámetros análisis no lineal .....                                                         | 105 |
| 7.5.1. | Interacción suelo-estructura .....                                                          | 105 |
| 7.5.1. | Clasificación de los elementos estructurales de la edificación .....                        | 105 |
| 7.5.2. | Efectos sísmicos multidireccionales .....                                                   | 106 |
| 7.6.   | Resultados obtenidos del análisis no lineal .....                                           | 106 |
| 7.6.1. | Influencia de la flexibilidad de la cimentación y efectos P- $\Delta$ .....                 | 106 |
| 7.6.2. | Participación de los modos superiores.....                                                  | 110 |
| 7.6.3. | Clasificación del diafragma .....                                                           | 111 |
| 7.6.1. | Verificaciones de estabilidad estructural por efectos P-delta .....                         | 119 |
| 7.6.2. | Verificaciones en la cimentación.....                                                       | 119 |
| 7.6.1. | Relación de resistencia.....                                                                | 125 |
| 8.     | Etapas 4: Análisis de resultados.....                                                       | 128 |
| 8.1.1. | Puntos de desempeño ( $\delta_d$ ) y desplazamiento último ( $\delta_u$ ) .....             | 128 |
| 8.1.1. | Comparación entre Puntos de desempeño ( $\delta_d$ ) y desplazamiento elástico lineal ..... | 130 |
| 8.1.2. | Identificación patrón de rotulas plásticas.....                                             | 132 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.3. Estado de los muros en el análisis estático no lineal (comportamiento de la sección transversal)..... | 140 |
| 8.1.4. Análisis secciones (diagrama momento curvatura) .....                                                 | 155 |
| 8.1.5. Estado de los muros en el análisis estático no lineal (comportamiento de los materiales) .....        | 157 |
| 9. Conclusiones .....                                                                                        | 165 |
| 10. Recomendaciones.....                                                                                     | 167 |
| Referencias Bibliográficas.....                                                                              | 168 |
| Apéndices .....                                                                                              | 170 |

**Lista de figuras**

|                                                                                                                                                         | <b>Pág.</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1. <i>Planta estructural de la edificación.</i> .....                                                                                            | 35          |
| Figura 2. <i>Alzado de la edificación.</i> .....                                                                                                        | 35          |
| Figura 3. <i>Vista 3D del modelo computacional de la edificación.</i> .....                                                                             | 39          |
| Figura 4. <i>Planta de entrepiso tipo.</i> .....                                                                                                        | 39          |
| Figura 5. <i>Modelo computacional para diseño de la placa maciza.</i> .....                                                                             | 40          |
| Figura 6. <i>Espectro de diseño.</i> .....                                                                                                              | 44          |
| Figura 7. <i>Formas modales del primer modo de vibración.</i> .....                                                                                     | 46          |
| Figura 8. <i>Formas modales del segundo modo de vibración.</i> .....                                                                                    | 46          |
| Figura 9. <i>Formas modal del tercer modo de vibración.</i> .....                                                                                       | 47          |
| Figura 10. <i>Puntos de referencia clasificación del diafragma.</i> .....                                                                               | 52          |
| Figura 11. <i>Deriva de entrepiso para análisis con sismo en dirección X.</i> .....                                                                     | 56          |
| Figura 12. <i>Deriva de entrepiso para análisis con sismo en dirección Y.</i> .....                                                                     | 57          |
| Figura 13. <i>Identificación de espesores de placa de la edificación bajo estudio.</i> .....                                                            | 65          |
| Figura 14. <i>Asignación de cargas sísmicas a la estructura bajo estudio para diseño de elementos colectores (a) Dirección X (b) Dirección Y.</i> ..... | 69          |
| Figura 15. <i>Distribución de rigidez en el área de cimentación.</i> .....                                                                              | 89          |
| Figura 16. <i>Distribución de presiones en la losa de cimentación.</i> .....                                                                            | 90          |
| Figura 17. <i>Curva esfuerzo-deformación concreto confinado muro V.1.1.</i> .....                                                                       | 99          |
| Figura 18. <i>Curva esfuerzo-deformación Acero de refuerzo.</i> .....                                                                                   | 100         |
| Figura 19. <i>Definición de cargas gravitacionales.</i> .....                                                                                           | 103         |
| Figura 20. <i>Definición carga lateral dirección x.</i> .....                                                                                           | 104         |
| Figura 21. <i>Definición carga lateral dirección y.</i> .....                                                                                           | 104         |

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 22. (a) Curva de capacidad, (b) curva bilineal, estructura DMO, dirección X.....              | 108 |
| Figura 23. (a) Curva de capacidad, (b) Curva bilineal, estructura DMO, dirección Y. ....             | 109 |
| Figura 24. (a) Curva de capacidad, (b) Curva bilineal, estructura DES dirección X. ....              | 109 |
| Figura 25. (a) Curva de capacidad, (b) Curva bilineal, estructura DES-dirección Y. ....              | 110 |
| Figura 26. Puntos de referencia clasificación del diafragma. ....                                    | 114 |
| Figura 27. Diagrama de esfuerzo Cimentación DMO, dirección X. ....                                   | 120 |
| Figura 28. Diagrama de esfuerzo Cimentación DMO, dirección Y. ....                                   | 121 |
| Figura 29. Diagrama de deformaciones Cimentación DMO, dirección X. ....                              | 121 |
| Figura 30. Diagrama de deformaciones Cimentación DMO, dirección Y. ....                              | 122 |
| Figura 31. Diagrama de esfuerzo Cimentación DES, dirección X. ....                                   | 123 |
| Figura 32. Diagrama de esfuerzo Cimentación DES, dirección Y. ....                                   | 123 |
| Figura 33. Diagrama de deformaciones Cimentación DES, dirección X. ....                              | 124 |
| Figura 34. Diagrama de deformaciones Cimentación DES, dirección Y. ....                              | 124 |
| Figura 35. Espectro ASCE 7-10. ....                                                                  | 128 |
| Figura 36. Comparación curvas de capacidad dirección X, estructuras DMO y DES. ....                  | 129 |
| Figura 37. Comparación curvas de capacidad dirección Y, estructuras DMO y DES. ....                  | 130 |
| Figura 38. Relación entre respuesta estática lineal y respuesta estática no lineal dirección X. .... | 131 |
| Figura 39. Relación entre respuesta estática lineal y respuesta estática no lineal dirección Y. .... | 132 |
| Figura 40. Planta identificación de muros estructurales. ....                                        | 133 |
| Figura 41. Estados límites de daño. ....                                                             | 134 |
| Figura 42. Formulación de rotulas plásticas sentido X, estructura DMO. ....                          | 137 |
| Figura 43. Formulación de rotulas plásticas sentido X, estructura DES. ....                          | 138 |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 44. <i>Formulación de rotulas plásticas sentido Y, estructura DMO.</i> .....                      | 139 |
| Figura 45. <i>Formulación de rotulas plásticas sentido Y, estructura DES.</i> .....                      | 139 |
| Figura 46. <i>Progresión de la demanda momento-rotación, muro H.1.</i> .....                             | 141 |
| Figura 47. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro H.1 DMO.</i> .....                       | 142 |
| Figura 48. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro H.1 DES.</i> .....                       | 142 |
| Figura 49. <i>Progresión de la demanda momento-rotación muros H.3 y H.6.</i> .....                       | 144 |
| Figura 50. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muros H.3.</i> .....                          | 145 |
| Figura 51. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro H.6.</i> .....                           | 146 |
| Figura 52. <i>Progresión demanda momento-rotación Primer piso muros V.1 y V.7.</i> .....                 | 147 |
| Figura 53. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro V.1.</i> .....                           | 148 |
| Figura 54. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro V.7</i> .....                            | 148 |
| Figura 55. <i>Progresión de la demanda momento-rotación muros V.3 y V.4.</i> .....                       | 150 |
| Figura 56. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro V.3.</i> .....                           | 151 |
| Figura 57. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro V.4.</i> .....                           | 151 |
| Figura 58. <i>Progresión de la demanda momento-rotación. Primer piso muros V.5 y V.6.</i> .....          | 153 |
| Figura 59. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro V.5</i> .....                            | 154 |
| Figura 60. <i>Relación entre rotación y paso de simulación muro V.6.</i> .....                           | 154 |
| Figura 61. <i>Diagrama momento curvatura muro H.1, primer piso.</i> .....                                | 155 |
| Figura 62. <i>Diagrama momento curvatura muro H.3, primer piso.</i> .....                                | 156 |
| Figura 63. <i>Diagrama momento curvatura muro V.3, primer piso.</i> .....                                | 157 |
| Figura 64. <i>Relaciones de aspecto, <math>A_p</math>, de los muros estructurales.</i> .....             | 158 |
| Figura 65. <i>Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a tensión H.1 y V.6.</i> .....                 | 159 |
| Figura 66. <i>Diagrama esfuerzo-deformación extrema a compresión, primer piso muros H.1 y V.6.</i> ..... | 160 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 67. <i>Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a tensión muros H.3 y V.1. ...</i>                 | 161 |
| Figura 68. <i>Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a compresión, primer piso muro H.3 y V.1. ....</i> | 162 |
| Figura 69. <i>Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a tensión, primer piso muros V.3 y V.4. ....</i>   | 163 |
| Figura 70. <i>Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a compresión, primer piso V.3 y V.4. ....</i>      | 164 |
| Figura 71. <i>Identificación de nodos usados en chequeo de irregularidades. ....</i>                         | 172 |
| Figura 72. <i>Datos geométricos de la estructura irregularidad 2P ....</i>                                   | 177 |
| Figura 73. <i>Irregularidad por discontinuidad en el diafragma ....</i>                                      | 178 |
| Figura 74. <i>Datos geométricos de la estructura irregularidad 3P ....</i>                                   | 178 |
| Figura 75. <i>Momentos de diseño placa de entrepiso (alrededor del eje X). ....</i>                          | 185 |
| Figura 76. <i>Momentos de diseño placa de entrepiso (alrededor del eje Y). ....</i>                          | 185 |
| Figura 77. <i>Cortantes de diseño placa de entrepiso. ....</i>                                               | 188 |
| Figura 78. <i>Cortantes de diseño placa de entrepiso. ....</i>                                               | 189 |
| Figura 79. <i>Distribución de rigidez en el área de cimentación. ....</i>                                    | 204 |
| Figura 80. <i>Diagrama de cortantes V13 estructura DMO. ....</i>                                             | 205 |
| Figura 81. <i>Diagrama de cortantes V23 estructura DMO. ....</i>                                             | 206 |
| Figura 82. <i>Diagrama de cortantes V13 estructura DES. ....</i>                                             | 206 |
| Figura 83. <i>Diagrama de cortantes V23 estructura DES. ....</i>                                             | 207 |
| Figura 84. <i>Diagrama de momentos M11 estructura DES. ....</i>                                              | 209 |
| Figura 85. <i>Diagrama de momentos M22 estructura DES. ....</i>                                              | 209 |
| Figura 86. <i>Diagrama de momentos M11 estructura DMO. ....</i>                                              | 210 |
| Figura 87. <i>Diagrama de momentos M22 estructura DMO. ....</i>                                              | 210 |



|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 88. <i>Diagrama de cortante vigas estructura DES.</i> .....                                     | 212 |
| Figura 89. <i>Diagrama de cortante vigas estructura DMO.</i> .....                                     | 212 |
| Figura 90. <i>Diagrama de Momentos de diseño DMO.</i> .....                                            | 214 |
| Figura 91. <i>Diagrama de Momentos de diseño DES.</i> .....                                            | 214 |
| Figura 92. <i>Identificación muro diseñado.</i> .....                                                  | 215 |
| Figura 93. <i>Distribución de refuerzo muro V.1.1 capacidad DMO.</i> .....                             | 236 |
| Figura 94. <i>Diagrama de interacción configuración de refuerzo muro V.1.1 capacidad DMO.</i><br>..... | 236 |
| Figura 95. <i>Distribución de refuerzo muro v.1.1 capacidad DES.</i> .....                             | 237 |
| Figura 96. <i>Diagrama de interacción configuración de refuerzo muro V.1.1 capacidad DES.</i><br>..... | 237 |
| Figura 97. <i>Curvas de Mander elemento confinado muro V.1.1.1 DMO y DES.</i> .....                    | 238 |

**Lista de tablas**

|                                                                                                   | <b>Pág.</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 1. <i>Restricciones al uso de sistemas y materiales estructurales.</i> .....                | 28          |
| Tabla 2. <i>Coeficiente de disipación básico para sistema estructural de muros portantes.</i> ... | 29          |
| Tabla 3. <i>Evaluación de cargas, entrepiso (<math>e=0.125m</math>).</i> .....                    | 41          |
| Tabla 4. <i>Evaluación de cargas, entrepiso (<math>e=0.15 m</math>).</i> .....                    | 42          |
| Tabla 5. <i>Parámetros del espectro.</i> .....                                                    | 44          |
| Tabla 6. <i>Porcentajes de participación de los primeros 20 modos de vibración.</i> .....         | 45          |
| Tabla 7. <i>Parámetros y cálculo del periodo aproximado <math>T_a</math>.</i> .....               | 48          |
| Tabla 8. <i>Cortante sísmico en la base ajustado por fuerza horizontal equivalente.</i> .....     | 49          |
| Tabla 9. <i>Verificación de los efectos <math>P\Delta</math> en dirección X.</i> .....            | 50          |
| Tabla 10. <i>Verificación de los efectos <math>P\Delta</math> en dirección Y.</i> .....           | 51          |
| Tabla 11. <i>Referenciación de nodos usados en la clasificación del diafragma.</i> .....          | 52          |
| Tabla 12. <i>Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección X.</i> .....                | 53          |
| Tabla 13. <i>Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección Y.</i> .....                | 54          |
| Tabla 14. <i>Resultados del análisis de irregularidades en planta.</i> .....                      | 55          |
| Tabla 15. <i>Resultados del análisis de irregularidades en altura.</i> .....                      | 55          |
| Tabla 16. <i>Coeficiente de disipación de energía y de sobre resistencia.</i> .....               | 58          |
| Tabla 17. <i>Combinaciones de resistencia ultima, estructuras DMO.</i> .....                      | 60          |
| Tabla 18. <i>Combinaciones de resistencia ultima, estructuras DES.</i> .....                      | 61          |
| Tabla 19. <i>Combinaciones estado límite de servicio estructura DMO.</i> .....                    | 62          |
| Tabla 20. <i>Combinaciones estado límite de servicio estructura DES.</i> .....                    | 63          |
| Tabla 21. <i>Distribución y área de refuerzo suministrado a las placas de entrepiso.</i> .....    | 66          |
| Tabla 22. <i>Momentos de diseño y momentos resistentes placas de entrepiso.</i> .....             | 67          |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 23. <i>Deflexiones inmediatas placa de entrepiso espesor 0.125m.</i> .....                           | 70  |
| Tabla 24. <i>Deflexiones inmediatas placa de entrepiso espesor 0.15m.</i> .....                            | 70  |
| Tabla 25. <i>Deflexión a largo plazo-losa de entrepiso, espesor 0.125m.</i> .....                          | 71  |
| Tabla 26. <i>Deflexión a largo plazo- losa de entrepiso, espesor 0.15m.</i> .....                          | 71  |
| Tabla 27. <i>Relación de aspecto en el plano del muro y en la sección transversal horizontal.</i><br>..... | 73  |
| Tabla 28. <i>Verificación dimensiones muros estructura DMO.</i> .....                                      | 74  |
| Tabla 29. <i>Verificación dimensiones muros estructura DES.</i> .....                                      | 75  |
| Tabla 30. <i>Diseño a cortante de muros DMO.</i> .....                                                     | 77  |
| Tabla 31. <i>Diseño a cortante de muros DES.</i> .....                                                     | 78  |
| Tabla 32. <i>Diseño a flexión muros DMO.</i> .....                                                         | 80  |
| Tabla 33. <i>Diseño a flexión muros DES.</i> .....                                                         | 81  |
| Tabla 34. <i>Comparación de requisitos sísmicos para elementos de borde estructuras DMO y DES.</i> .....   | 82  |
| Tabla 35. <i>Configuraciones de refuerzo elementos de borde comunes en estructura DMO y DES.</i> .....     | 85  |
| Tabla 36. <i>Rigidez elástica de cimentación corregida por empotramiento.</i> .....                        | 87  |
| Tabla 37. <i>Corrección de rigidez rotacional, cimentación flexible.</i> .....                             | 88  |
| Tabla 38. <i>Rigidez de los resortes distribuidos en la losa de cimentación.</i> .....                     | 88  |
| Tabla 39. <i>Distribución y área de refuerzo suministrado a la placa de cimentación.</i> .....             | 91  |
| Tabla 40. <i>Momentos resistentes en losa de cimentación.</i> .....                                        | 91  |
| Tabla 41. <i>Distribución y área de refuerzo suministrado a las vigas de cimentación.</i> .....            | 93  |
| Tabla 42. <i>Parámetros para clasificación del nivel de sismicidad estructuras bajo estudio.</i>           | 97  |
| Tabla 43. <i>Casos de estudio establecidos en el análisis estático no lineal.</i> .....                    | 106 |

|                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 44. Comparaciones realizadas de los resultados del análisis estático no lineal. ....                                    | 107 |
| Tabla 45. Influencia de los modos superiores. ....                                                                            | 111 |
| Tabla 46. Referenciación de nodos usados en la clasificación del diafragma. ....                                              | 113 |
| Tabla 47. Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección X. ....                                                    | 115 |
| Tabla 48. Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección Y.....                                                     | 116 |
| Tabla 49. Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección X. ....                                                    | 117 |
| Tabla 50. Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección Y.....                                                     | 118 |
| Tabla 51. Parámetros para el cálculo de relaciones de resistencia, estructura DMO .....                                       | 126 |
| Tabla 52. Parámetros para el cálculo de relaciones de resistencia, estructura DES.....                                        | 127 |
| Tabla 53. Relaciones de resistencia direcciones X y Y, estructura DMO y DES. ....                                             | 127 |
| Tabla 54. Parámetros y criterios de aceptación para procedimiento no lineal, muros estructurales controlados por flexión..... | 135 |
| Tabla 55. Máximas rotaciones de muros para la asignación de niveles de desempeño, piso 1-dirección X. ....                    | 135 |
| Tabla 56. Máximas rotaciones de muros para la asignación de niveles de desempeño, piso 1-dirección Y. ....                    | 136 |
| Tabla 57. Modos de vibración de la estructura.....                                                                            | 170 |
| Tabla 58. Derivas Esquina superior izquierda Vs esquina inferior izquierda dirección X                                        | 173 |
| Tabla 59. Esquina superior izquierda vs esquina superior derecha, dirección Y.....                                            | 174 |
| Tabla 60. Esquina superior derecha vs esquina inferior derecha, dirección X. ....                                             | 175 |
| Tabla 61. Esquina inferior izquierda vs esquina inferior derecha, dirección Y. ....                                           | 176 |
| Tabla 62. Relación de derivas de entrepiso.....                                                                               | 180 |
| Tabla 63. Valores de deriva sismo dirección X. ....                                                                           | 182 |
| Tabla 64. Valores de deriva sismo dirección Y. ....                                                                           | 183 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 65. <i>Momento ultimo resistente, Placa apartamentos (e=0.125).</i> .....                            | 186 |
| Tabla 66. <i>Momento ultimo resistente, Placa pasillos (e=0.15).</i> .....                                 | 186 |
| Tabla 67. <i>Cortante resistente, Placa apartamentos (e=0.125).</i> .....                                  | 187 |
| Tabla 68. <i>Cortante resistente, Placa apartamentos (e=0.15).</i> .....                                   | 188 |
| Tabla 69. <i>Parámetros diseño de elementos colectores DMO.</i> .....                                      | 190 |
| Tabla 70. <i>Fuerza de diseño de los elementos colectores.</i> .....                                       | 191 |
| Tabla 71. <i>Diseño de elementos colectores.</i> .....                                                     | 192 |
| Tabla 72. <i>Parámetros diseño de elementos colectores DES</i> .....                                       | 193 |
| Tabla 73. <i>Fuerza de diseño de los elementos colectores.</i> .....                                       | 194 |
| Tabla 74. <i>Diseño de elementos colectores.</i> .....                                                     | 195 |
| Tabla 75. <i>Parámetros para Verificación de deflexiones, placa de entrepiso, espesor 0.125m.</i><br>..... | 197 |
| Tabla 76. <i>Deflexiones inmediatas placa de entrepiso espesor 0.125m.</i> .....                           | 198 |
| Tabla 77. <i>Deflexión a largo plazo-losa de entrepiso, espesor 0.125m.</i> .....                          | 198 |
| Tabla 78. <i>Parámetros para Verificación de deflexiones, placa de entrepiso, espesor 0.15m.</i><br>.....  | 199 |
| Tabla 79. <i>Deflexiones inmediatas placa de entrepiso espesor 0.15m.</i> .....                            | 200 |
| Tabla 80. <i>Deflexión a largo plazo-losa de entrepiso, espesor 0.15m.</i> .....                           | 200 |
| Tabla 81. <i>Datos de entrada análisis de cimentación.</i> .....                                           | 202 |
| Tabla 82. <i>Rigidez estática en la losa de cimentación.</i> .....                                         | 203 |
| Tabla 83. <i>Rigidez asignada a la losa de cimentación simulando comportamiento flexible.</i><br>.....     | 204 |
| Tabla 84. <i>Distribución y área de refuerzo suministrado a la placa de cimentación..</i> .....            | 208 |
| Tabla 85. <i>Momentos resistentes en losa de cimentación.</i> .....                                        | 208 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 86. <i>Cortante resistente vigas de cimentación.</i> .....                                | 211 |
| Tabla 87. <i>Distribución y área de refuerzo suministrado a las vigas de cimentación.</i> ..... | 213 |
| Tabla 88. <i>Solicitaciones obtenidas para estructura DMO.</i> .....                            | 216 |
| Tabla 89. <i>Solicitaciones obtenidas para estructura DES.</i> .....                            | 217 |
| Tabla 90. <i>Propiedades geométricas muro tipo estructura DES y DMO.</i> .....                  | 217 |
| Tabla 91. <i>Parámetros muro tipo estructura DMO.</i> .....                                     | 218 |
| Tabla 92. <i>Parámetros muro tipo estructura DES.</i> .....                                     | 218 |
| Tabla 93. <i>Revisión dimensiones del muro tipo para capacidad de disipación DMO.</i> .....     | 219 |
| Tabla 94. <i>Revisión dimensiones del muro tipo para capacidad de disipación DES.</i> .....     | 220 |
| Tabla 95. <i>Resistencia a cortante acero y concreto muro con capacidad DMO.</i> .....          | 221 |
| Tabla 96. <i>Resistencia a cortante acero y concreto muro con capacidad DES.</i> .....          | 222 |
| Tabla 97. <i>Cuantía de refuerzo transversal muro con capacidad DMO.</i> .....                  | 223 |
| Tabla 98. <i>Cuantía de refuerzo transversal muro con capacidad DES.</i> .....                  | 224 |
| Tabla 99. <i>Separación de refuerzo transversal muro con capacidad DMO.</i> .....               | 225 |
| Tabla 100. <i>Separación de refuerzo transversal muro con capacidad DES.</i> .....              | 226 |
| Tabla 101. <i>Cuantía refuerzo longitudinal muro con capacidad DMO.</i> .....                   | 227 |
| Tabla 102. <i>Cuantía refuerzo longitudinal muro con capacidad DES.</i> .....                   | 228 |
| Tabla 103. <i>Separación refuerzo longitudinal muro con capacidad DMO.</i> .....                | 229 |
| Tabla 104. <i>Separación refuerzo longitudinal muro con capacidad DES.</i> .....                | 230 |
| Tabla 105. <i>Verificación pertinencia elemento de borde capacidad DMO.</i> .....               | 231 |
| Tabla 106. <i>Verificación pertinencia elemento de borde capacidad DES.</i> .....               | 232 |
| Tabla 107. <i>Longitud de elemento de borde (elemento confinado) capacidad DMO.</i> .....       | 233 |
| Tabla 108. <i>Longitud de elemento de borde (elemento confinado) capacidad DES.</i> .....       | 234 |
| Tabla 109. <i>Configuración de refuerzo elemento confinado muro DMO.</i> .....                  | 234 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 110. Configuración de refuerzo elemento confinado muro DES. ....                    | 235 |
| Tabla 111. Separación en altura de refuerzo elemento confinado muro DMO. ....             | 235 |
| Tabla 112. Separación en altura de refuerzo elemento confinado muro DES. ....             | 235 |
| Tabla 113. Parámetros curva de Mander elemento confinado muro V.1.1.1 DMO y DES.<br>..... | 239 |
| Tabla 114. Distribución de pseudo fuerzas laterales en altura, estructura DMO. ....       | 241 |
| Tabla 115. Distribución de pseudo fuerzas laterales en altura, estructura DES. ....       | 242 |
| Tabla 116. Verificación de los efectos $P-\Delta$ dirección X, estructura DMO. ....       | 244 |
| Tabla 117. Verificación de los efectos $P-\Delta$ dirección Y, estructura DMO. ....       | 245 |
| Tabla 118. Verificación de los efectos $P-\Delta$ dirección X, estructura DES. ....       | 246 |
| Tabla 119. Verificación de los efectos $P-\Delta$ dirección Y, estructura DES. ....       | 247 |

**Lista de Apéndice**

|                                                                   | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|
| Apéndice A. Porcentajes de participación modos de vibración ..... | 170         |
| Apéndice B. Verificación de irregularidades .....                 | 172         |
| Apéndice C. Verificación de derivas .....                         | 182         |
| Apéndice D. Diseño placa de entrepiso .....                       | 184         |
| Apéndice E. Diseño de cimentación .....                           | 201         |
| Apéndice F. Diseño de muros estructurales .....                   | 215         |
| Apéndice G. Caracterización del concreto .....                    | 238         |
| Apéndice H. Clasificación del diafragma .....                     | 240         |
| Apéndice I. Verificación efectos P- $\Delta$ .....                | 243         |
| Apéndice J. Planos estructurales edificación DMO .....            | 249         |
| Apéndice K. Planos estructurales edificación DES .....            | 281         |



## Resumen

**Título:** Efecto de la capacidad de disipación de energía seleccionada en el desempeño sísmico por desplazamiento de edificaciones con sistema muros de carga en zonas de sismicidad intermedia\*

**Autor:** Sandra Liliana Uribe Hernandez\*\*

**Palabras clave:** Capacidad de Disipación de Energía, Capacidad de Desplazamiento, muros de concreto, zona de amenaza sísmica, análisis no lineal estático.

### Descripción:

El reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) permite reducir las fuerzas sísmicas durante el diseño de edificaciones. Para esto se usa el coeficiente de disipación de energía (R), el cual depende del sistema de resistencia sísmica y la capacidad de disipación de energía esperada. La NSR-10 asocia un grado mínimo de capacidad de disipación de energía (mínima, moderada y especial) a cada zona de amenaza sísmica (baja, intermedia y alta, respectivamente). Esto deja abierta la posibilidad de usar un mayor grado de disipación al mínimo establecido en la norma para una determinada amenaza sísmica. Estudios previos han demostrado que el uso de un coeficiente de disipación de energía y requisitos detallados para capacidades superiores al grado mínimo en zonas de amenaza sísmica intermedia, puede resultar en la reducción de las cantidades de obra de la estructura; sin embargo, el efecto de este enfoque de diseño en el desempeño sísmico de la edificación no ha sido investigado. Por tal razón, en este trabajo se compara la capacidad de desplazamiento de una edificación de 15 pisos diseñados para una zona de amenaza sísmica intermedia con capacidades de disipación moderada y especial. El sistema estructural del edificio consiste en muros de concreto reforzado diseñado de acuerdo con las disposiciones del reglamento colombiano NSR-10. La edificación fue modelada mediante elementos finitos. La capacidad de desplazamiento para los casos moderado y especial se calcularon mediante un análisis no lineal estático siguiendo los requisitos de la guía ASCE / SEI 41-17. Entre los resultados encontrados se evidenció que la edificación con capacidad especial presentó una mayor capacidad de desplazamiento que la de capacidad moderada.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Maestría en ingeniería Estructural.  
Director: Ph.D José Miguel Benjumea Royero, Codirector: M.Sc Fredy Saul Sotelo.

### Abstract

**Title:** Effect of the select seismic energy dissipation capacity on displacement ductility capacity for buildings with shear wall system in a region with intermediate seismic hazard\*

**Author:** Sandra Liliana Uribe Hernandez\*\*

**Key words:** Energy Dissipation Capacity, Displacement ductility capacity, RC walls, region seismic hazard, nonlinear static analysis.

#### Description:

The Colombian Seismic Code (NSR-10) allows reducing seismic forces during the design of buildings. For this, the energy dissipation coefficient (R) is used, which depends on the seismic resistance system and the expected energy dissipation capacity. The NSR-10 associates a minimum seismic energy dissipation capacity (Ordinary, moderate and special) to each zone of seismic hazard (low, intermediate and high, respectively). This leaves open the possibility of using a higher degree of dissipation than the minimum established in the standard for a given seismic hazard. Previous studies have shown that the use of an energy dissipation coefficient and detailed requirements for capacities higher than the minimum seismic energy dissipation for a region with intermediate seismic hazard, can result in the reduction of the quantity of materials of the structure; however, the effect of this design approach on the building's seismic performance has not been investigated. For this reason, this work compares the displacement ductility capacity of a 15-stories building designed for an intermediate seismic hazard zone with moderate and special dissipation capabilities. The building's structural system consists of reinforced concrete walls designed in accordance with the provisions of the Colombian regulation NSR-10. The building was modeled by finite elements. The displacement capacity for the moderate and special cases were calculated using a static non-linear analysis following the requirements of the ASCE / SEI 41-17. Among the results found, it was evidenced that the building with special dissipation presented a greater displacement ductility capacity than the building with moderate dissipation.

---

\* Master Dissertation

\*\* Physics-Mechanics Faculty.Civil Engineering School. Master in Structural Engineering. Director: Ph.D José Miguel Benjumea Royero, Co-director: M.Sc Fredy Saul Sotelo.

## Introducción

El Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, establece grados de capacidad de disipación de energía mínimos (DES, DMO o DMI) asociados a las diferentes zonas de amenaza sísmica (Altas, intermedia y baja), sin embargo la normativa no restringe el uso de una capacidad de disipación de energía superior a la establecida para una zona de amenaza sísmica determinada por ejemplo las dos ciudades capitales más influyentes en el país (Bogotá y Medellín) se encuentran en una zona de amenaza sísmica intermedia por lo cual las estructuras ubicadas allí podrían ser diseñadas para capacidades de disipación moderada (DMO) y especial (DES).

En los últimos años se han llevado a cabo investigaciones enfocadas al estudio de las implicaciones económicas, de realizar diseños con capacidades de energía superiores a las mínimas establecidas, en el caso de edificaciones con sistema estructural de pórticos resistentes a momentos, se tienen un estudio de las implicaciones económicas y de desempeño (Chaparro Tarazona, 2017), sin embargo las investigaciones existentes sobre el sistema de muros de carga se han limitado a implicaciones económicas ((Prada, Carrillo, & Gélvez, 2017), (Uribe & Gutierrez, 2014)(Benjumea Royero, Sotelo Monroy, Celis Melo, & Chio Cho, 2016), sin tener en cuenta las implicaciones en el comportamiento de las estructuras, impulsando el desarrollo del presente trabajo en el cual se realizó el análisis del desempeño sísmico por desplazamiento de una edificación tipo de mediana altura con muros estructurales de hormigón reforzado, ubicada en una zona sísmica intermedia, al seleccionar una capacidad de disipación de energía diferente a la mínima establecida por el código NSR-10.

Para lo cual se establecieron cuatro etapas para el desarrollo de esta investigación, en la primera se estableció la ubicación y características de la edificación, propiedades de los materiales, análisis de cargas y definición de parámetros de diseño sísmico. En la segunda etapa se diseñó una edificación tipo en una zona de amenaza sísmica establecida (intermedia), para las capacidades de disipación de energía permitidas (DMO y DES) teniendo en cuenta los lineamientos definidos en NSR-10. En la tercera etapa se realizó el análisis estático no lineal de las edificaciones anteriormente diseñadas en base a los requerimientos del ASCE 41-17, finalmente y como cuarta etapa se realizó el análisis de los resultados obtenidos evaluando los desplazamientos y deformaciones observados en el punto de desempeño para las dos edificaciones diseñadas.

Este trabajo se encuentra distribuido de la siguiente manera, en el capítulo 2 se presentan los objetivos establecidos para la investigación, en el capítulo 3 se expone el planteamiento del problema, en el capítulo 4 se encuentra el marco teórico tenido en cuenta en el desarrollo de este proyecto, en el capítulo 5 se presenta la metodología seguida en este trabajo, el desarrollo del análisis elástico lineal se muestra en el capítulo 6, en el capítulo 7 se realizó el diseño elástico lineal, en el capítulo 8 se llevó a cabo el análisis estático no lineal. El análisis de resultados se realizó en el capítulo 9 y por último en el capítulo 10 se presentan las conclusiones. Los anexos del análisis y diseño elástico lineal se presentan desde el capítulo 12 hasta el capítulo 17, finalmente en los capítulos 18 al 20 se muestran los anexos del análisis estático no lineal.

## **1.Objetivos**

### **1.1.Objetivo general**

Determinar la capacidad de desplazamiento de una edificación de muros estructurales de concreto reforzado al seleccionar una capacidad de disipación de energía igual y mayor a la mínima establecida en NSR-10 para una zona de amenaza sísmica intermedia.

### **1.2.Objetivos específicos**

Diseñar una edificación prototipo para cada una de las capacidades de disipación de energía bajo estudio, con base a los requisitos establecidos por el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10<sup>1</sup>, para soportar cargas verticales y fuerzas sísmicas.

Calcular la capacidad para cada una de las edificaciones diseñadas teniendo en cuenta los lineamientos encontrados en el ASCE 41-17<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente NSR-10.

<sup>2</sup> Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings ASCE 41-13

## **2.Planteamiento del problema**

El uso de muros de carga como sistema estructural demostró ser eficiente ante sollicitaciones sísmicas, por ejemplo durante el sismo de Chile en 1985 (Wood, 1992). Sin embargo, luego de observar las afectaciones que tuvieron las estructuras tras el sismo de Chile en el 2010 y Nueva Zelanda en el 2011, se generó la necesidad de revisar los requerimientos de diseño en base a los modos de fallas observados en los elementos estructurales e impulsar el estudio de diseños sísmicos que garanticen una ductilidad adecuada bajo cargas laterales (Wallace, 2014), no solo en zonas con actividad sísmica alta si no en regiones de amenaza sísmica baja e intermedia.

La filosofía del diseño por capacidad sugiere proporcionar un refuerzo de confinamiento transversal más detallado en zonas donde se presentan deformaciones inelásticas significativas (regiones críticas) y en las cuales se requiere garantizar la ductilidad necesaria para que se pueda disipar grandes cantidades de energía y lograr un comportamiento dúctil en los muros de carga (Thomsen & Wallace, 2004). Esta filosofía se puede ver reflejada en los requerimientos para concreto estructural de las normas NSR-10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010) y ACI 318-11, (American Concrete Institute: Farmington Hills, 2011) en los cuales se observa que los requisitos de confinamiento incrementan con el aumento de la amenaza sísmica, sin embargo al seleccionar un grado de capacidad de disipación de energía mayor las fuerzas sísmicas de diseño obtenidas de un análisis elástico lineal serán inferiores como consecuencia de una mayor reducción, ya que el coeficiente de capacidad de disipación ( $R$ ), podría ser mayor.

En estudios anteriores se ha encontrado una disminución de hasta el 10% de las cantidades de obra en edificaciones con sistema de muros de carga: diseñadas con coeficiente  $R$  y

requisitos de capacidad de energía mayores a los mínimos establecidos por el reglamento en zonas de amenaza sísmica intermedia,(Prada et al., 2017; Uribe & Gutierrez, 2014).Dado que al tomar una capacidad de energía mayor a la mínima las fuerzas sísmicas de diseño pueden ser inferiores si se usa un coeficiente de energía mayor, según tabla A.3-1 NSR-10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). Despertando el interés de evaluar el desempeño sísmico de la edificación e identificar las implicaciones que tendría tomar estas consideraciones en el diseño. En este trabajo, se determinó la capacidad de desplazamiento de una edificación de muros estructurales de concreto reforzado, ubicados en una zona sísmica intermedia, al diseñar para una capacidad de disipación de energía igual y mayor a la mínima requerida por la norma NSR-10.

### 3.Marco teórico

#### 3.1.Análisis Estático Lineal

##### *3.1.1.Capacidad de Disipación de energía.*

Es la capacidad que tiene un sistema estructural, un elemento o una sección de un elemento estructural, de trabajar dentro del rango inelástico de respuesta, sin pérdida significativa de su resistencia.

El grado de capacidad de disipación de energía en el reglamento colombiano se clasifica en tres categorías, especial (DES), moderado (DMO) y mínimo (DMI). Actualmente, el diseño de las estructuras sismo resistentes regido por la NSR-10, restringe el uso de las categorías de capacidad de disipación de energía en función de las zonas de amenaza sísmica donde se localizará la estructura tal y como se muestra en la Tabla 1

**Tabla 1.**

*Restricciones al uso de sistemas y materiales estructurales.*

| CAPACIDAD DE<br>DISIPACIÓN<br>ENERGÍA | ZONA DE AMENAZA SISMICA |            |      |
|---------------------------------------|-------------------------|------------|------|
|                                       | BAJA                    | INTERMEDIA | ALTA |
| Mínima DMI                            |                         | NO         | NO   |
| Moderada DMO                          |                         |            | NO   |
| Especial DES                          |                         |            |      |

Nota: adaptado de **NSR-10 (Asociación colombiana de ingeniería sísmica 2010)**



### 3.1.2. Coeficiente de disipación de energía $R$

El coeficiente de disipación de energía,  $R$ , es un factor definido en la metodología de diseño, que permite clasificar la capacidad que tiene una estructura de disipar energía a partir del comportamiento inelástico. El uso de este coeficiente, resulta conveniente en el momento de diseñar las estructuras para que respondan en el rango inelástico (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010), su valor dependerá del sistema estructural y de la capacidad de disipación de energía permitida en la tabla A.3-1 de NSR-10, la cual es replicada en este documento en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Coeficiente de disipación básico para sistema estructural de muros portantes.*

| SISTEMA DE MUROS DE CARGA                                               |                                            |             |                  | Zonas de amenaza sísmica |            |             |            |             |            |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|------------------|--------------------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Sistema Resistencia Sísmica (Fuerzas Horizontales)                      | Sistema Resistencia para Cargas Verticales | Valor $R_o$ | Valor $\Omega_o$ | Alta                     |            | Intermedia  |            | Baja        |            |
|                                                                         |                                            |             |                  | Uso permit.              | Altura máx | Uso permit. | Altura máx | Uso permit. | Altura máx |
| Muros de Concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES) | El mismo                                   | 5.0         | 2.50             | Si                       | 50m        | Si          | Sin limite | Si          | Sin limite |
| Muros de Concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) | El mismo                                   | 4.0         | 2.50             | No se permite            |            | Si          | 50m        | Si          | Sin limite |

Nota: Adaptado de NSR-10 (Asociación colombiana de ingeniería sísmica 2010)

### **3.2. Análisis estático no lineal**

#### **3.2.1. Pushover**

El análisis inelástico Pushover es un análisis estático no lineal usado para predecir la cargas horizontales y deformaciones máximas que puede llegar a presentar una estructura y establece una secuencia que ayudara a posicionar las partes criticas existentes de un edificio.

Esta herramienta consiste en aplicar un patrón de carga lateral predefinido que se distribuye a lo largo de la altura del edificio. Las fuerzas laterales se incrementan monótonamente en proporción constante con un desplazamiento de control en la parte superior del edificio hasta alcanzar un valor previamente establecido (Idris & Yahya, 2017; Mwafy & Elnashai, 2001).

Los pasos para llevar a cabo un análisis Pushover de una edificación sismo resistente (Idris & Yahya, 2017) son:

Determinación de un punto de control para monitorear la cantidad de desplazamiento que presentara la estructura

Realizar una curva de capacidad basada en un patrón de fuerza lateral

Estimación de la cantidad de desplazamiento lateral durante la aplicación de cargas

Evaluación del rendimiento de la estructura cuando el punto de control alcance el desplazamiento objetivo.

#### **3.2.2. Curva de Capacidad:**

La curva de capacidad es la relación entre la resistencia de carga lateral de una estructura y su desplazamiento lateral característico, se deriva de una gráfica de cortante en la base y desplazamiento en el techo de la edificación (Kircher, Nassar, Kustu, & Holmes, 1997). La

curva de capacidad generalmente se obtiene por medio de un análisis estático no lineal de carga incremental Pushover Analysis (PA) y es utilizada para evaluar el comportamiento de las estructuras frente a cargas horizontales, es la representación del primer modo de vibración de la estructura, partiendo de suponer que el modo fundamental de vibración es la respuesta predominante de la estructura

### ***3.2.3.Desplazamiento Objetivo***

El desplazamiento objetivo representa el desplazamiento máximo que probablemente alcance la estructura para el nivel de riesgo sísmico seleccionado.

El cálculo del desplazamiento objetivo en la normativa colombiana se establece en la sección A-3.2.5 de NSR-10, para el caso del código ASCE 41-13 (ASCE, 2014) este desplazamiento se calcula con base al procedimiento especificado 7.4.3.3.

### ***3.2.4.Modelamiento de muros de Cortante***

El ASCE41-13 (ASCE, 2014) define unos parámetros de modelamiento para muros portantes, dependiendo si estos elementos están controlados por un comportamiento a flexión o cortante. En el capítulo 10 del ASCE 41-13 (ASCE, 2014) se define que los muros de cortante que tengan una relación (altura/longitud) mayor a 3 se clasificarán como esbeltos, adicionalmente si su relación de aspecto es menor a 1.5 se consideran bajos. Se considera que los muros esbeltos están controlados por un comportamiento a flexión y los muros bajos están controlados por un comportamiento a cortante, los muros que tengan una relación de aspecto entre 1.5 y 3 tendrán un comportamiento controlado tanto como para flexión como para cortante.

Los elementos a cortante se modelan por medio de capas de elementos finitos. La primera capa corresponde a fibras verticales que representan el comportamiento inelástico con interacción P-M en la dirección vertical., la segunda a fibras horizontales que representa el comportamiento elástico fuera del plano al asumir un comportamiento tipo membrana del elemento en dicha dirección y la tercera representa la capa de cortante la cual podrá tomarse con un comportamiento elástico en el cual se asume que la rigidez a cortante dependerá del módulo de cortante (Powell, 2010).

#### **4. Metodología**

Para dar cumplimiento a los objetivos se plantearon cuatro etapas. En la primera se estableció la ubicación y características de la edificación, propiedades de los materiales, análisis de cargas y definición de parámetros de diseño sísmico (capítulo 5), en la segunda etapa se realizó el diseño de la edificación para las capacidades de disipación de energía DMO y DES (capítulo 6), en la tercera etapa se realizó el análisis no lineal estableciendo los requisitos y las generalidades del ASCE 41-17, aplicables a las estructuras bajo estudio, (capítulo 7). Finalmente, en la cuarta etapa se llevó a cabo el análisis de los resultados obtenidos, con el fin de revisar el comportamiento de las estructuras, a partir de la comparación de los desplazamientos de las edificaciones en los diagramas momentos rotación de las secciones de muros y los diagramas esfuerzo deformación de los materiales obtenidos en los puntos de desempeño (capítulo 8).

## **5.Etapa 1: Análisis Elástico Lineal**

En este capítulo se define las características de la edificación bajo estudio, se presenta la estimación de cargas y los parámetros usados para la realización del análisis estructural del que se obtendrán las fuerzas de diseño de los elementos estructurales.

### **5.1.Normativas de referencia**

El diseño sísmico de la estructura bajo estudio se realizó siguiendo los lineamientos del Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (ley 400 de 1997 – modificada ley 1229 de 2008, decreto 19 de marzo de 2010, decreto 092 del 17 de enero de 2011).

### **5.2.Descripción de la estructura bajo análisis**

#### ***5.2.1.Descripción general***

Para el propósito de la investigación se tomó una estructura hipotética de referencia de uso residencial, con un área en planta de 406.130 m<sup>2</sup>. La estructura tiene 15 niveles, cada uno con altura de entrepiso de 2.50 metros, resultando en una altura total de la edificación igual a 37.5 metros. Las medidas en planta y altura de la edificación se muestran en la Figura 1 y Figura 2 respectivamente.



### ***5.2.2.Descripción del sistema estructural***

A continuación, se listan los elementos que hacen parte del sistema estructural de la edificación bajo estudio:

- Sistema de resistencia sísmica:** Muros de carga
- Sistema de resistencia de cargas verticales:** Muros de carga
- Sistema de entrepiso:** Placa maciza
- Tipo de cubierta:** Placa maciza
- Tipo de cimentación:** Placa maciza

### ***5.2.3.Parámetros geotécnicos***

El proyecto bajo estudio fue modelado para la ciudad de Tunja, que corresponde a un nivel de amenaza sísmica intermedia y presenta los valores más altos de aceleraciones espectrales ( $A_a$  y  $A_v$ ). El suelo de referencia en los casos analizados es de tipo D, elegido con el propósito de evaluar el comportamiento de las estructuras en condiciones poco favorables. Los datos mostrados a continuación son valores adoptados consistentes con las características del tipo de suelo elegido:

- Velocidad de onda de cortante,  $V_{so}$ :** 300 m/s
- Densidad del suelo  $\gamma_s$ :** 18 kN/m<sup>3</sup>
- Módulo de elasticidad del suelo,  $E$ :** 25 MPa
- Capacidad portante,  $Q_a$ :** 250 kN/m<sup>2</sup>

### ***5.2.4.Parámetros sísmicos***

**Zona de amenaza sísmica:** intermedia.

- **Grupo de uso:** teniendo en cuenta que la edificación está destinada a uso habitacional y el número de residentes no excede de 3000 personas, la estructura se clasifica como Grupo I-estructuras de ocupación normal (sección A.2.5 de NSR-10).



- **Coeficiente de importancia:** el coeficiente de importancia es de 1.00 (sección A.2.5.2 de NSR-10).

### **5.2.5.Materiales**

#### Concreto:

La resistencia a compresión del concreto ( $f'_c$ ) usado para el diseño de los elementos estructurales es:

- Cimentación:**28 MPa
- Pantallas:**28 MPa
- Placas de entrepiso:**28 MPa

El módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ ) usado para el diseño estructural se calcula con la expresión dada en la sección C.8.5.1 de NSR-10, ( $E_c = 4700\sqrt{f'_c}$  Mpa). El valor empleado en el modelamiento es de 24870 MPa.

#### Acero de refuerzo:

Las barras de refuerzo son corrugadas, de acero de baja aleación que cumplan con la norma NTC-2289. Su resistencia a la fluencia ( $f_y$ ) es:

- Barras de Refuerzo:**420 MPa
- Refuerzo electrosoldado de alambre:**420 MPa
- (Malla electrosoldada)**

### 5.2.6. Parámetros y modelamiento análisis y diseño elástico lineal

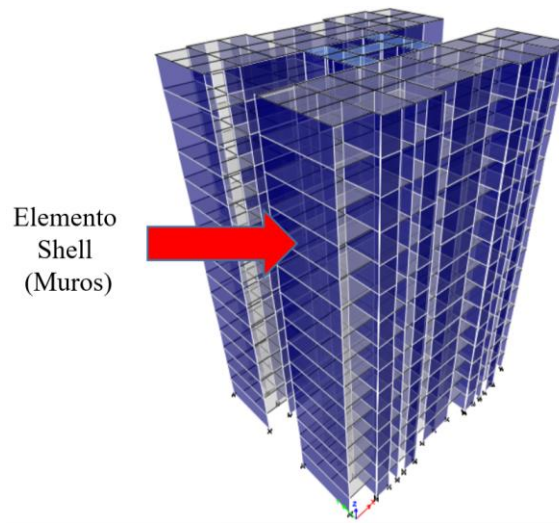
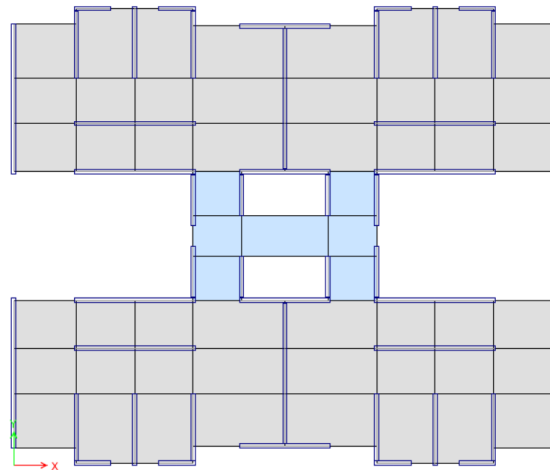
#### Modelamiento análisis lineal

El análisis estructural se realizó mediante modelamiento numérico en el software ETABS 2016 (Computer & Structures, Inc, 2016). En las Figura 3 y Figura 4 se muestran capturas del modelo usado. El modelo computacional del análisis elástico se realiza con las siguientes consideraciones:

- **Muros estructurales:** Se modelaron como elementos tipo *Shell* (Computer & Structures, Inc, 2016), despreciando el aporte de rigidez en el eje débil del elemento. Esta consideración se logró asignando un valor de 0.1 al factor de modificación “m22” en los elementos del modelo computacional. La inercia de los elementos estructurales en su propio plano fue calculada a partir de la sección bruta, es decir se trabajó con secciones no agrietadas. Se tomó como criterio que los muros resistieran las cargas laterales. Para garantizar que los muros se comportaran como secciones rectangulares fueron modelados con dilataciones entre sí, con distancias que varían entre 1 y 2,5 cm.

- **Losa de entrepiso:** Las losas de entrepiso transmiten cargas verticales, es decir, tienen rigidez finita en su propio plano y rigidez nula para efectos a flexión fuera del plano. Para representar esta hipótesis de diseño, la placa se modeló como un elemento tipo Membrana. Con el fin de garantizar la adecuada transmisión de cargas entre la losa y los muros, se emplearon elementos tipo *frame* sin rigidez y masa en las uniones muro-losa (Figura 3).

- **Apoyos:** La estructura se modeló con apoyos rígidos tipo empotramiento en la base de los elementos estructurales.

**Figura 3.***Vista 3D del modelo computacional de la edificación.***Figura 4.***Planta de entrepiso tipo.*

### Modelado de la placa de entrepiso para diseño

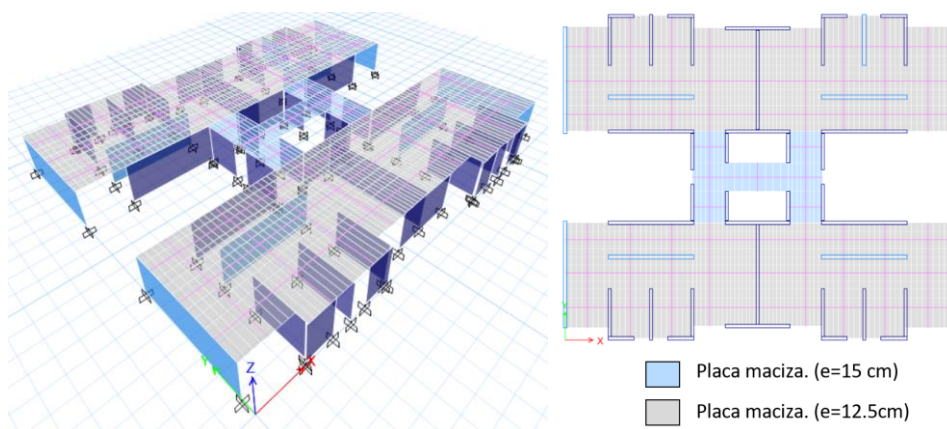
Teniendo en cuenta que una de las hipótesis de diseño es que la losa de entrepiso no aporta rigidez al sistema de resistencia sísmico y su función es la de transmitir cargas verticales, las fuerzas de diseño en la placa fueron obtenidas de un modelo simplificado de la edificación que cuenta con un solo piso (Figura 5). La diferencia de colores para el elemento Shell

mostrado en la vista en planta de la Figura 5 obedece a que hay dos espesores de placa (12.5 cm y 15 cm), tal y como se describe en la sección de diseño (Sección 6.2). La placa se simula con elemento tipo Shell, a la cual se le asignan las cargas sobreimpuestas y viva (Sección 5.3). El peso propio de los elementos es calculado automáticamente por el programa.

Para la revisión del diseño a flexión y verificación de cortante se usan bandas (strips) de un metro de ancho de las cuales se evaluaron los valores de momento y cortante para las combinaciones de diseño.

**Figura 5.**

*Modelo computacional para diseño de la placa maciza.*



### 5.3.Evaluación de cargas

#### 5.3.1.Evaluación de carga peso propio

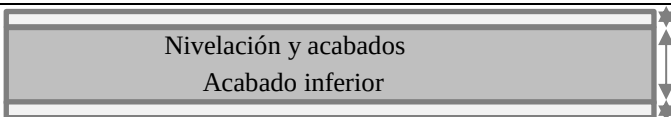
Se considera como peso propio el peso de todos los elementos estructurales que componen la edificación y se obtiene a través del programa ETABS 2016. El peso propio se calculó usando un peso específico del concreto reforzado igual a 24 kN/m<sup>3</sup>.

### 5.3.2. Evaluación de carga sobreimpuesta

Se toma como carga sobreimpuesta las cargas provenientes de elementos que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica, tales como: revestimiento, muros no estructurales (mampostería) y acabados de piso. En las Tabla 3 y Tabla 4 se muestran los avalúos de estas cargas para las zonas con losas de espesores 12.5 cm y 15 cm, respectivamente.

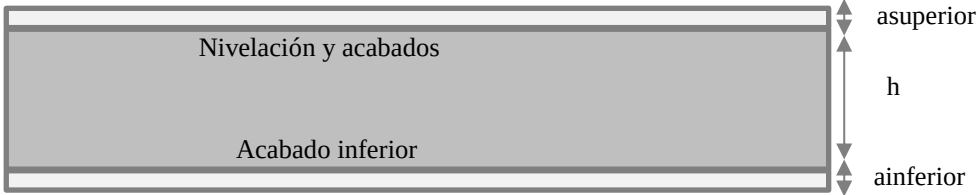
**Tabla 3.**

*Evaluación de cargas, entrepiso ( $e=0.125m$ ).*

| Datos placa entrepiso apartamentos                                                  |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Ítem                                                                                | m                 |
| Espesor de losa en Concreto, $h$                                                    | 0.125             |
| Mortero de Nivelación y acabados, $a_{superior}$                                    | 0.05              |
| Acabado inferior $a_{inferior}$                                                     | 0                 |
|  |                   |
| Evaluación de carga muerta [wd]                                                     |                   |
| Ítem                                                                                | kN/m <sup>2</sup> |
| Peso propio                                                                         | 3.00              |
| Nivelación y acabados de piso                                                       | 1.10              |
| Acabado de piso                                                                     | 0.25              |
| Acabado inferior                                                                    | 0                 |
| Divisiones                                                                          | 1.450             |
| Ítem 2                                                                              | 0                 |
| Instalaciones y Otros                                                               | 0.2               |
| $W_{D+SD=}$                                                                         | 6.00              |
| $W_{SD=}$                                                                           | 3.00              |

**Tabla 4.****Evaluación de cargas, entrepiso ( $e=0.15$  m).**

| Datos placa entrepiso zona común (pasillo)  |      |
|---------------------------------------------|------|
| Ítem                                        | m    |
| Espesor de losa en Concreto, h              | 0.15 |
| Mortero de Nivelación y acabados, asuperior | 0.05 |
| Acabado inferior ainferior                  | 0    |

| Evaluación de carga muerta [wd] |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| Ítem                            | kN/m <sup>2</sup> |
| Peso propio                     | 3.60              |
| Nivelación y acabados de piso   | 1.10              |
| Acabado de piso                 | 0.25              |
| Acabado inferior                | 0                 |
| Divisiones                      | 1.450             |
| Item 2                          | 0                 |
| Instalaciones y Otros           | 0.2               |
| $W_{D+SD}=$                     | 5.40              |
| $W_{SD}=$                       | 3.00              |

**5.3.3. Evaluación de carga viva**

Siguiendo los lineamientos de la sección B.4.2 de NSR-10, la carga viva que fue usada para el diseño de la estructura tiene un valor de 1.8 kN/m<sup>2</sup>, correspondiente a áreas de uso “cuartos privados y corredores” en unidades residenciales.

#### **5.4.Consideración de la resistencia contra el fuego**

Siguiendo la sección K.2.10 de NSR-10, la estructura bajo estudio se encuentra en el grupo de ocupación residencial. El grupo y subgrupo de la edificación, acorde a lo establecido en la tabla K.2-1 de NSR-10, es R y R-2, respectivamente, asignado a edificaciones residenciales de uso Multifamiliar.

Teniendo en cuenta los lineamientos del título J de NSR-10, toda edificación debe clasificarse en una de las categorías de riesgos definidas en la sección J.3.3.1. Con base a las especificaciones allí contenidas y teniendo en cuenta que la estructura es de uso residencial multifamiliar (subgrupo R-2) y cuenta con más de 7 pisos, se clasifica como una estructura de categoría de riesgo I. Los requisitos para esta categoría de riesgo, presentados en la tabla J.3.4-3 de NSR-10, son: (i) columnas, vigas, viguetas, losas y muros portantes de cualquier material deberán tener una resistencia al fuego de 2 horas, (ii) el espesor mínimo para losas y muros de concreto reforzado con agregado de tipo carbonato y/o liviano será de 120 mm (sección J.3.5) y (iii) recubrimiento mínimo para los mismos tipos de agregado de 20 mm. Por lo tanto, para la estructura bajo estudio solo se permite el uso de agregados de tipo carbonato y liviano prohibiéndose el uso de agregado de tipo silíceo, garantizando de esta manera el cumplimiento de los lineamientos estipulados en el título J de NSR-10.

## 5.5. Fuerzas sísmicas de diseño

### 5.5.1. Espectro de diseño

En la Figura 6 se presenta el espectro elástico de aceleración obtenido para la ubicación hipotética de la estructura (Tunja). El espectro corresponde a un amortiguamiento del cinco por ciento (5%) del amortiguamiento crítico y fue calculado siguiendo la sección A.2.6 de NSR-10 y los parámetros de la Tabla 5.

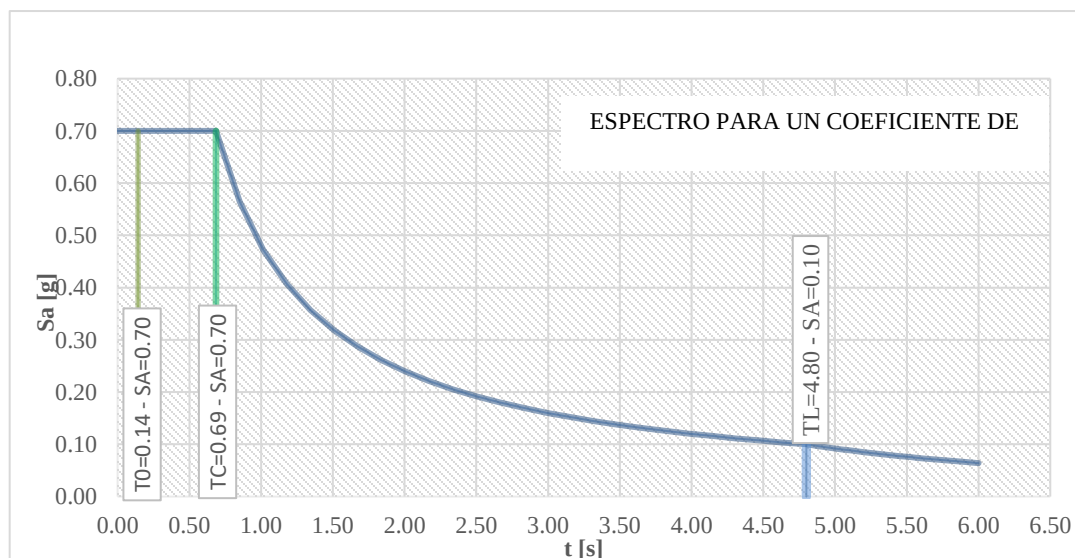
**Tabla 5.**

*Parámetros del espectro.*

| Grupo de uso    | I    |
|-----------------|------|
| I               | 1.00 |
| Aa              | 0.20 |
| Av              | 0.20 |
| Perfil de suelo | D    |
| Fa              | 1.40 |
| Fv              | 2.00 |

**Figura 6.**

*Espectro de diseño.*





### 5.5.2. Análisis modal espectral

Las fuerzas sísmicas se calculan mediante el método del análisis dinámico descrito en el capítulo A.5 de NSR-10. Teniendo en cuenta lo descrito en A.5.4.2, en el análisis modal se incluyeron todos los modos de vibración que contribuyen de manera significativa en la respuesta dinámica de la estructura. Para el análisis se tuvieron en cuenta 45 modos de vibración alcanzando el noventa y nueve por ciento (99%) de participación de masa modal traslacional y rotacional. En la Tabla 6 se muestran los tres primeros modos de vibración y su participación de masa modal (PMM) acumulados en las direcciones X, Y y Z. En la Figura 7, Figura 8 y Figura 9 se muestran las formas modales de los tres primeros modos de vibración de los cuales el primero corresponde al modo traslacional en dirección X, el segundo el modo traslacional en Y y el tercero corresponde al modo rotacional. En el Apéndice A, se muestran todos los porcentajes de participación de los 45 modos usados en el análisis de la edificación. La respuesta de los diferentes modos de vibración se combinó mediante la regla cuadrática completa (CQC) ya que los modos no están ampliamente separados.

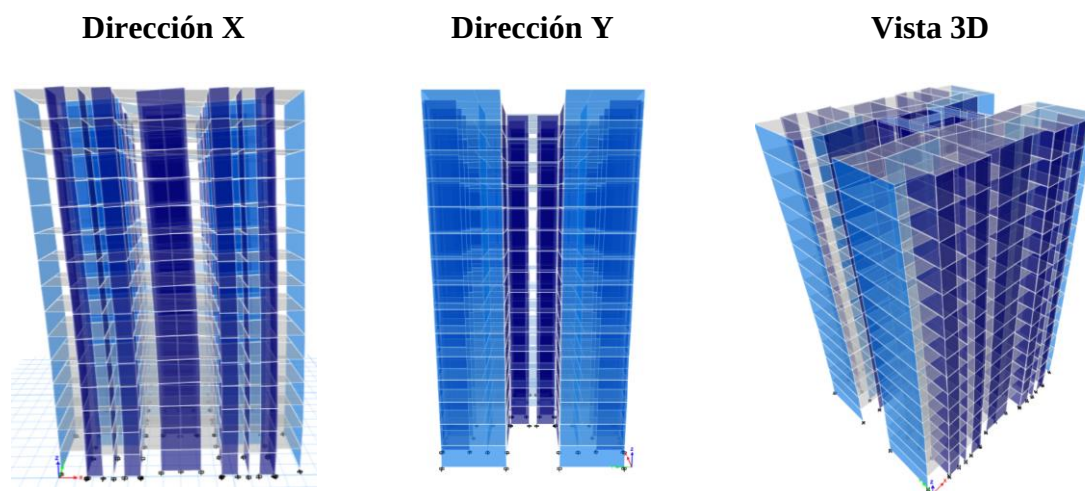
**Tabla 6.**

*Porcentajes de participación de los primeros 20 modos de vibración.*

| <b>Piso</b> | <b>Periodo</b> | <b>PPMX</b> | <b>PPMY</b> | <b>PPMRz</b> |
|-------------|----------------|-------------|-------------|--------------|
|             | <b>s</b>       | <b>%</b>    | <b>%</b>    | <b>%</b>     |
| Modo 1      | 1.254          | 63.69       | 0           | 0            |
| Modo 2      | 1.059          | 63.69       | 63.83       | 0            |
| Modo 3      | 0.949          | 63.69       | 63.83       | 63.93        |

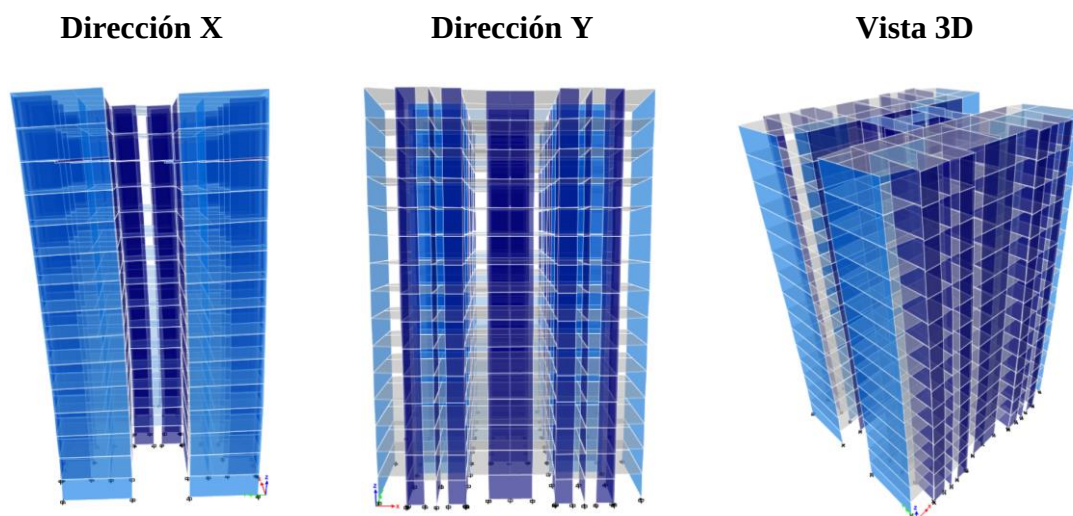
**Figura 7.**

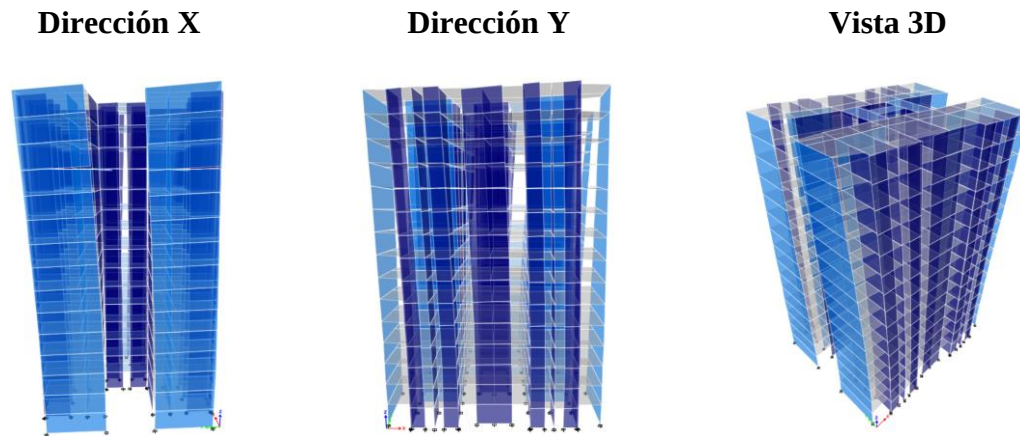
*Formas modales del primer modo de vibración.*



**Figura 8.**

*Formas modales del segundo modo de vibración.*



**Figura 9.***Formas modal del tercer modo de vibración.*

### **5.5.3. Cortante sísmico en la base**

En esta sección se presentan los resultados de los cálculos realizados para determinar el cortante sísmico en la base de las estructuras bajo estudio, mediante el método de la fuerza horizontal equivalente (capítulo A.4 de NSR-10).

#### - Periodo fundamental aproximado de la estructura.

El cálculo del periodo fundamental aproximado  $T_a$  sigue lo especificado en la sección A.4.2.2 de NSR-10. Los parámetros  $C_t$  y  $\alpha$ , fueron seleccionados teniendo en cuenta el sistema estructural de resistencia sísmica de la edificación bajo estudio (muros de concreto). La Tabla 7 muestra los parámetros seleccionados y los valores calculados. El periodo fundamental aproximado es  $T_a=1.28$  s. Note que este es más largo que el periodo fundamental obtenido del modelo computacional,  $T=1.254$  s.

**Tabla 7.**  
**Parámetros y cálculo del periodo aproximado  $T_a$ .**

| <b>Datos de la estructura</b>         |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Altura, h                             | 37.5 m        |
| Masa, m                               | 6887943.78 Kg |
| Peso, W                               | 67547.9983 kN |
| Regular                               | Si            |
| <b>Periodo fundamental aproximado</b> |               |
| $C_t$                                 | 0.049         |
| $\alpha$                              | 0.90          |
| $T_a$                                 | 1.28 s        |
| $C_u$                                 | 1.27          |
| $C_u T_a$                             | 1.62 s        |

#### **5.5.4. Cortante sísmico en la base**

El cortante sísmico en la base, obtenido por el método de la fuerza horizontal equivalente,  $V_s$ , debe cumplir con lo establecido en la sección A.4.3.1 de NSR-10.

Teniendo en cuenta el requisito de la sección A.5.4.5 de NSR-10 para estructuras regulares, el cortante dinámico total en la base,  $V_t$ , obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, no puede ser menor que el ochenta por ciento (80%) del cortante sísmico en la base,  $V_s$ , calculado por el método de la fuerza horizontal equivalente. El valor del cortante sísmico  $V_t$  fue ajustado para dar cumplimiento a lo anteriormente mencionado. Los valores obtenidos y el factor de ajuste (F.A) se muestran en la Tabla 8

**Tabla 8.***Cortante sísmico en la base ajustado por fuerza horizontal equivalente.*

| <b>Análisis fuerza horizontal equivalente</b> |             |                    |             |
|-----------------------------------------------|-------------|--------------------|-------------|
| <b>Dirección x</b>                            |             | <b>Dirección y</b> |             |
| S <sub>a</sub>                                | 0.383 s     | S <sub>a</sub>     | 0.453 s     |
| V <sub>s</sub>                                | 25855.69 kN | V <sub>s</sub>     | 30616.66 kN |
| <b>Análisis modal espectral</b>               |             |                    |             |
| <b>Dirección x</b>                            |             | <b>Dirección y</b> |             |
| T <sub>x</sub>                                | 1.254s      | T <sub>y</sub>     | 1.059 s     |
| %Masa                                         | 63.69%      | %Masa              | 63.83%      |
| V <sub>tx</sub>                               | 19458.15    | V <sub>ty</sub>    | 22084.15    |
| <b>Ajuste análisis modal espectral</b>        |             |                    |             |
| F.A.                                          | 1.06        | F.A.               | 1.11        |
| (F.A.) ( 9.81)                                | 10.43       | (F.A.) ( 9.81)     | 10.88       |

**5.5.5.Verificación de los efectos P-delta**

Los efectos P-Delta deben tenerse en cuenta cuando el índice de estabilidad Q<sub>i</sub> es mayor que 0.10, calculado mediante la ecuación (sección A.6.2.3 de NSR-10):

$$Q_i = \frac{P_i \cdot \Delta_{cm}}{V_i \cdot h_{pi}}$$

Donde, P<sub>i</sub> es la suma de carga vertical total, incluyendo muerta y viva que existe en el piso i y todos los pisos localizados por encima y Δ<sub>cm</sub> es la deriva del piso i, en la dirección bajo estudio, j, medida en el centro de masa del piso, como la diferencia entre el desplazamiento horizontal del piso i menos el del piso i-1 en la misma dirección j.

En la Tabla 9 y Tabla 10 se presentan los cálculos realizados para la estructura bajo estudio.

**Tabla 9.****Verificación de los efectos PDelta en dirección X.**

| Sismo dirección X |                |                  |              |          |               |         |          |          |                    |
|-------------------|----------------|------------------|--------------|----------|---------------|---------|----------|----------|--------------------|
| Niveles           | P.Propio<br>kN | S.Impuesta<br>kN | C.viva<br>kN | Pi<br>kN | Piacum.<br>kN | Derivas | Vx<br>kN | $\theta$ | Requiere<br>Pdelta |
| 15                | 2251           | 1170.6           | 702.38       | 4124     | 4124          | 0.0094  | 3264.8   | 0.0118   | No                 |
| 14                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 9329.6        | 0.0094  | 6351     | 0.0137   | No                 |
| 13                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 14535         | 0.0093  | 8616.1   | 0.0157   | No                 |
| 12                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 19741         | 0.0092  | 10344    | 0.0176   | No                 |
| 11                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 24946         | 0.009   | 11735    | 0.0192   | No                 |
| 10                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 30152         | 0.0087  | 12941    | 0.0204   | No                 |
| 9                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 35357         | 0.0084  | 14068    | 0.021    | No                 |
| 8                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 40563         | 0.0079  | 15176    | 0.0211   | No                 |
| 7                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 45768         | 0.0073  | 16282    | 0.0205   | No                 |
| 6                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 50974         | 0.0066  | 17366    | 0.0193   | No                 |
| 5                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 56180         | 0.0057  | 18383    | 0.0175   | No                 |
| 4                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 61385         | 0.0047  | 19276    | 0.0151   | No                 |
| 3                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 66591         | 0.0036  | 19986    | 0.012    | No                 |
| 2                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 71796         | 0.0023  | 20468    | 0.0081   | No                 |
| 1                 | 4414.1         | 1170.6           | 702.38       | 6287.1   | 78083         | 0.0009  | 20695    | 0.0033   | No                 |

Tabla 10.

*Verificación de los efectos PDelta en dirección Y.*

| Sismo dirección Y |                |                  |              |          |               |         |          |          |                    |
|-------------------|----------------|------------------|--------------|----------|---------------|---------|----------|----------|--------------------|
| Niveles           | P.Propio<br>kN | S.Impuesta<br>kN | C.viva<br>kN | Pi<br>kN | Piacum.<br>kN | Derivas | Vy<br>kN | $\theta$ | Requiere<br>Pdelta |
| 15                | 2251           | 1170.6           | 702.38       | 4124     | 4124          | 0.0085  | 3264.8   | 0.0108   | No                 |
| 14                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 9329.6        | 0.0085  | 6351     | 0.0125   | No                 |
| 13                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 14535         | 0.0085  | 8616.1   | 0.0144   | No                 |
| 12                | 3332.547       | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 19741         | 0.0084  | 10344    | 0.0161   | No                 |
| 11                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 24946         | 0.0083  | 11735    | 0.0175   | No                 |
| 10                | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 30152         | 0.008   | 12941    | 0.0187   | No                 |
| 9                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 35357         | 0.0077  | 14068    | 0.0193   | No                 |
| 8                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 40563         | 0.0072  | 15176    | 0.0194   | No                 |
| 7                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 45768         | 0.0067  | 16282    | 0.0188   | No                 |
| 6                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 50974         | 0.006   | 17366    | 0.0177   | No                 |
| 5                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 56180         | 0.0053  | 18383    | 0.0161   | No                 |
| 4                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 61385         | 0.0044  | 19276    | 0.0139   | No                 |
| 3                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 66591         | 0.0033  | 19986    | 0.0111   | No                 |
| 2                 | 3332.5         | 1170.6           | 702.38       | 5205.6   | 71796         | 0.0022  | 20468    | 0.0076   | No                 |
| 1                 | 4414.1         | 1170.6           | 702.38       | 6287.1   | 78083         | 0.0008  | 20695    | 0.0031   | No                 |

### 5.5.6. Clasificación del diafragma

Teniendo en cuenta lo descrito en la sección A.3.6.7.2 de NSR-10, un diafragma se puede considerar flexible cuando la máxima deflexión horizontal dentro del diafragma, al verse sometido a las fuerzas sísmicas,  $F_s$ , es más de dos veces el promedio de sus deflexiones horizontales.

En la Tabla 11 y la Figura 10 se muestran los puntos donde se evaluaron las deflexiones horizontales del diafragma de la edificación. Los resultados de la evaluación del tipo de

diafragma se presentan en la Tabla 12 y Tabla 13. Se concluye que el diafragma puede tomarse como rígido, es decir actúa como una unidad y sus propiedades de masa y de rigidez se pueden concentrar en el centro de masa y de rigidez respectivamente.

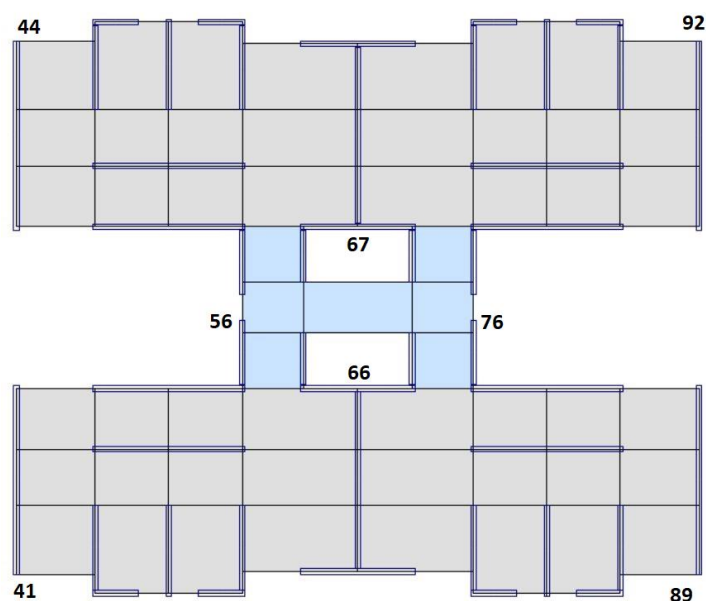
**Tabla 11.**

*Referenciación de nodos usados en la clasificación del diafragma.*

|   |                            |    |   |                                 |    |
|---|----------------------------|----|---|---------------------------------|----|
| A | Esquina inferior izquierda | 41 | 1 | Punto medio diafragma izquierda | 56 |
| B | Esquina inferior derecha   | 89 | 2 | Punto medio diafragma derecha   | 76 |
| C | Esquina superior izquierda | 44 | 3 | Punto medio diafragma inferior  | 66 |
| D | Esquina Superior derecha   | 92 | 4 | Punto medio diafragma superior  | 67 |

**Figura 10.**

*Puntos de referencia clasificación del diafragma.*





**Tabla 12.***Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección X.*

| Nivel | A        | B       | C       | D       | 1       | 2       | (A+C)/2  | (B+D)/2  | Verif. | Verif. |
|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|
|       | Derivas  | derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | Extremos | Extremos | kN     | kN     |
| 15    | 0.008413 | 0.00841 | 0.00841 | 0.00841 | 0.0084  | 0.0084  | 0.008413 | 0.0084   | Rígido | Rígido |
| 14    | 0.008412 | 0.00841 | 0.00841 | 0.00841 | 0.0084  | 0.0084  | 0.008412 | 0.0084   | Rígido | Rígido |
| 13    | 0.008371 | 0.00837 | 0.00837 | 0.00837 | 0.0083  | 0.0083  | 0.008371 | 0.0084   | Rígido | Rígido |
| 12    | 0.008274 | 0.00827 | 0.00827 | 0.00827 | 0.0082  | 0.0082  | 0.008274 | 0.0083   | Rígido | Rígido |
| 11    | 0.008108 | 0.00811 | 0.00811 | 0.00811 | 0.0081  | 0.0081  | 0.008108 | 0.0081   | Rígido | Rígido |
| 10    | 0.007861 | 0.00786 | 0.00786 | 0.00786 | 0.0078  | 0.0078  | 0.007861 | 0.0079   | Rígido | Rígido |
| 9     | 0.007525 | 0.00753 | 0.00753 | 0.00753 | 0.0075  | 0.0075  | 0.007525 | 0.0075   | Rígido | Rígido |
| 8     | 0.007092 | 0.00709 | 0.00709 | 0.00709 | 0.0071  | 0.0071  | 0.007092 | 0.0071   | Rígido | Rígido |
| 7     | 0.006554 | 0.00655 | 0.00655 | 0.00655 | 0.0065  | 0.0065  | 0.006554 | 0.0066   | Rígido | Rígido |
| 6     | 0.005905 | 0.00591 | 0.00591 | 0.00591 | 0.0059  | 0.0059  | 0.005905 | 0.0059   | Rígido | Rígido |
| 5     | 0.005139 | 0.00514 | 0.00514 | 0.00514 | 0.0051  | 0.0051  | 0.005139 | 0.0051   | Rígido | Rígido |
| 4     | 0.004251 | 0.00425 | 0.00425 | 0.00425 | 0.0042  | 0.0042  | 0.004251 | 0.0043   | Rígido | Rígido |
| 3     | 0.003238 | 0.00324 | 0.00324 | 0.00324 | 0.0032  | 0.0032  | 0.003238 | 0.0032   | Rígido | Rígido |
| 2     | 0.002093 | 0.00209 | 0.00209 | 0.00209 | 0.0021  | 0.0021  | 0.002093 | 0.0021   | Rígido | Rígido |
| 1     | 0.000782 | 0.00078 | 0.00078 | 0.00078 | 0.0008  | 0.0008  | 0.000782 | 0.0008   | Rígido | Rígido |

Tabla 13.

*Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección Y.*

| Nivel | A        | B       | C       | D       | 3       | 4       | (A+B)/2  | (C+D)/2  | Verif. | Verif. |
|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|
|       | Derivas  | derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | Extremos | Extremos | kN     | kN     |
| 15    | 0.007031 | 0.00703 | 0.00703 | 0.00703 | 0.0071  | 0.0071  | 0.007031 | 0.007    | Rígido | Rígido |
| 14    | 0.007035 | 0.00704 | 0.00704 | 0.00704 | 0.0071  | 0.0071  | 0.007035 | 0.007    | Rígido | Rígido |
| 13    | 0.007007 | 0.00701 | 0.00701 | 0.00701 | 0.007   | 0.007   | 0.007007 | 0.007    | Rígido | Rígido |
| 12    | 0.006933 | 0.00693 | 0.00693 | 0.00693 | 0.007   | 0.007   | 0.006933 | 0.0069   | Rígido | Rígido |
| 11    | 0.006801 | 0.0068  | 0.0068  | 0.0068  | 0.0068  | 0.0068  | 0.006801 | 0.0068   | Rígido | Rígido |
| 10    | 0.006602 | 0.0066  | 0.0066  | 0.0066  | 0.0066  | 0.0066  | 0.006602 | 0.0066   | Rígido | Rígido |
| 9     | 0.006326 | 0.00633 | 0.00633 | 0.00633 | 0.0064  | 0.0064  | 0.006326 | 0.0063   | Rígido | Rígido |
| 8     | 0.005966 | 0.00597 | 0.00597 | 0.00597 | 0.006   | 0.006   | 0.005966 | 0.006    | Rígido | Rígido |
| 7     | 0.005517 | 0.00552 | 0.00552 | 0.00552 | 0.0055  | 0.0055  | 0.005517 | 0.0055   | Rígido | Rígido |
| 6     | 0.004974 | 0.00497 | 0.00497 | 0.00497 | 0.005   | 0.005   | 0.004974 | 0.005    | Rígido | Rígido |
| 5     | 0.004331 | 0.00433 | 0.00433 | 0.00433 | 0.0044  | 0.0044  | 0.004331 | 0.0043   | Rígido | Rígido |
| 4     | 0.003586 | 0.00359 | 0.00359 | 0.00359 | 0.0036  | 0.0036  | 0.003586 | 0.0036   | Rígido | Rígido |
| 3     | 0.002733 | 0.00273 | 0.00273 | 0.00273 | 0.0028  | 0.0028  | 0.002733 | 0.0027   | Rígido | Rígido |
| 2     | 0.001775 | 0.00178 | 0.00178 | 0.00178 | 0.0018  | 0.0018  | 0.001775 | 0.0018   | Rígido | Rígido |
| 1     | 0.000706 | 0.00071 | 0.00071 | 0.00071 | 0.0007  | 0.0007  | 0.000706 | 0.0007   | Rígido | Rígido |

## 5.6. Análisis de irregularidades

### Análisis de irregularidades en planta y en altura

Este análisis se realizó cumpliendo lo establecido en la tabla A.3-6 de NSR-10. La Tabla 14 y Tabla 15 de cada tipo de irregularidad en planta y altura, respectivamente. Los cálculos detallados se encuentran en el Apéndice B.

**Tabla 14.*****Resultados del análisis de irregularidades en planta.***

| <b>Tipo</b>             | <b>Descripción</b>                     | <b>Clasificación</b> | <b><math>\phi_p</math></b> |
|-------------------------|----------------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 1aP                     | Irregularidad torsional                | Regular              | 1.00                       |
| 1bP                     | Irregularidad torsional extrema        | Regular              | 1.00                       |
| 2P                      | Retrocesos en las esquinas             | Regular              | 1.00                       |
| 3P                      | Irregularidad en el diafragma          | Regular              | 1.00                       |
| 4P                      | Desplazamiento de los planos de acción | No Aplica            | 1.00                       |
| 5P                      | Sistemas no paralelos                  | No Aplica            | 1.00                       |
| Irregularidad en Planta |                                        | $\phi_p$ :           | 1.00                       |

**Tabla 15.*****Resultados del análisis de irregularidades en altura.***

| <b>Tipo</b>             | <b>Descripción</b>                                  | <b>Clasificación</b> | <b><math>\phi_a</math></b> |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 1aA                     | Piso Flexible (Irregularidad en rigidez)            | Regular              | 1.00                       |
| 1bA                     | Piso Flexible (Irregularidad extrema en rigidez)    | Regular              | 1.00                       |
| 2A                      | Distribución de masa                                | Regular              | 1.00                       |
| 3A                      | Geometría                                           | Regular              | 1.00                       |
| 4A                      | Desplazamiento de los planos de acción              | No Aplica            | 1.00                       |
| 5aA                     | Piso débil-Discontinuidad en la resistencia         | Regular              | 1.00                       |
| 5bA                     | Piso débil-Discontinuidad extrema en la resistencia | Regular              | 1.00                       |
| Irregularidad en altura |                                                     | $\phi_a$ :           | 1.00                       |

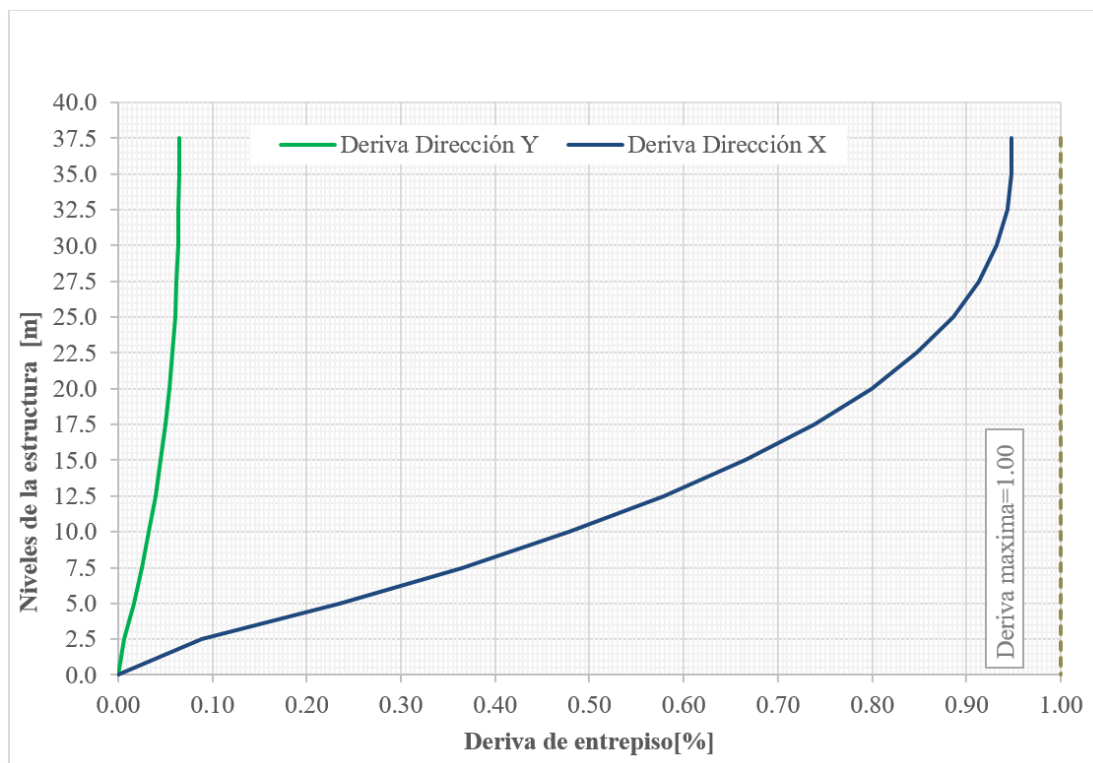
## 5.7.Verificación de derivas

Se entiende por deriva el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación. La norma establece en el capítulo A.6.4 que la deriva máxima para cualquier piso no puede exceder el uno por ciento (1.0%) de la altura de entrepiso. En la Figura 11 y Figura 12 se muestra la gráfica representativa de las derivas de entrepiso para la edificación bajo estudio. De estas se

concluye que la edificación satisface el requisito de la norma. En el Apéndice C se presentan las tablas de los valores obtenidos.

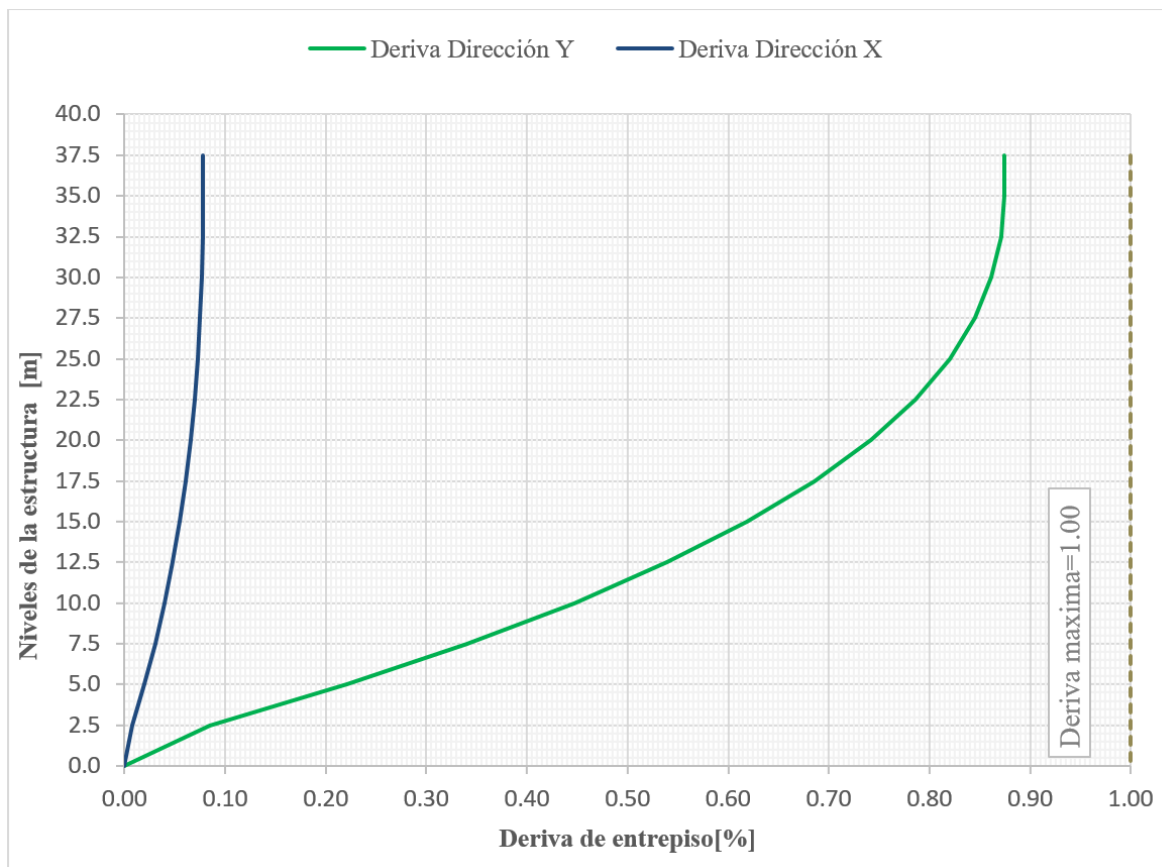
**Figura 11.**

*Deriva de entrepiso para análisis con sismo en dirección X.*



**Figura 12.**

*Deriva de entrepiso para análisis con sismo en dirección Y.*



## 6.Etapa 2: Diseño elástico lineal

En este capítulo se describen los pasos principales del diseño de la edificación, teniendo en los requisitos para cada tipo de disipación de energía objetivo.

### 6.1.Coeficiente de disipación de energía $R_o$

Los coeficientes de capacidad de disipación de energía usados para el diseño de las edificaciones dependen de: los sistemas de resistencia para cargas verticales y laterales y de la capacidad de disipación de energía. Estos se resumen en la tabla A.3-1 de NSR-10.

En la Tabla 16 se muestran los valores del coeficiente  $R_o$  tomados para los diseños elásticos lineales de la edificación bajo estudio. Estos se seleccionaron teniendo en cuenta los sistemas de resistencia para cargas laterales y verticales (muros de concreto reforzado) y la zona de amenaza sísmica (intermedia), donde se permite el uso de capacidades de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES).

**Tabla 16.**

*Coeficiente de disipación de energía y de sobre resistencia*

| <b>Sistema de resistencia Sísmica y de cargas Verticales</b> |       |            |
|--------------------------------------------------------------|-------|------------|
| Muros de concreto                                            |       |            |
| Capacidad de Disipación de Energía                           | $R_o$ | $\Omega_o$ |
| Moderada (DMO)                                               | 4.0   | 2.5        |
| Especial (DES)                                               | 5.0   | 2.5        |

## **6.2. Combinaciones de diseño**

En la Tabla 17 y Tabla 18 se muestran los factores de cargas usados en las diferentes combinaciones para la estructura DMO y DES, respectivamente. Las combinaciones cumplen con lo dispuesto en la sección A.3.6 de NSR-10, teniendo en cuenta los efectos ortogonales en las combinaciones de diseño de la sección B.2.4.2 de NSR-10.

## **6.3. Combinaciones de servicio**

En la Tabla 19 y Tabla 20 se muestran los factores de cargas usados en las diferentes combinaciones de servicio para la estructura DMO y DES, respectivamente. Las combinaciones cumplen con lo dispuesto en la sección A.3.6 de NSR-10, teniendo en cuenta los efectos ortogonales en las combinaciones de diseño de la sección B.2.3.1 de NSR-10.

**Tabla 17.*****Combinaciones de resistencia ultima, estructuras DMO.***

| Combinaciones |          | Cargas |     |     |    |   |    |   |        |        |
|---------------|----------|--------|-----|-----|----|---|----|---|--------|--------|
|               |          | D      | SD  | L   | Lr | G | Le | W | Ex     | Ey     |
| B.2.4-1       | I        | 1.4    | 1.4 |     |    |   |    |   |        |        |
|               | II. (a)  | 1.2    | 1.2 | 1.6 |    |   |    |   |        |        |
| B.2.4-2       | II. (b)  | 1.2    | 1.2 | 1.6 |    |   |    |   |        |        |
|               | II. (c)  | 1.2    | 1.2 | 1.6 |    |   |    |   |        |        |
|               | III. (a) | 1.2    | 1.2 | 1   |    |   |    |   |        |        |
|               | III. (b) | 1.2    | 1.2 |     |    |   |    |   |        |        |
|               | III. (c) | 1.2    | 1.2 | 1   |    |   |    |   |        |        |
| B.2.4-3       | III. (d) | 1.2    | 1.2 |     |    |   |    |   |        |        |
|               | III. (e) | 1.2    | 1.2 | 1   |    |   |    |   |        |        |
|               | III. (f) | 1.2    | 1.2 |     |    |   |    |   |        |        |
|               | IV. (a)  | 1.2    | 1.2 | 1   |    |   |    |   |        |        |
| B.2.4-4       | IV. (b)  | 1.2    | 1.2 | 1   |    |   |    |   |        |        |
|               | IV. (c)  | 1.2    | 1.2 | 1   |    |   |    |   |        |        |
|               | V. (a)   | 1.2    | 1.2 | 1   |    |   |    |   | 0.25   | 0.0750 |
| B.2.4-5       | V. (b)   | 1.2    | 1.2 | 1   |    |   |    |   | 0.0750 | 0.2500 |
| B.2.4-6       | VI       | 0.9    | 0.9 |     |    |   |    |   |        |        |
|               | VII. (a) | 0.9    | 0.9 |     |    |   |    |   | 0.2500 | 0.0750 |
| B.2.4-7       | VII. (b) | 0.9    | 0.9 |     |    |   |    |   | 0.0750 | 0.2500 |



Tabla 18.

*Combinaciones de resistencia ultima, estructuras DES.*

| Combinaciones |                 | Cargas |      |      |    |   |    |   |      |      |
|---------------|-----------------|--------|------|------|----|---|----|---|------|------|
|               |                 | D      | SD   | L    | Lr | G | Le | W | Ex   | Ey   |
| B.2.4-1       | I               | 1.40   | 1.40 |      |    |   |    |   |      |      |
|               | II. (a)         | 1.20   | 1.20 | 1.60 |    |   |    |   |      |      |
| B.2.4-2       | II. (b)         | 1.20   | 1.20 | 1.60 |    |   |    |   |      |      |
|               | II. (c)         | 1.20   | 1.20 | 1.60 |    |   |    |   |      |      |
|               | III. (a)        | 1.20   | 1.20 | 1.00 |    |   |    |   |      |      |
|               | III. (b)        | 1.20   | 1.20 |      |    |   |    |   |      |      |
| B.2.4-3       | III. (c)        | 1.20   | 1.20 | 1.00 |    |   |    |   |      |      |
|               | III. (d)        | 1.20   | 1.20 |      |    |   |    |   |      |      |
|               | III. (e)        | 1.20   | 1.20 | 1.00 |    |   |    |   |      |      |
|               | III. (f)        | 1.20   | 1.20 |      |    |   |    |   |      |      |
|               | IV. (a)         | 1.20   | 1.20 | 1.00 |    |   |    |   |      |      |
|               | B.2.4-4 IV. (b) | 1.20   | 1.20 | 1.00 |    |   |    |   |      |      |
|               | IV. (c)         | 1.20   | 1.20 | 1.00 |    |   |    |   |      |      |
| B.2.4-5       | V. (a)          | 1.20   | 1.20 | 1.00 |    |   |    |   | 0.20 | 0.06 |
|               | V. (b)          | 1.20   | 1.20 | 1.00 |    |   |    |   | 0.06 | 0.20 |
| B.2.4-6       | VI              | 0.90   | 0.90 |      |    |   |    |   |      |      |
| B.2.4-7       | VII. (a)        | 0.90   | 0.90 |      |    |   |    |   | 0.20 | 0.06 |
|               | VII. (b)        | 0.90   | 0.90 |      |    |   |    |   | 0.06 | 0.20 |

**Tabla 19.**

**Combinaciones estado límite de servicio estructura DMO.**

[illegible]

**Tabla 20.**

**Combinaciones estado límite de servicio estructura DES.**

[illegible]

## 6.2. Diseño de losa de entrepiso

En esta sección se presenta el resumen de los parámetros y cálculos realizados para el diseño de las losas de entrepiso. En el Apéndice D se muestra el procedimiento completo del análisis.

### 6.2.1. Materiales

|                                                 |         |
|-------------------------------------------------|---------|
| Resistencia a la compresión del concreto usado: | 28 MPa  |
| Resistencia a la fluencia del acero usado:      | 420 MPa |

### 6.2.2. Recubrimiento

El recubrimiento usado para el diseño de las placas macizas de la estructura bajo estudio es igual a 25 mm, garantizando el cumplimiento de la sección C.7.7.1 de NSR-10.

### 6.2.3. Combinaciones de diseño

La losa de entrepiso se diseña como un elemento estructural de transmisión de cargas verticales. Las combinaciones de diseño que fueron utilizadas son:

**Combinación 1:** 1.4 Carga Peso propio +1.4 Carga Sobreimpuesta.

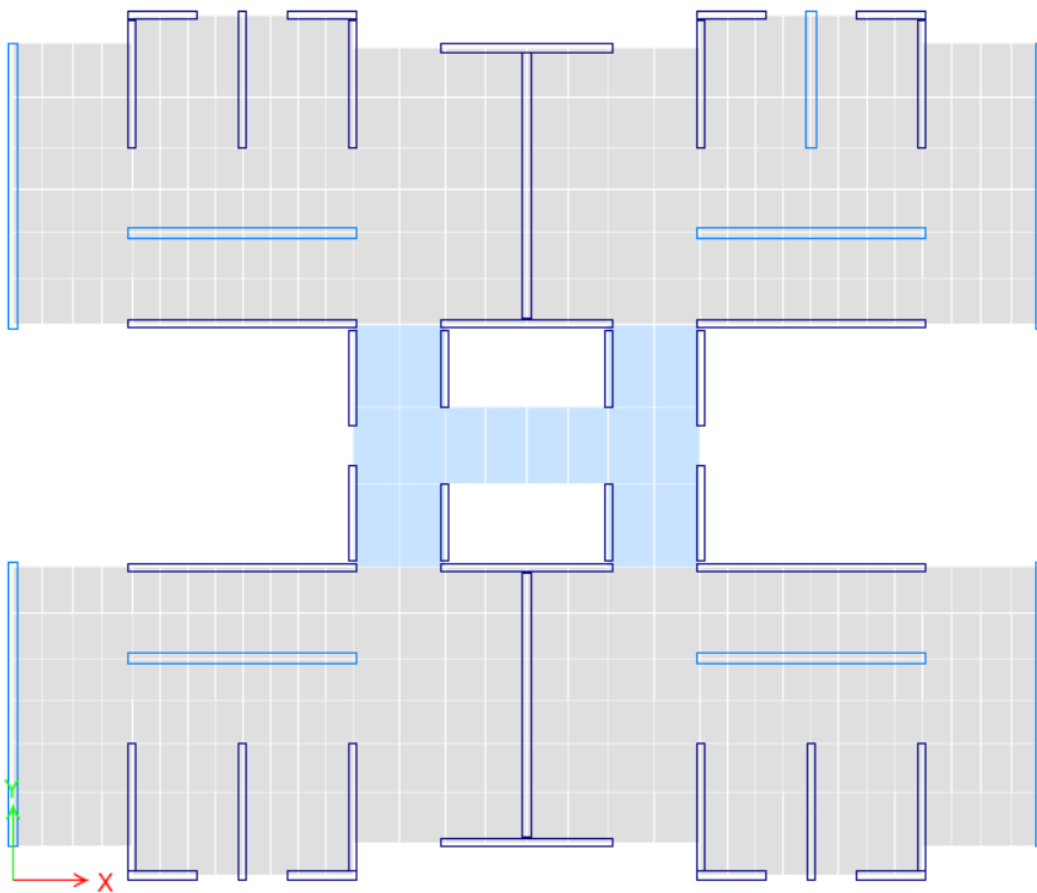
**Combinación 2:** 1.2 Carga Peso propio +1.2 Carga Sobreimpuesta+1.6 Carga Viva.

#### 6.2.4. Verificación de deflexiones y definición de espesores

Las placas que componen la edificación bajo estudio tienen un espesor de 0.125 m en la zona de apartamentos y 0.15m en las zonas comunes (pasillos). En la Figura 13, se muestran las zonas de apartamentos en color gris y las zonas comunes en azul.

**Figura 13.**

*Identificación de espesores de placa de la edificación bajo estudio.*



### 6.2.5. Diseño a flexión

#### Refuerzo mínimo por retracción.

Teniendo en cuenta lo descrito en C.7 de NSR-10, la cuantía mínima de refuerzo,  $\rho_{\text{Retracción}}$ , es de 0.0018. Tomando un ancho aferente de diseño de un metro se calcula el área mínima de refuerzo mediante la ecuación  $A_{s_{\text{Retracción}}} = \rho_{\text{Retracción}} b h$ , donde  $b$  es el ancho aferente y  $h$  la altura total de la placa. El área mínima de refuerzo para las alturas de placa de 0.125m y 0.15m es de 2.25 cm<sup>2</sup>/m y 2.70 cm<sup>2</sup>/m, respectivamente.

Una vez calculada el área mínima de refuerzo se busca una distribución que satisfaga las áreas encontradas. En la Tabla 21 se encuentra la configuración seleccionada para el refuerzo de la placa.

**Tabla 21.**

*Distribución y área de refuerzo suministrado a las placas de entrepiso.*

| Espesores<br>m | Diámetro de la Varilla<br>$\phi$             | Separación<br>m | As <sub>min</sub> Suministrado<br>cm <sup>2</sup> /m |
|----------------|----------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|
| 0.125          | 7mm                                          | 0.15            | 2.57                                                 |
| 0.125          | 1 $\phi$ 7.00 mm C/.15 + 1 $\phi$ 3/8" C/.15 | 0.15            | 4.94                                                 |
| 0.150          | 7.5mm                                        | 0.15            | 2.95                                                 |

#### Refuerzo por solicitaciones a flexión.

Para el diseño por flexión de la placa de entrepiso se calcularon los momentos máximos resistentes para las distribuciones de refuerzo indicadas en la Tabla 21. Estos se compararon con las solicitaciones de momentos obtenidas de las combinaciones de diseño (Apéndice D). En los casos donde el refuerzo base (Tabla 21) no superaba la demanda de momento, se

suministró refuerzo adicional hasta satisfacer dichas condiciones. En la Tabla 22 se listan los momentos resistentes y de diseño usados en el diseño de las losas.

**Tabla 22.**

*Momentos de diseño y momentos resistentes placas de entrepiso.*

| Espesor<br>m | Refuerzo Suministrado                      | Momento Resistente<br>kN-m/m | Momento de diseño<br>kN-m/m |
|--------------|--------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 0.125        | 1 $\phi$ 7.00 mm C/.15                     | 9.48                         | 7.40                        |
| 0.125        | 1 $\phi$ 7.00 mm C/.15+1 $\phi$ 3/8" C/.15 | 18.30                        | 14.5                        |
| 0.15         | 1 $\phi$ 7.50 mm C/.15                     | 13.63                        | 8.50                        |

#### **6.2.6.Diseño a cortante**

Para el diseño a cortante de la losa de entrepiso se dio cumplimiento a las especificaciones dadas en C.11.2 de NSR-10. Se revisó que las solicitaciones por cortante no superaran la resistencia nominal a cortante del concreto,  $\phi V_c = \phi 0.17\lambda\sqrt{f'_c} b d$ . En esta expresión,  $b$  es el ancho aferente y  $d$  es la distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. Para las alturas de placa de 0.125m y 0.15m,  $\phi V_c$  es igual a 67.47 kN/m y 84.33 kN/m, respectivamente, mientras que las fuerzas cortantes obtenidas del análisis son de 19.6 kN/m y 15.13 kN/m (Apéndice D), respectivamente. Por lo tanto, se garantiza que las placas de entrepiso no requieren refuerzo para resistir cortante.

### ***6.2.1. Diseño de los elementos colectores***

En esta sección se presenta el resumen de los parámetros y cálculos realizados para el diseño de los elementos colectores de las losas de entrepiso. En el Apéndice D se muestra el procedimiento completo del análisis.

Los elementos colectores fueron diseñados como elementos de transferencia de carga desde el diafragma hacia los muros de la edificación, sometidos a solicitaciones de tensión y compresión. El diseño se realizó teniendo en cuenta lo descrito en la sección A.3.3.9 de NSR-10, donde se establece que las conexiones entre elementos deben ser calculados para fuerzas sísmicas de diseño obtenidas a partir de la expresión  $E = \frac{\Omega_o F_s}{R} \pm 0.5 A_a F_a D$ , donde  $F_s$  corresponde a las fuerzas sísmicas obtenidas del análisis,  $R$  es el coeficiente de capacidad de disipación de energía correspondiente al sistema estructural de resistencia sísmica y  $D$  corresponde a la carga muerta que actúa sobre el elemento.

El cálculo de la fuerza sísmica  $F_s$ , se realizó a través del método fuerza horizontal equivalente y fue asignada como carga lineal al diagrama como se muestra en la Figura 14.

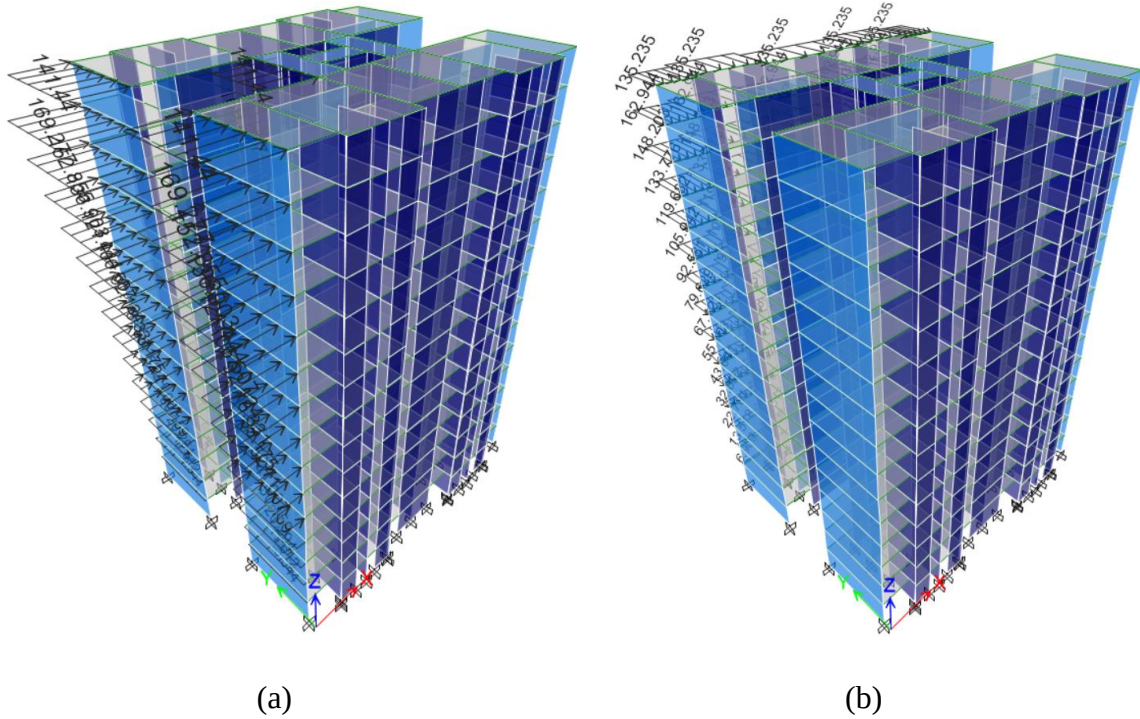
Como criterio se asumieron elementos colectores con sección transversal de .30x0.125, garantizando que el esfuerzo en los elementos no superan el límite establecido en la sección C.21 de NSR-10 ( $0.20 f'_c$ ), y se verificó que el refuerzo asignado satisficiera las fuerzas de compresión y tensión a las que estaban sometidos para las combinaciones de diseño B.2.4.5 y B.2.4.9.

En el Apéndice D se presenta a manera de ejemplo el cálculo detallado de uno de los elementos colectores de las estructuras bajo estudio.



**Figura 14.**

*Asignación de cargas sísmicas a la estructura bajo estudio para diseño de elementos colectores (a) Dirección X (b) Dirección Y.*



### 6.2.2. Chequeo de deflexiones

Teniendo en cuenta lo descrito en el capítulo C.9.5 de NSR-10, los elementos de concreto reforzado sometido a flexión deben diseñarse para que tengan una rigidez que evite deflexiones que puedan afectar el funcionamiento de la estructura. Por tal razón, se realiza el chequeo de deflexiones en las losas macizas de la estructura bajo estudio, dando cumplimiento a lo descrito en la sección C.9.5.3 de NSR-10.

La deflexión se chequea estimando que las losas de entepiso y cubierta soportan y están ligado a elementos no estructurales susceptibles a sufrir daño debido a grandes deflexiones, situación para la cual se establece un límite igual a  $\delta_{maxima} = L/480$ . En la Tabla 23 y

Tabla 24 se muestra el resumen de resultados obtenidos para las deflexiones inmediatas, para la losa de entrepiso de 0.125m y 0.15m, respectivamente.

**Tabla 23.**

*Deflexiones inmediatas placa de entrepiso espesor 0.125m.*

| Deflexión $\Delta 1$                           |           |                 | Deflexión $\Delta 2$                |           |                 | Deflexión $\Delta 3$  |            |                 |
|------------------------------------------------|-----------|-----------------|-------------------------------------|-----------|-----------------|-----------------------|------------|-----------------|
| $\Delta 1 = \Delta_D + \Delta_{SD} + \Delta_L$ |           |                 | $\Delta 2 = \Delta_D + \Delta_{SD}$ |           |                 | $\Delta 3 = \Delta_D$ |            |                 |
| $M_A$                                          | 5.68      | kN-m            | $M_A$                               | 4.36      | kN-m            | $M_A$                 | 2.16       | kN-m            |
| $(M_{cr}/M_A)^3$                               | 0.709     | kN-m            | $(M_{cr}/M_A)^3$                    | 1.57      | kN-m            | $(M_{cr}/M_A)^3$      | 12.89      | kN-m            |
| $I_e$                                          | 11,967.31 | cm <sup>4</sup> | $I_e$                               | 24,660.62 | cm <sup>4</sup> | $I_e$                 | 192,094.59 | cm <sup>4</sup> |
| $I$                                            | 11,967.31 | cm <sup>4</sup> | $I$                                 | 16,276.04 | cm <sup>4</sup> | $I$                   | 16,276.04  | cm <sup>4</sup> |
| $I/I_g$                                        | 0.74      |                 | $I/I_g$                             | 1.00      |                 | $I/I_g$               | 1.00       |                 |
| $\Delta 1$                                     | 2.29      | mm              | $\Delta 2$                          | 1.30      | mm              | $\Delta 3$            | 0.64       | mm              |

**Tabla 24.**

*Deflexiones inmediatas placa de entrepiso espesor 0.15m.*

| Deflexión $\Delta 1$                           |           |                 | Deflexión $\Delta 2$                |           |                 | Deflexión $\Delta 3$  |            |                 |
|------------------------------------------------|-----------|-----------------|-------------------------------------|-----------|-----------------|-----------------------|------------|-----------------|
| $\Delta 1 = \Delta_D + \Delta_{SD} + \Delta_L$ |           |                 | $\Delta 2 = \Delta_D + \Delta_{SD}$ |           |                 | $\Delta 3 = \Delta_D$ |            |                 |
| $M_A$                                          | 6.42      | kN-m            | $M_A$                               | 5.03      | kN-m            | $M_A$                 | 2.72       | kN-m            |
| $(M_{cr}/M_A)^3$                               | 1.439     | kN-m            | $(M_{cr}/M_A)^3$                    | 2.99      | kN-m            | $(M_{cr}/M_A)^3$      | 18.92      | kN-m            |
| $I_e$                                          | 39,288.18 | cm <sup>4</sup> | $I_e$                               | 78,659.05 | cm <sup>4</sup> | $I_e$                 | 483,695.43 | cm <sup>4</sup> |
| $I$                                            | 28,125.00 | cm <sup>4</sup> | $I$                                 | 28,125.00 | cm <sup>4</sup> | $I$                   | 28,125.00  | cm <sup>4</sup> |
| $I/I_g$                                        | 1.00      |                 | $I/I_g$                             | 1.00      |                 | $I/I_g$               | 1.00       |                 |
| $\Delta 1$                                     | 1.10      | mm              | $\Delta 2$                          | 0.86      | mm              | $\Delta 3$            | 0.47       | mm              |

Teniendo en cuenta lo descrito en la tabla C.9.5 (b) de NSR-10, la deflexión evaluada es la que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (suma de la deflexión a largo plazo debido a todas las cargas permanentes después de unir los elementos no

estructurales y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional). En la Tabla 25 se muestran los valores de deflexión a largo plazo obtenidos durante el análisis.

**Tabla 25.**

*Deflexión a largo plazo-losa de entrepiso, espesor 0.125m.*

|                                       |             |      |    |
|---------------------------------------|-------------|------|----|
| Deflexión carga viva inmediata        | $\Delta L$  | 1.00 | mm |
| Deflexión carga muerta largo plazo    | $\Delta P$  | 2.29 | mm |
| Deflexión Carga peso propio inmediata | $\Delta PP$ | 0.64 | mm |
| Deflexión largo plazo                 | $\Delta T$  | 2.65 | mm |

**Tabla 26.**

*Deflexión a largo plazo- losa de entrepiso, espesor 0.15m.*

|                                       |             |      |    |
|---------------------------------------|-------------|------|----|
| Deflexión carga viva inmediata        | $\Delta L$  | 0.24 | mm |
| Deflexión carga muerta largo plazo    | $\Delta P$  | 1.54 | mm |
| Deflexión Carga peso propio inmediata | $\Delta PP$ | 0.47 | mm |
| Deflexión largo plazo                 | $\Delta T$  | 1.31 | mm |

### 6.3. Diseño de muros estructurales

#### 6.3.1. Geometría

Esta sección contiene el predimensionamiento de los muros estructurales. Teniendo en cuenta que estos elementos fueron diseñados para dos capacidades de disipación de energía, en adelante se usa la siguiente nomenclatura para su distinción:

- Edificación/Estructura/Muros DES: Edificación en la cual los elementos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica fueron diseñados con capacidad de disipación de energía especial.
- Edificación/Estructura/Muros DMO: Edificación en la cual los elementos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica fueron diseñados con capacidad de disipación de energía moderada.

Los muros de las edificaciones DES y DMO tienen la misma geometría puesto que sus dimensiones en planta [longitud ( $L_w$ ) y espesor ( $t_w$ )] fueron seleccionadas con el fin de cumplir con el límite máximo de deriva. Como se discutió en la metodología, los valores de deriva obtenidos en cada caso son independientes de la capacidad de disipación de energía seleccionada para el diseño. Para garantizar el comportamiento como muro estructural de los elementos verticales que conforman las edificaciones bajo estudio, se siguieron los criterios dados en la tabla CR21.9.1 de NSR-10, tales como relación de aspecto en el plano del muro ( $h_w/L_w$ ) y relación de aspecto de la sección transversal horizontal ( $L_w/t_w$ ) mostradas en la Tabla 27.

**Tabla 27.***Relación de aspecto en el plano del muro y en la sección transversal horizontal.*

| Estructura DMO y DES |              |        |             |        |       |
|----------------------|--------------|--------|-------------|--------|-------|
| Nomenclatura         | Longitud, Lw | Altura | Espesor, tw | Hw/Lw  | Lw/tw |
|                      | m            | m      | m           |        |       |
| V.1.1                | 6.95         | 37.5   | 0.25        | 5.396  | 27.8  |
| V.2.1                | 3.1          | 37.5   | 0.2         | 12.097 | 15.5  |
| V.3.1                | 3.3          | 37.5   | 0.2         | 11.364 | 16.5  |
| V.4.1                | 3.1          | 37.5   | 0.2         | 12.097 | 15.5  |
| V.5.1                | 2.35         | 37.5   | 0.2         | 15.957 | 11.75 |
| V.6.1                | 1.9          | 37.5   | 0.2         | 19.737 | 9.5   |
| V.7.1                | 6.5          | 37.5   | 0.2         | 5.769  | 32.5  |
| H.1.1                | 1.7          | 37.5   | 0.2         | 22.059 | 8.5   |
| H.2.1                | 1.7          | 37.5   | 0.2         | 22.059 | 8.5   |
| H.3.1                | 5.6          | 37.5   | 0.2         | 6.696  | 28    |
| H.4.1                | 5.6          | 37.5   | 0.25        | 6.696  | 22.4  |
| H.5.1                | 4.2          | 37.5   | 0.2         | 8.929  | 21    |
| H.6.1                | 4.2          | 37.5   | 0.2         | 8.929  | 21    |
| H.7.1                | 4.2          | 37.5   | 0.2         | 8.929  | 21    |

En cumplimiento con lo descrito en C.11.9.3 de NSR-10, se verificó que las dimensiones en planta de los muros estructurales garantizaran que el cortante último  $V_u$  sea inferior al cortante máximo que puede resistir dicha sección, cumpliendo con la relación  $V_u \leq 0.83\phi\sqrt{f'_c} d$ , donde,  $h$ , es el espesor del muro,  $d$  igual a 0.8 la longitud del muro y  $\phi$  es igual a 0.75 según C.9.3.2.3 de NSR-10. En la Tabla 28 y Tabla 29, se muestra la verificación realizada para la combinación predominante, presentando el cortante máximo que soporta la sección transversal de los muros tipo de las edificaciones,  $V_{cmax}$  y  $V_u$ , para el primer nivel de la estructura DMO y DES, respectivamente. Este nivel fue seleccionado porque es el más crítico, ya que tiene las mayores demandas de cortante.

Tabla 28.

*Verificación dimensiones muros estructura DMO.*

| Nivel    | Nombre | Combos               | Vu (Kn)<br>kN | Vumax<br>kN |
|----------|--------|----------------------|---------------|-------------|
| C.11.9.3 |        |                      |               |             |
| Piso 1   | V.1.1  | Diseño B.2.4.5.B Max | 781           | 4579        |
| Piso 1   | V.2.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 158           | 1634        |
| Piso 1   | V.3.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 174           | 1739        |
| Piso 1   | V.4.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 152           | 1634        |
| Piso 1   | V.5.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 91            | 1239        |
| Piso 1   | V.6.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 66            | 1001        |
| Piso 1   | V.7.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 496           | 3426        |
| Piso 1   | H.1.1  | Diseño B.2.4.5.A Min | 56            | 896         |
| Piso 1   | H.2.1  | Diseño B.2.4.5.A Max | 56            | 896         |
| Piso 1   | H.3.1  | Diseño B.2.4.5.A Min | 546           | 2951        |
| Piso 1   | H.4.1  | Diseño .2.4.5.A Min  | 427           | 3689        |
| Piso 1   | H.5.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 98            | 2214        |
| Piso 1   | H.6.1  | Diseño B.2.4.5.A Min | 260           | 2214        |

Tabla 29.

*Verificación dimensiones muros estructura DES*

| Nivel           | Nombre | Combos               | Vu (Kn)<br>kN | Vcmax<br>kN |
|-----------------|--------|----------------------|---------------|-------------|
| <b>C.11.9.3</b> |        |                      |               |             |
| Piso 1          | V.1.1  | Diseño B.2.4.5.B Max | 625           | 4578.604931 |
| Piso 1          | V.2.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 128           | 1633.80435  |
| Piso 1          | V.3.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 140           | 1739        |
| Piso 1          | V.4.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 122           | 1634        |
| Piso 1          | V.5.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 73            | 1239        |
| Piso 1          | V.6.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 54            | 1001        |
| Piso 1          | V.7.1  | Diseño B.2.4.5.B Min | 397           | 3426        |
| Piso 1          | H.1.1  | Diseño B.2.4.5.A Min | 45            | 896         |
| Piso 1          | H.2.1  | Diseño B.2.4.5.A Max | 45.           | 896         |
| Piso 1          | H.3.1  | Diseño B.2.4.5.A Min | 438           | 2951        |
| Piso 1          | H.4.1  | Diseño B.2.4.5.A Min | 342.          | 3689        |
| Piso 1          | H.5.1  | Diseño B.2.4.5.A Max | 218           | 2214        |
| Piso 1          | H.6.1  | Diseño B.2.4.5.A Max | 208           | 2214        |

**6.3.2.Diseño a cortante**

La verificación por cortante se inició calculando el cortante que soporta el concreto, el cual fue tomado como el menor valor entre las expresiones listadas a continuación:

**Sección C.11.9.5 de NSR-10:**  $V_c = \phi 0.17\lambda\sqrt{f'_c} h d$

**Sección C.11.9.6 (a) de NSR-10:**  $V_c = \phi 0.27\lambda\sqrt{f'_c} h d + \frac{N_u}{4l_w} d$

**Sección C.11.9.6 (a) de NSR-10:**  $V_c = \phi \left( 0.05\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{l_w(0.1\lambda\sqrt{f'_c} + 0.2\frac{N_u}{l_w h})}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right) h d$

Luego se calculó el número de capas mínimas de refuerzo requeridas en cumplimiento con lo descrito en C.21.9.2.3 de NSR-10. Si  $V_u > \phi 0.17A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$  el muro debe llevar como mínimo dos capas de refuerzo. Tomando en cuenta la recomendación y los espesores

manejados en el proyecto, todos los muros estructurales de las edificaciones diseñadas tienen dos capas de refuerzo vertical y horizontal.

Una vez definido el número de capas, se calculó el cortante que aporta el refuerzo horizontal requerido bajo los lineamientos de la sección C.11.1.1 de NSR-10, usando la expresión  $V_s = \phi(V_u - V_c)$ . Posteriormente se calculó la cuantía mínima de refuerzo transversal a través de los lineamientos listados a continuación:

Una vez realizados los cálculos anteriormente mencionados, se procede a calcular la cuantía mínima de refuerzo transversal a través de los lineamientos listados a continuación:

**Sección C.21.9.2.1 de NSR-10:** La cuantía de refuerzo horizontal  $\rho_t$  no debe ser menor que 0.0025, excepto que si  $V_u < 0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$  se pueden reducir a los valores requeridos en C.14.3.

**Sección 14.3.3 de NSR-10:** La cuantía mínima de refuerzo horizontal  $\rho_t$  es 0.0020 para barras corrugadas no mayores que la barra N°5 (5/8") con  $F_y$  menor que 420 MPa

**Sección C.11.9.9.1 de NSR-10:**  $\rho_t = V_s / (\phi_c f_y 0.8 l_w t_w)$

**Sección C.11.9.8 de NSR-10:** Donde  $V_u < 0.5 \phi V_c$ ,  $\rho_t$  se proporcionó según lo estipulado en C.11.9 C.14 de NSR-10.

**Sección C.21.9.4.1 de NSR-10:**  $\rho_t = (V_u/A_{cv} - \alpha_c \lambda \sqrt{f'_c}) / f_y$ , con  $\alpha_c$  igual a 0.25 para  $h_w/l_w \leq 1.5$ , 0.17 para  $h_w/l_w = 2.0$  y varía linealmente entre 0.25 y 0.17 para  $h_w/l_w$  entre 1.5 y 2.00.

En la Tabla 31 y Tabla 30 se presenta el resumen de las cuantías de refuerzo a cortante calculadas para el primer piso en función de la combinación predominante en el diseño para las estructuras con capacidad DMO y DES respectivamente.



**Tabla 30.*****Diseño a cortante de muros DMO.***

| Nivel  | Nombre | Combos               | Vu (Kn)<br>kN | $\Phi V_c$<br>kN<br>C.11.9.5 | $\Phi dbt$ | $\rho_t$<br>Requerida<br>C.21.9.2.1 |
|--------|--------|----------------------|---------------|------------------------------|------------|-------------------------------------|
| Story1 | V.1.1  | diseño b.2.4.7.b max | 780.3522      | 469.522                      | No3        | 0.0025                              |
| Story1 | V.2.1  | diseño b.2.4.7.b min | 156.3957      | 191.401                      | No3        | 0.002                               |
| Story1 | V.3.1  | diseño b.2.4.7.b min | 172.0043      | 201.283                      | No3        | 0.002                               |
| Story1 | V.4.1  | diseño b.2.4.7.b min | 149.545       | 192.812                      | No3        | 0.002                               |
| Story1 | V.5.1  | diseño b.2.4.7.b min | 90.3719       | 135.044                      | No3        | 0.002                               |
| Story1 | V.6.1  | diseño b.2.4.7.b min | 63.6803       | 118.956                      | No3        | 0.002                               |
| Story1 | V.7.1  | diseño b.2.4.7.b min | 496.3183      | 383.601                      | No3        | 0.0025                              |
| Story1 | H.1.1  | diseño b.2.4.7.a min | 55.591        | 94.273                       | No3        | 0.002                               |
| Story1 | H.2.1  | diseño b.2.4.7.a max | 55.5903       | 94.138                       | No3        | 0.002                               |
| Story1 | H.3.1  | diseño b.2.4.7.a min | 543.6637      | 345.389                      | No3        | 0.0025                              |
| Story1 | H.4.1  | diseño b.2.4.7.a min | 426.1199      | 374.019                      | No3        | 0.0025                              |
| Story1 | H.5.1  | diseño b.2.4.7.a max | 272.4637      | 234.107                      | No3        | 0.0025                              |
| Story1 | H.6.1  | diseño b.2.4.7.a max | 259.8432      | 233.414                      | No3        | 0.0025                              |

Tabla 31.

*Diseño a cortante de muros DES.*

| Nivel  | Nombre | combos               | Vu (Kn)<br>kN | $\Phi V_c$<br>kN<br>C.11.9.5 | $\Phi dbt$ | $\rho_t$<br>C.21.9.2.1<br>Requerida |
|--------|--------|----------------------|---------------|------------------------------|------------|-------------------------------------|
| Piso 1 | V.1.1  | Diseño b.2.4.7.b max | 624.542       | 469.604                      | No3        | 0.0025                              |
| Piso 1 | V.2.1  | Diseño b.2.4.7.b min | 125.6833      | 191.863                      | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | V.3.1  | Diseño b.2.4.7.b min | 138.1127      | 201.699                      | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | V.4.1  | Diseño b.2.4.7.b min | 120.2846      | 193.381                      | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | V.5.1  | Diseño b.2.4.7.b min | 72.4586       | 135.173                      | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | V.6.1  | Diseño b.2.4.5.b min | 54.2146       | 135.917                      | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | V.7.1  | Diseño b.2.4.7.b min | 397.1079      | 383.721                      | No3        | 0.0025                              |
| Piso 1 | H.1.1  | Diseño b.2.4.7.b min | 16.5995       | 95.678                       | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | H.2.1  | Diseño b.2.4.7.b max | 16.5989       | 95.520                       | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | H.3.1  | Diseño b.2.4.7.a min | 435.7466      | 345.791                      | No3        | 0.0025                              |
| Piso 1 | H.4.1  | Diseño b.2.4.7.a min | 341.1319      | 374.129                      | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | H.5.1  | Diseño b.2.4.7.a max | 217.9709      | 234.134                      | No3        | 0.002                               |
| Piso 1 | H.6.1  | Diseño b.2.4.7.a max | 207.8745      | 233.437                      | No3        | 0.002                               |

**6.3.3. Diseño a flexión**

El diseño a flexión se determina a través de diagramas de interacción. El refuerzo distribuido en los elementos de borde fue incluido en los cálculos basados en un análisis de compatibilidad de deformaciones. Adicionalmente, se verificó el cumplimiento de los requisitos de cuantía mínima de refuerzo listados a continuación:

**Sección C.14.3.2 de NSR-10:** La cuantía mínima de refuerzo vertical,  $\rho_l$ , es 0.0012 para barras corrugadas no mayores que la barra N°5 (5/8”), 0.0015 para otras barras corrugadas con  $f_y$  menor que 420 MPa.

**Sección C.11.9.9.4 de NSR-10:** La cuantía de refuerzo vertical para cortante,  $\rho_l$ , no debe ser menor que la mayor de  $\rho_l = 0.0025 + 0.5(2.5 - h_w/l_w)(\rho_t - 0.0025)$  y 0.0025, pero no necesita ser mayor que  $\rho_t$  requerida en la Sección C.11.9.9.1, tomando  $h_w$  y  $l_w$  como altura y longitud total del muro, respectivamente.

**Sección C.21.9.2.1 de NSR-10:** La cuantía de refuerzo vertical  $\rho_l$  no debe ser menor que 0.0025 excepto que si  $V_u < 0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$  se pueden reducir a los valores requeridos en C.14.3 de NSR-10.

**Sección C.21.9.4.3 de NSR-10:** Los muros deben tener refuerzo por cortante distribuido que proporcione resistencia en dos direcciones ortogonales en el plano del muro. Si  $h_w/l_w$  no excede de 2.0, la cuantía de refuerzo longitudinal,  $\rho_l$ , no debe ser menor que la cuantía de refuerzo transversal,  $\rho_t$ .

En la Tabla 32 y Tabla 33 se encuentra el resumen de las cuantías de refuerzo a flexión requeridas para el primer piso, calculadas en función de la combinación predominante en el diseño para las estructura con capacidad DMO y DES, respectivamente. La cuantía de acero suministrada se verifico a través de los diagramas de interacción y la configuración de acero de refuerzo suministrado se muestra en el Apéndice F

Tabla 32.

*Diseño a flexión muros DMO.*

| $\Phi$ dbl | Nombre | Combos               | $\rho_l$<br>a) | $\rho_l$<br>c) | $\rho_l$<br>d) | $\rho_l$<br>e) | $\rho_l$<br>Flexo. | $\rho_l$ Muro<br>Req. |
|------------|--------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------|
|            |        |                      | C.11.9.8       | C.21.9.2.1     | C.21.9.4.3     | C.21.9.4.1     |                    |                       |
| No5        | V.1.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0107             | 0.0107                |
| No4        | V.2.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.00314        | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012             | 0.0031                |
| No4        | V.3.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0031         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0016             | 0.0031                |
| No4        | V.4.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.00314        | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0008             | 0.0031                |
| No3        | V.5.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0034         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0013             | 0.0034                |
| No4        | V.6.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0037         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012             | 0.0037                |
| No5        | V.7.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0062             | 0.0062                |
| No4        | H.1.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0038         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0011             | 0.0038                |
| No4        | H.2.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0025         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0012         | 0.0011             | 0.0025                |
| No4        | H.3.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0091             | 0.0091                |
| No5        | H.4.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.006              | 0.0059                |
| No4        | H.5.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0055             | 0.0055                |
| No4        | H.6.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.0025         | 0.005              | 0.0051                |

Tabla 33.

*Diseño a flexión muros DES.*

| $\Phi$ dbl | Nombre | Combos               | $\rho_l$<br>a)<br>C.11.9.8 | $\rho_l$<br>b)<br>C.21.9.2.1 | $\rho_l$<br>c)<br>C.21.9.4.3 | $\rho_l$<br>d)<br>C.21.9.4.1 | $\rho_l$<br>Flexo | $\rho_l$ Muro<br>Req. |
|------------|--------|----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|
| No4        | V.1.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0025                     | 0.0025                       | 0.0025                       | 0.0025                       | 0.0075            | 0.0075                |
| No3        | V.2.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.00314                    | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012            | 0.0031                |
| No3        | V.3.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0031                     | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.00015           | 0.0031                |
| No3        | V.4.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.00314                    | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012            | 0.0031                |
| No3        | V.5.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0025                     | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.00025           | 0.0025                |
| No3        | V.6.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0012                     | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012            | 0.0012                |
| No5        | V.7.1  | Diseño B.2.4.7.B Max | 0.0025                     | 0.0025                       | 0.0025                       | 0.0025                       | 0.00355           | 0.0035                |
| No3        | H.1.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0012                     | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.00018           | 0.0012                |
| No3        | H.2.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0012                     | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0002            | 0.0012                |
| No3        | H.3.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0025                     | 0.0025                       | 0.0025                       | 0.0025                       | 0.0054            | 0.0054                |
| No4        | H.4.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.0025                     | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0039            | 0.0039                |
| No4        | H.5.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.00293                    | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0035            | 0.0034                |
| No3        | H.6.1  | Diseño B.2.4.7.A Max | 0.00293                    | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0012                       | 0.0031            | 0.0031                |

#### 6.3.4.Elementos de borde

Se realizó la verificación de los elementos de borde requeridos por los muros estructurales para las dos capacidades de disipación de energía. En la Tabla 34 se muestran los lineamientos tomados durante el diseño.

Tabla 34.

*Comparación de requisitos sísmicos para elementos de borde estructuras DMO y DES.*

| Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DMO                                                                                                                      | DES                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Las zonas de compresión deben ser reforzadas con elementos especiales de borde donde:                                                                                                                                                                                                                                | C.21.4.4.1 de NSR-10                                                                                                     | C.21.9.6.2 (a) de NSR-10                                                                                      |
| $c \geq \frac{l_w}{600\left(\frac{\delta_u}{h_w}\right)} \quad (\text{C.21-11})$ <p>Donde c en la ecuación (C.21-11) corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial mayorada y resistencia nominal a momento congruente con el desplazamiento de diseño <math>\delta_u</math>.</p> | <p>El cociente <math>\frac{\delta_u}{h_w}</math> en la ecuación (C.21-11) de NSR-10 no debe tomarse menor que 0.0035</p> | <p>El cociente <math>\frac{\delta_u}{h_w}</math> en la ecuación (C.21-11) no debe tomarse menor que 0.007</p> |
| Los muros estructurales deben tener elementos de borde especiales en los bordes y alrededor de las aberturas de los muros estructurales cuando el esfuerzo de compresión máximo de la fibra extrema correspondiente a las fuerzas mayoradas incluyendo los efectos sísmicos                                          | <p>C.21.4.4.2 de NSR-10</p> <p>sobrepase <math>0.3 f'_c</math></p>                                                       | <p>C.21.9.6.3 de NSR-10</p> <p>sobrepase <math>0.2 f'_c</math></p>                                            |

| Descripción                                                                                                      | DMO                                                                                                                                  | DES                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Los elementos de borde especiales pueden ser discontinuados donde el esfuerzo de compresión calculado sea        | menor que $0.22 f'_c$                                                                                                                | menor que $0.15 f'_c$                                                                                |
| La separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder la menor de: | C.21.4.4.3 de NSR-10<br>Al menos un medio de la dimensión menor del elemento de borde pero no hay necesidad de tomarla menor a 75 mm | C.21.9.6.4 de NSR-10<br>Al menos un tercio de la dimensión menor del elemento de borde               |
|                                                                                                                  | C.21.3.5.6 (a) de NSR-10<br>Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro (8 db)                       | C.21.6.4.3 (b) de NSR-10<br>Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor (6 db) |
|                                                                                                                  | C.21.3.5.6 (b) de NSR-10                                                                                                             | C.21.6.4.3 (c) de NSR-10                                                                             |

| Descripción                                                                                                                                                            | DMO                                                                                                                          | DES                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                              | So, según lo definido en la ecuación:                                                                                        |
|                                                                                                                                                                        | 16 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento                                                        | $S_o = 100 + \left(\frac{350 - hx}{3}\right)$                                                                                |
|                                                                                                                                                                        | 150 mm                                                                                                                       | So no debe ser mayor a 150 mm y no es necesario tomarlo menor a 100mm                                                        |
| El espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos dentro de una sección del elemento no debe exceder de:                | C.21.3.5.8 de NSR-10<br>350 mm<br>centro a centro en la dirección perpendicular al eje longitudinal del elemento estructural | C.21.6.4.2 de NSR-10<br>350 mm<br>centro a centro en la dirección perpendicular al eje longitudinal del elemento estructural |
| El área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares $A_{sh}$ , no debe ser menor que la requerida por la ecuación | C.21.3.5.7 de NSR-10<br>$A_{sh} = 0.06 \frac{sb_c F'_c}{F_{yt}}$<br>(C.21-3)                                                 | C.21.6.4.4 (b) de NSR-10<br>$A_{sh} = 0.09 \frac{sb_c F'_c}{F_{yt}}$<br>(C.21-8)                                             |
| En las secciones con alas, los elementos de borde deben incluir el ancho efectivo del ala en compresión y se deben extender por lo menos 300 mm dentro del alma        |                                                                                                                              |                                                                                                                              |

En la Tabla 35 se presentan algunas configuraciones de elementos de borde cuyas dimensiones se comparten en las dos estructuras DMO y DES. En esa tabla, L.E.B es la longitud del elemento de borde,  $\Phi_{dbl}$  hace referencia al diámetro de la varilla longitudinal,  $\Phi_e$ , es el diámetro del estribo usado en el elemento de borde, #R //X y #R //X corresponde al número de ramas paralelas al largo y ancho del muro, respectivamente y S es la separación en altura de los estribos de los elementos.



**Tabla 35.***Configuraciones de refuerzo elementos de borde comunes en estructura DMO y DES.*

| <b>Espesor</b><br><b>m</b> | <b>L. E.B.</b><br><b>m</b> | <b><math>\Phi</math>dbl</b> | <b><math>\Phi</math>e</b> | <b>#R</b><br><b>// X</b> | <b>#R</b><br><b>// Y</b> | <b>DES</b>              | <b>DMO</b>              |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                            |                            |                             |                           |                          |                          | <b>Sep</b><br><b>cm</b> | <b>Sep</b><br><b>cm</b> |
| 0.25                       | 0.725                      | Nº5                         | Nº3                       | 6                        | 2                        | 0.05                    | .10                     |
| 0.25                       | 0.6000                     | Nº4                         | Nº3                       | 5                        | 2                        | 0.05                    | .10                     |
| 0.25                       | 0.6000                     | Nº5                         | Nº3                       | 5                        | 2                        | 0.05                    | .10                     |
| 0.20                       | 0.55                       | Nº5                         | Nº3                       | 4                        | 2                        | 0.06                    | .10                     |
| 0.20                       | 0.475                      | Nº4                         | Nº3                       | 4                        | 2                        | 0.06                    | .10                     |
| 0.2                        | 0.70                       | Nº5                         | Nº3                       | 5                        | 2                        | 0.0625                  | .10                     |
| 0.2                        | 0.60                       | Nº4                         | Nº3                       | 5                        | 2                        | 0.0625                  | .10                     |

#### **6.4.Diseño de cimentación**

En esta sección se presenta el resumen de los parámetros y los cálculos realizados para el diseño de la losa de cimentación que hace parte de la edificación bajo estudio. En el Apéndice E, se muestra el procedimiento completo del análisis.

##### **6.4.1.Materiales**

|                                                 |        |
|-------------------------------------------------|--------|
| Resistencia a la compresión del concreto usado: | 28Mpa  |
| Resistencia a la fluencia del acero usado:      | 420MPa |

##### **6.4.2.Recubrimiento**

El recubrimiento usado para el diseño de las losas y vigas de cimentación de la estructura bajo estudio es igual a 75 mm, teniendo en cuenta que son elementos en contacto permanente con el suelo (sección C.7.7.1 de NSR-10).

##### **6.4.3.Combinaciones**

Las placas de cimentación tienen un espesor de 0.90 m y las vigas tiene una sección transversal de 1.00 x 0.90m. Las losas de cimentación se diseñaron teniendo en cuenta las combinaciones de diseño mostradas en la Tabla 17 y Tabla 18 para la estructura DES Y DMO, respectivamente. La verificación de presiones se realizó teniendo en cuenta lo descrito en el capítulo B de NSR-10, para las combinaciones de servicio presentadas en la Tabla 19 y Tabla 20 para la estructura DMO Y DES, respectivamente.

#### 6.4.4. Rigidez estática de la cimentación

Para el diseño estructural de la cimentación se tomaron en cuenta los lineamientos descritos en la sección 8.4 de ASCE 41-17. Se calculó la rigidez elástica inicial del suelo de soporte para sus grados de libertad por medio de resortes desacoplados como lo indica la tabla 2-2a de NISTGCR-917-21. Luego se realizó la corrección debido al empotramiento de la cimentación (distancia por debajo de la superficie) tomando las ecuaciones de la tabla 2-2b del NISTGCR-917-21. En la Tabla 36 de este documento se muestra el resumen de la rigidez estática de la cimentación para cada uno de los grados de libertad. En el Apéndice E se encuentran los cálculos detallados para cada uno de los valores presentados en la Tabla 36

**Tabla 36.**

*Rigidez elástica de cimentación corregida por empotramiento.*

| Grados de libertad        | Rigidez elástica corregida |      |
|---------------------------|----------------------------|------|
| <b>K<sub>x,sur</sub></b>  | 5899852.253                | kN/m |
| <b>K<sub>y,sur</sub></b>  | 5988812.061                | kN/m |
| <b>K<sub>z,sur</sub></b>  | 6854796.09                 | kN/m |
| <b>K<sub>xx,sur</sub></b> | 770454973.1                | kN/m |
| <b>K<sub>yy,sur</sub></b> | 994994055.3                | kN/m |

Teniendo en cuenta que la losa de cimentación se considera un elemento flexible, se aplican las ecuaciones 2.20-a, 2.21a y 2-21b de NIST GCR 12-917-21. Las cuales incluyen la corrección de la rigidez rotacional. En la Tabla 37 se resumen los cálculos realizados.

Tabla 37.

*Corrección de rigidez rotacional, cimentación flexible.*

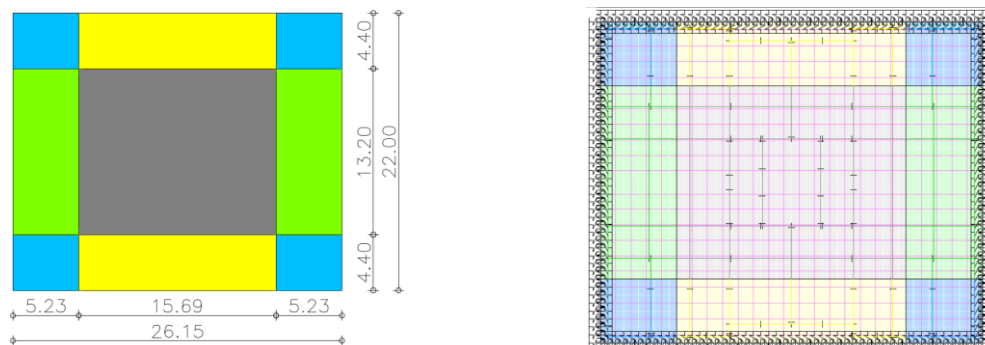
| <b>Coefficiente de reacción de la subrasante</b> | <b>kiz</b>   | <b>11915.17 kN/m<sup>3</sup></b> |
|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------|
| <b>Relación de longitud</b>                      | <b>Re</b>    | 0.4                              |
| <b>Rocking yy</b>                                | <b>Rk,yy</b> | 2.9735                           |
| <b>Roking xx</b>                                 | <b>Rk,xx</b> | 3.279                            |

En la Figura 15 se muestra la distribución de los resortes verticales sobre la losa de cimentación, y en la Tabla 38 se muestran los valores de rigidez asignados a cada una de las áreas de la losa. En el perímetro de la losa se asignan resortes perimetrales simulando el suelo alrededor de la losa.

Tabla 38.

*Rigidez de los resortes distribuidos en la losa de cimentación.*

| <b>Fuerzas en los resortes</b> |          |                   |             |
|--------------------------------|----------|-------------------|-------------|
| Longitud en la esquina         | Re*LHz   | m                 | 5.23        |
| Longitud en la esquina         | Re*LVt   | m                 | 4.4         |
| zona                           | Gris     | kN/m <sup>3</sup> | 11915.1679  |
| zona                           | Amarillo | kN/m <sup>3</sup> | 35429.45467 |
| zona                           | Azul     | kN/m <sup>3</sup> | 39069.13132 |
| zona                           | Verde    | kN/m <sup>3</sup> | 3           |

**Figura 15.***Distribución de rigidez en el área de cimentación.*

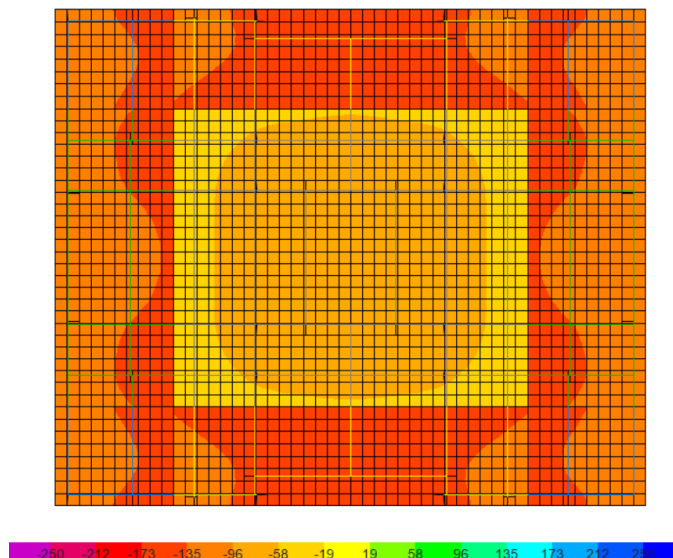
#### **6.4.5. Verificación presiones sobre el suelo**

Se verificó que las presiones en la losa de cimentación de las dos estructuras bajo estudio, para las combinaciones de servicio mostradas en la Tabla 19 y

Tabla 20, fueran inferiores a la capacidad del suelo del proyecto, 250 kN/m<sup>2</sup>. La presión máxima obtenida del análisis estructural fue 168 kN/m<sup>2</sup>. Durante el análisis se identificó que la combinación que genera los mayores valores de presión solo tiene en cuenta cargas verticales (B.2.3.3 de NSR-10), razón por la cual las dos estructuras bajo estudio presentan la misma distribución de presiones al tener la misma geometría y uso. En la Figura 16 se presenta el diagrama de distribución de presiones obtenido del modelamiento.

**Figura 16.**

*Distribución de presiones en la losa de cimentación.*



#### ***6.4.6.Diseño a flexión.***

##### Refuerzo mínimo por retracción.

Teniendo en cuenta lo descrito en C.7 de NSR-10, la cuantía mínima de refuerzo,  $\rho_{\text{Retracción}}$ , es de 0.0018. Tomando un ancho aferente de diseño de un metro se calculó el área mínima de refuerzo mediante la ecuación  $A_{\text{Retracción}} = \rho_{\text{Retracción}} b h$ , donde  $b$  es el ancho aferente y  $h$  la altura total de la placa. El área mínima de refuerzo resultante para una altura de placa de 0.90m es de 16.2 cm<sup>2</sup>/m.

Una vez calculada el área mínima de refuerzo se busca una distribución que satisfaga el área encontrada. En la Tabla 39 se encuentra la configuración seleccionada para el refuerzo de la placa.

**Tabla 39.***Distribución y área de refuerzo suministrado a la placa de cimentación.*

| <b>Espesores</b> | <b>Diámetro de la Varilla</b> | <b>Separación</b> | <b>AsminSuministrado</b> |
|------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------|
| <b>m</b>         | <b><math>\phi</math></b>      | <b>m</b>          | <b>cm<sup>2</sup>/m</b>  |
| 0.900            | 3/4" pulg                     | 0.15              | 18.9                     |

Refuerzo por solicitaciones a flexión.

Para el diseño por flexión de la placa de cimentación se calcularon los momentos máximos resistentes para las distribuciones de refuerzo indicadas en la Tabla 39. Estos se compararon con las solicitaciones de momentos obtenidas de las combinaciones de diseño (Apéndice E). En los casos donde el refuerzo base (Tabla 39) no superaba la demanda de momento, se suministró refuerzo adicional hasta satisfacer dichas condiciones. En la Tabla 40 se listan los momentos resistentes usados en el diseño de la losa.

**Tabla 40.***Momentos resistentes en losa de cimentación.*

| <b>Espesor</b> | <b>Refuerzo Suministrado</b>            | <b>Momento Resistente</b> |
|----------------|-----------------------------------------|---------------------------|
| <b>m</b>       |                                         | <b>kN-m/m</b>             |
| 0.90           | 1 $\phi$ 3/4" C/.15                     | 580.52                    |
| 0.90           | 1 $\phi$ 3/4" C/.15+1 $\phi$ 5/8" C/.15 | 969.49                    |
| 0.90           | 1 $\phi$ 3/4" C/.15+1 $\phi$ 3/4" C/.15 | 1136.96                   |

#### **6.4.7. Diseño a cortante.**

Para el diseño a cortante de la losa de cimentación, se dio cumplimiento a las especificaciones dadas en C.11.2 de NSR-10. Se revisó que las solicitaciones por cortante no superaran la resistencia nominal a cortante del concreto,  $\phi V_c = \phi 0.17\lambda\sqrt{f'_c} b d$ . En esta expresión,  $b$  es el ancho aferente y  $d$  es la distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. Para la altura de placa de 0.9 m,  $\phi V_c$  es igual a 556.6 kN/m, mientras que las demandas máximas de diseño estuvieron entre 214 kN/m -385 kN/m y 214kN/m-470 kN/m para la estructura DMO y DES, respectivamente (Ver Apéndice E). Por lo tanto, se garantiza que las placas de entrepiso no requirieren refuerzo para resistir cortante.

#### **6.4.8. Diseño a flexión vigas de cimentación.**

##### Refuerzo mínimo vigas de cimentación.

Teniendo en cuenta lo descrito en C.10.5.1 de NSR-10, el área mínima por flexión,  $A_{s_{\text{minimo}}}$ , se calculó mediante la ecuación  $A_{s_{\text{minimo}}} = 0.25\sqrt{f'_c}b_w d/f_y \geq 1.4b_w d/f_y$ , donde  $b$ , es el ancho de la viga y  $d$ , la distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción, encontrando que el área mínima de refuerzo para una sección transversal de 1.00x0.90m es de 27.23 cm<sup>2</sup>.

Una vez calculada el área mínima de refuerzo se buscó una distribución que cumpliera el área exigida. En la Tabla 41 se encuentra la configuración seleccionada para el refuerzo proporcionado a la viga.



Tabla 41.

*Distribución y área de refuerzo suministrado a las vigas de cimentación.*

| Sección<br>transversal<br>m | Diámetro de la Varilla<br>$\phi$ | cantidad<br>und | AsminSuministrado<br>cm <sup>2</sup> |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| 1.00X.90                    | 7/8" pulg                        | 8               | 30.96                                |

Refuerzo por solicitaciones a flexión.

Para el diseño por flexión de las vigas de cimentación se calcularon los momentos máximos resistentes (935.73kN-m) para las distribuciones de refuerzo indicadas en la Tabla 41, y se comparan con los momentos dados por las combinaciones de diseño (Apéndice E). El momento máximo fue 936 kN-m, por lo tanto, el refuerzo mínimo por flexión cumple las demandas requeridas.

**6.4.9.Diseño a cortante.**

Para el diseño a cortante de las vigas de las losas de cimentación, se dio cumplimiento a las especificaciones dadas en C.11.1.1 de NSR-10, calculando la resistencia al cortante de los elementos mediante la expresión  $\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s$ , donde,  $V_c$ , es la resistencia al cortante proporcionada por el concreto calculada siguiendo lo especificado en la sección C.11.2 de NSR-10, mediante la expresión,  $\phi V_c = \phi 0.17\lambda\sqrt{f'_c} b d$ , donde  $b$ , es el ancho,  $d$ , la distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción y  $V_s$ , la resistencia al cortante calculada teniendo en cuenta lo descrito en C.11.4.7 y C.11.4.6.3 de NSR-10, mediante la expresión  $V_s = A_v f_y d/s$ , donde,  $A_v$ , es el área de

refuerzo para cortante dentro del espaciamiento  $S$ , mayor a  $0.062 \sqrt{f'_c} b_w S / f_y$  y  $0.35 b_w S / f_y$ . Teniendo una sección transversal de viga 1.00X0.90m con recubrimiento de 0.075m y un estribo cerrado de diámetro de 3/8" con cuatro ramas adicionales del mismo diámetro separados cada 0.20 m, se obtiene una resistencia por cortante de 915.4 kN Dado que el mayor valor de la demanda de cortante fue de 355 kN y 310 kN para DMO y DES, respectivamente, se considera que el diseño es satisfactorio. Los cálculos detallados se muestran en el Apéndice E.

### **7.Etapa 3: Análisis estático no lineal**

En esta sección se define las características de las edificaciones bajo estudio y se presentan los parámetros usados para la realización del análisis no lineal.

#### **7.1.Normativas de referencia**

El análisis no lineal de la estructura bajo estudio se realizó siguiendo los lineamientos del Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings ASCE 41-17, el Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (ley 400 de 1997 – modificada ley 1229 de 2008, decreto 19 de marzo de 2010, decreto 092 del 17 de enero de 2011) y el documento Recomendaciones para requisitos sísmicos de estructuras diferentes de edificaciones AIS 180-13.

#### **7.1. Descripción de las estructuras bajo análisis**

##### ***7.1.1.Descripción general***

Para el análisis no lineal se tomaron las estructuras diseñadas en el capítulo 5. Se continuó usando la misma nomenclatura para su distinción, donde:

Edificación/Estructura/Muros DES: Edificación en la cual los elementos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica fueron diseñados con capacidad de disipación de energía especial.

Edificación/Estructura/Muros DMO: Edificación en la cual los elementos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica fueron diseñados con capacidad de disipación de energía moderada.

### ***7.1.2. Tipo de edificio***

Teniendo en cuenta el sistema de resistencia sísmica, configuración de la placa de entrepiso y propiedades de los materiales estructurales, las edificaciones se clasificaron como tipo C2, según lo establecido en sección 3.1 tabla 3-1 del ASCE 41-17.

### ***7.1.3. Objetivos de desempeño***

#### Categoría de riesgo

Teniendo en cuenta el uso, riesgo para la vida humana y el impacto socioeconómico que pueden llegar a tener las estructuras estudiadas, se les asignó una categoría de riesgo II, en concordancia con la tabla 1.5-1 de ASCE 7-10.

#### Nivel de sismicidad

En la sección 2.5 del ASCE 41-17 se establecen cuatro niveles de sismicidad (alto, moderado, bajo o muy bajo) en función de los parámetros y características del sitio donde se encuentran ubicadas las estructuras bajo análisis. Teniendo en cuenta la tabla 2-4 del ASCE 41-17, las estructuras bajo análisis se clasificaron con nivel de sismicidad alto. La clasificación se hizo en función de los parámetros mostrados en la Tabla 42

**Tabla 42*****Parámetros para clasificación del nivel de sismicidad estructuras bajo estudio.***

| Parámetros    |      | Norma de referencia         |
|---------------|------|-----------------------------|
| Tipo de suelo | D    | Estudio de suelos           |
| Aa            | 0.20 | Tabla A.2.3-2 NSR-10        |
| Av            | 0.20 | Tabla A.2.3-2 NSR-10        |
| Fa            | 1.40 | Tabla A.2.4-3 NSR-10        |
| Fv            | 1.20 | Tabla A.2.4-4 NSR-10        |
| S1            | 0.36 | Ecuaciones B.3-1 AIS 180-13 |
| SS            | 0.75 | Ecuaciones B.3-2 AIS 180-13 |
| SDS           | 0.70 | Ecuaciones 2-4 ASCE 41-17   |
| SD1           | 0.48 | Ecuaciones 2-5 ASCE 41-17   |

Nivel de desempeño de la estructura

Teniendo en cuenta la categoría de riesgo y el nivel de amenaza sísmica, se obtuvo como nivel de desempeño de las estructuras *Life Safety (Seguridad a la vida)*, tal y como se estipula en tablas 2-2 y sección 2.3.3 del ASCE 41-17.

**7.2.Materiales.****7.2.1.Concreto:**Criterio de análisis

En las curvas esfuerzo-deformación de los concretos (confinado y no confinado) se desprecia la resistencia a tensión, simulando secciones fisuradas en los elementos estructurales.

### Concreto No Confinado

Para definir la curva esfuerzo deformación del concreto no confinado se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

-Resistencia máxima a la compresión ( $f'_c$ ): 28 MPa

-Deformación unitaria en  $f'_c$ : 0.002

-Deformación unitaria máxima: 0.006

-Módulo de elasticidad: 24870 MPa, calculado con la expresión dada en la sección

C.8.5.1 de NSR-10,  $E = 4700\sqrt{f'_c}$  Mpa.

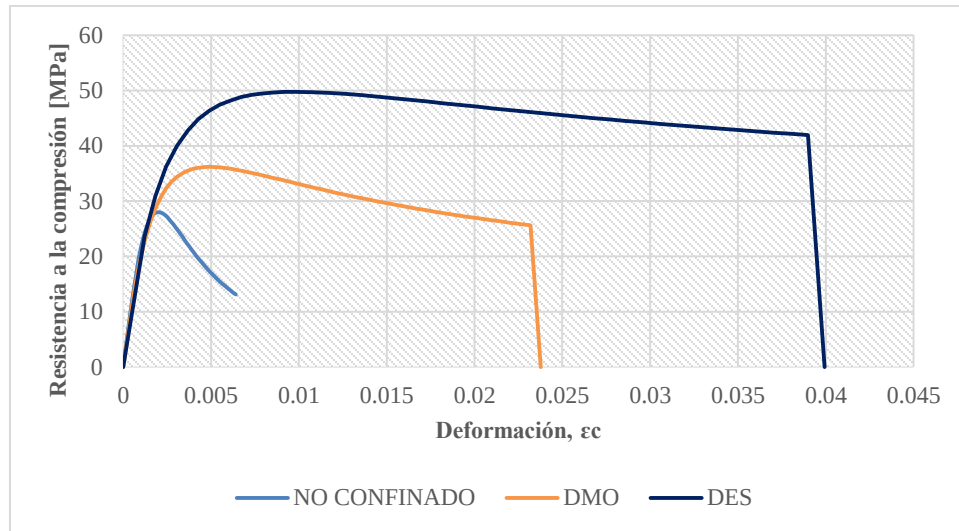
### Concreto Confinado

Para determinar la curva esfuerzo deformación del concreto confinado se usó el modelo de Mander (Mander, Priestly, & Park, 1998), teniendo en cuenta la separación y diámetro del refuerzo longitudinal y transversal de los muros.

En la Figura 17 se muestran las curvas esfuerzo-deformación del concreto confinado y no confinado usado en el modelado en los primeros tres pisos de los muros V1.1. En el Apéndice G se presentan los cálculos realizados para obtener cada curva.

**Figura 17.**

*Curva esfuerzo-deformación concreto confinado muro V.1.1.*



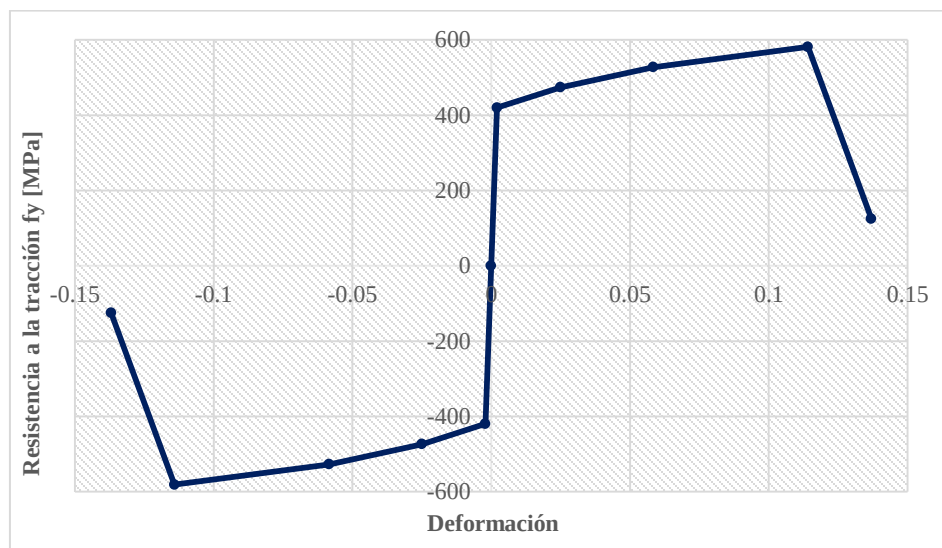
### **7.2.2. Acero de refuerzo:**

Los parámetros usados para definir la curva esfuerzo-deformación del acero de refuerzo Grado 60 (Figura 18) se establecieron tomando como referencia el estudio realizado por (Gonzáles, Botero, Rochel, Julián, & Martha, 2005). A continuación, se listan los valores usados en el modelamiento:

- Mínima resistencia a la fluencia,  $f_y$ : 420 MPa
- Mínima resistencia a la tensión,  $f_u$ : 581.24 MPa
- Resistencia a la fluencia esperada,  $f_{ye}$ : 470.30 MPa
- Resistencia a la tensión esperada,  $f_{ue}$ : 659.74 MPa
- Deformación unitaria al inicio del endurecimiento por deformación: 0.0138
- Deformación unitaria a resistencia máxima: 0.1141

**Figura 18.**

Curva esfuerzo-deformación Acero de refuerzo.



### 7.3. Modelamiento análisis no lineal

El análisis no lineal se realizó mediante modelamiento numérico en el software ETABS 2016 (Computer & Structures, Inc, 2016). El modelo computacional se realizó bajo las siguientes consideraciones:

**Muros estructurales:** Se modelaron como elementos tipo *Shell* despreciando el aporte de rigidez en el eje débil del elemento. Esta consideración se logró asignando un valor de 0.1 al factor de modificación “m22”. Debe notarse que esta condición representa un caso crítico para determinar el desempeño sísmico del edificio.

Para considerar una degradación por cortante, teniendo en cuenta que el método de análisis en el software empleado no contempla un deterioro en la rigidez para esta solicitud, se asigna un valor de 0.40 al factor de modificación “f12”, de acuerdo con la tabla 10-5 de ASCE/SEI 41-17.



Para incluir los efectos de sección fisurada en el análisis no lineal se desprecia la resistencia a tensión que tiene el concreto, eliminando el aporte en la curva esfuerzo-deformación del material.

Para garantizar que los muros se comportaran como secciones rectangulares fueron modelados con dilataciones entre sí, con distancias que varían entre 1 y 2,5 cm.

**Rotulas en muros estructurales:** Bajo la hipótesis que el comportamiento de los muros estructurales del proyecto están controlados por flexión, se evaluó la respuesta no lineal a través de un modelado de plasticidad distribuida, con interacción fuerza axial-momento flector (P-M) y secciones discretizadas en fibras.

**Losa de entrepiso:** Las losas de entrepiso transmiten cargas verticales, es decir, tienen rigidez finita en su propio plano y rigidez nula para efectos a flexión fuera del plano. Para representar esta hipótesis de diseño, la placa se modeló como un elemento tipo membrana. Con el fin de garantizar la adecuada transmisión de cargas entre la losa y los muros, se emplearon elementos tipo *frame* sin rigidez y masa en las uniones muro-losa (Figura 3).

**Apoyos:** Los casos bajo estudio se realizaron bajo dos consideraciones:

1. Estructuras con apoyos rígidos tipo empotramiento en la base de los muros estructurales.
2. Estructuras con apoyos flexibles, modelados con elementos tipo resorte en la base de los elementos estructurales de cimentación.

**Amortiguamiento:** Para los procedimientos lineales estáticos, dinámicos lineales y no lineales, se utilizaron espectros de respuesta amortiguados al 5% para el análisis de todos los edificios bajo estudio.

**Efectos P- $\Delta$ :** En la sección 7.2.6 de ASCE 41-17 se establece la obligatoriedad de considerar los efectos P- $\Delta$  en los análisis no lineales. Con el objetivo de identificar la

afectación que tienen los efectos en la estructura, se realizó una comparación de las curvas de capacidad entre los modelos con y sin efectos P-Δ.

#### **7.4. Patrón de carga análisis no lineal**

##### ***7.4.1. Componente gravitacional en el análisis no lineal.***

Dando cumplimiento a la sección 7.2.2 de ASCE 41-17, en el análisis no lineal de las estructuras bajo estudio se consideraron las acciones causadas por cargas gravitatorias (QG) calculadas mediante la expresión:

$$Q_G = Q_D + Q_{SD} + Q_L$$

Donde

$Q_D$  = Acción causada por cargas muertas.

$Q_{SD}$  = Acción causada por cargas sobreimpuestas.

$Q_L$  = Acción causada por el 25% de la carga viva.

En la Figura 19 se muestra la definición de las cargas gravitatorias en el software usado para realizar el análisis.

**Figura 19.**

*Definición de cargas gravitacionales.*

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: GRAVITACIONAL [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: MsSrc1

**Initial Conditions**

☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☐ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: [ ]

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Scale Factor |
|--------------|-----------|--------------|
| Load Pattern | DEAD      | 1            |
| Load Pattern | SDEAD     | 1            |
| Load Pattern | LIVE      | 0.25         |

[Add] [Delete]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Full Load [Modify/Show...]

Results Saved: Final State Only [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

#### ***7.4.2. Patrones de Carga Lateral y nodo de control***

Se usó una distribución de cargas laterales proporcional a la forma del modo fundamental para cada dirección (X y Y). En la Figura 20, se muestra la asignación en el software de dicha carga en el sentido X. Dado que el segundo modo de vibración era el de mayor excitación de masa en Y, se asignó esta forma modal en esta dirección como se indica en la Figura 21. El nodo de control se localizó en el centro de masa en el nivel de cubierta del edificio, siguiendo la recomendación en la sección 7.4.3.2.2 de ASCE 41-17.

Figura 20.

Definición carga lateral dirección x.

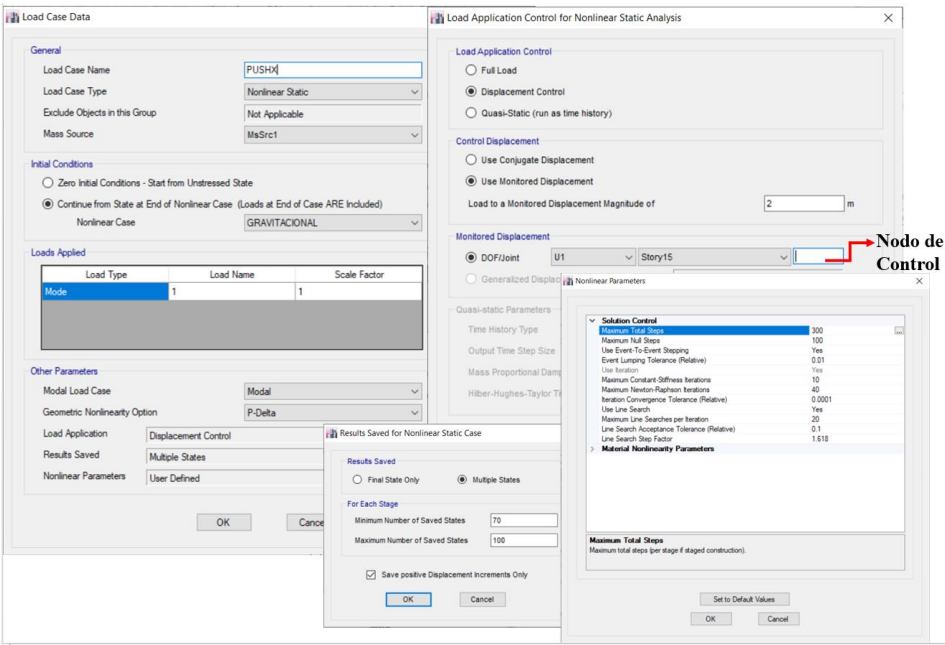
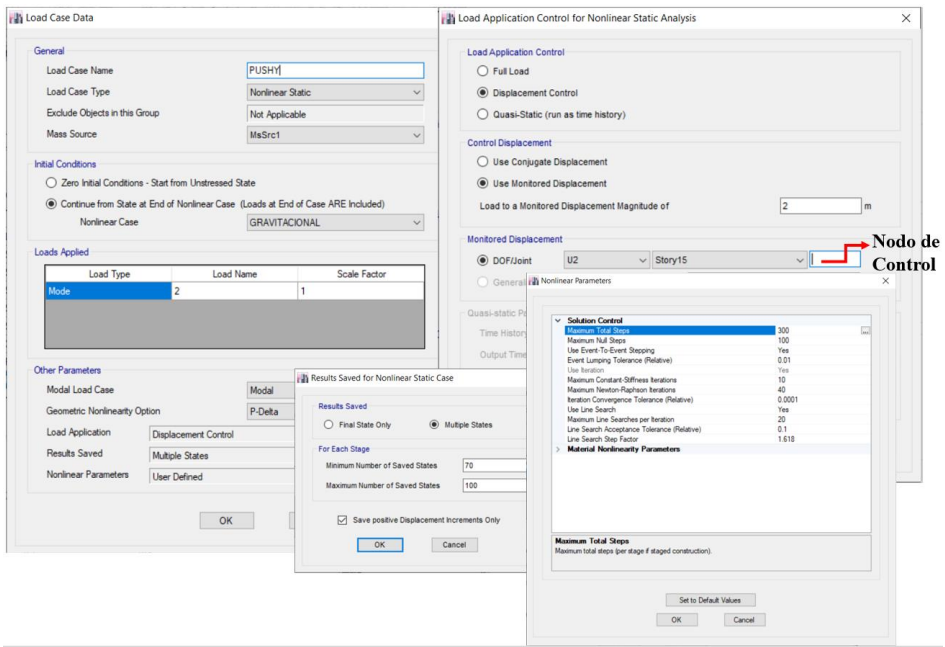


Figura 21.

Definición carga lateral dirección y.



## **7.5. Parámetros análisis no lineal**

### ***7.5.1. Interacción suelo-estructura***

Los efectos de interacción suelo-estructura (Soil Structure Interaction, SSI) deben ser tenidos en cuenta para aquellos edificios en los que un aumento en el periodo fundamental debido a los efectos de la SSI incremente las aceleraciones espectrales. Teniendo en cuenta que el periodo fundamental de la estructura (1.25 s) se encuentra ubicado después de  $T_c$  (0.686 s), un incremento del periodo fundamental por los efectos de SSI reduciría las aceleraciones espectrales. Adoptando un diseño conservador no se toman en cuenta todos los componentes de los efectos SSI. Sin embargo, si se incluye el efecto de la flexibilidad de la cimentación como se describe a continuación.

En el modelado del sistema de cimentación se permite realizar suposiciones tales como bases rígidas o flexibles (sección 8.4.5.2, ACI 41-17). Con el fin de observar los efectos de la flexibilidad de la cimentación en las estructuras, fueron realizados dos tipos de modelado: el primero se realizó usando apoyos rígidos tipo empotramiento en la base de los muros estructurales y el segundo con resortes en la base de los elementos estructurales de cimentación, incluyendo la flexibilidad de la cimentación y el suelo según los parámetros expuestos en la sección 6.4 de ASCE 41-17.

### ***7.5.1. Clasificación de los elementos estructurales de la edificación***

Los muros estructurales que componen la edificación fueron diseñados como el sistema principal de resistencia a cargas laterales y verticales, requeridos para distribuir las deformaciones laterales en la estructura. Por lo tanto, todos los muros fueron clasificados como componentes estructurales primarios de acuerdo a la sección 7.5.1.1 de ASCE 41-17.

### ***7.5.2.Efectos sísmicos multidireccionales***

La sección 9.2.6.1 de ASCE 41-17 especifica que los efectos sísmicos multidireccionales deben ser incluidos concurrentemente en edificios que tengan irregularidades en planta. Dado que las edificaciones bajo estudio no tienen irregularidad en planta, el análisis no lineal se ejecutó para cada dirección de forma independiente. Los efectos de la componente sísmica vertical no se incluyeron en el análisis, dado que las edificaciones bajo estudio no se encuentran dentro de los casos contemplados en la sección 7.2.5.2 de ASCE 41-17.

## **7.6.Resultados obtenidos del análisis no lineal**

### ***7.6.1.Influencia de la flexibilidad de la cimentación y efectos P-Δ.***

Como se estableció en la sección 7.3, se realizaron modelos con bases fijas y flexibles, con y sin efectos P-Δ, que fueron analizados en las direcciones X y Y con el fin de evaluar las implicaciones de dichas variaciones en las curvas de capacidad de las edificaciones. Para ello se establecieron los casos de estudio mostrados en la Tabla 43, y los casos de comparaciones de los resultados listados en la Tabla 44.

**Tabla 43.**

***Casos de estudio establecidos en el análisis estático no lineal.***

| <b>Nomenclatura</b> | <b>Caso de estudio</b>              |
|---------------------|-------------------------------------|
| A                   | Cimentación flexible con efectos PΔ |
| B                   | Cimentación flexible Sin P-Δ        |
| C                   | Cimentación rígida con efectos PΔ   |
| D                   | Cimentación rígida Sin P-Δ          |

**Tabla 44.***Comparaciones realizadas de los resultados del análisis estático no lineal.*

| Comparaciones | Nomenclatura |
|---------------|--------------|
| I             | A vs B       |
| II            | C vs D       |
| III           | A vs C       |
| IV            | B vs D       |

La comparación general de cada edificio se hizo a partir de las curvas fuerza-deformación de las edificaciones DMO (dirección X Figura 22, dirección Y Figura 23) y DES (dirección X Figura 24, dirección Y Figura 25).

Al contrastar los resultados de los casos con y sin efectos  $P-\Delta$  (comparaciones I y II), se observa que los casos con efectos  $P-\Delta$  tienen una afectación post fluencia en los cortantes mayor con respecto a los que no lo consideran, fenómeno reflejado en la pérdida significativa de rigidez y resistencia a medida que se aumenta el desplazamiento. Con relación al punto de desempeño se observó que la mayor variación del cortante tanto en DMO como en DES correspondió al caso I, con porcentajes del 7.1% y 9.2% en dirección X y 4.82% y 5.71% en dirección Y. En cuanto a la rigidez post fluencia se presenta una reducción, aproximada del 240% en dirección X y del 134% en dirección Y, tanto en DMO como en DES. De las comparaciones realizadas se encontró que el porcentaje de variación de las pendientes iniciales (zona elástica) de las curvas no es significativa, encontrando una reducción inferior al 3% en las direcciones y edificaciones bajo análisis.

Con relación a la influencia del tipo de cimentación (comparaciones III y IV), se encontró que el cortante en el punto de desempeño tiene una variación inferior al 3%, mientras que la pendiente post fluencia una diferencia aproximada del 6%, es decir, los resultados encontrados para las dos edificaciones para las comparaciones III y IV no presentan

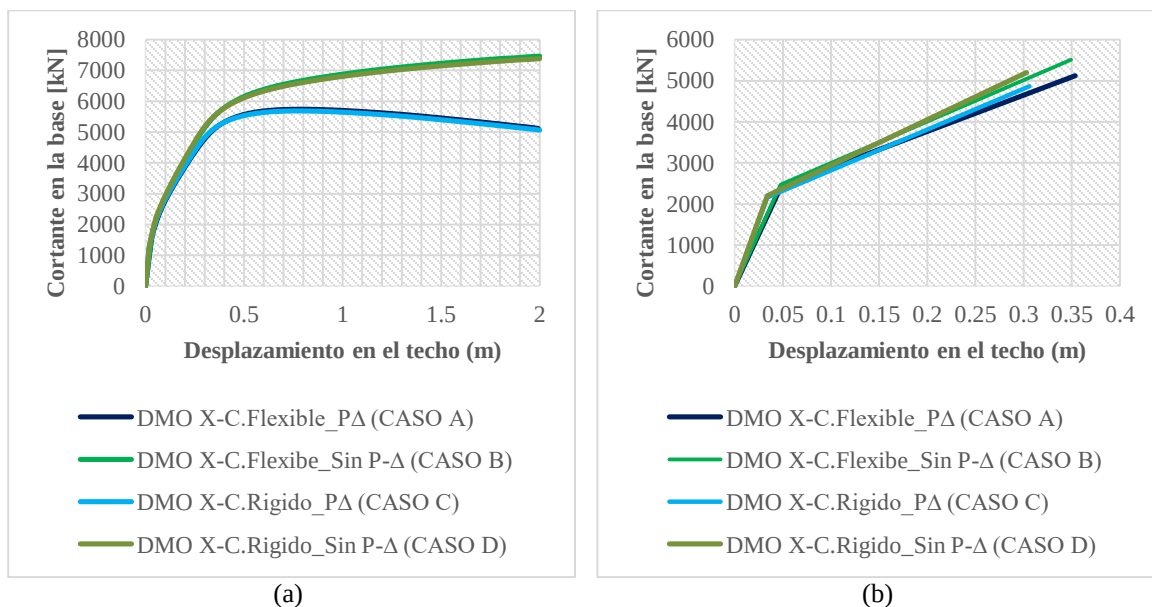
variaciones significativas en la zona elástica. Sin embargo, en las comparaciones III y IV, se observaron variaciones moderadas en las pendientes iniciales (zona elástica), obteniendo que los modelos con cimentación rígida presentaron mayores valores de pendiente con respecto a los de cimentación flexible, con porcentajes alrededor del 22% en dirección X y del 20% en dirección Y.

De estos resultados se infiere que los efectos  $P-\Delta$  afectan significativamente en el comportamiento no lineal de las estructuras, especialmente en la zona post-fluencia, mientras que los efectos de la cimentación rígida y flexible no son significativos. Por tal razón, los análisis posteriores (comparación de los puntos de desempeño, patrones de rotulas plásticas y comportamiento de los muros entre las estructuras DMO y DES) se centran en el caso A (Cimentación flexible con efectos  $P-\Delta$ ), para las edificaciones DMO y DES.

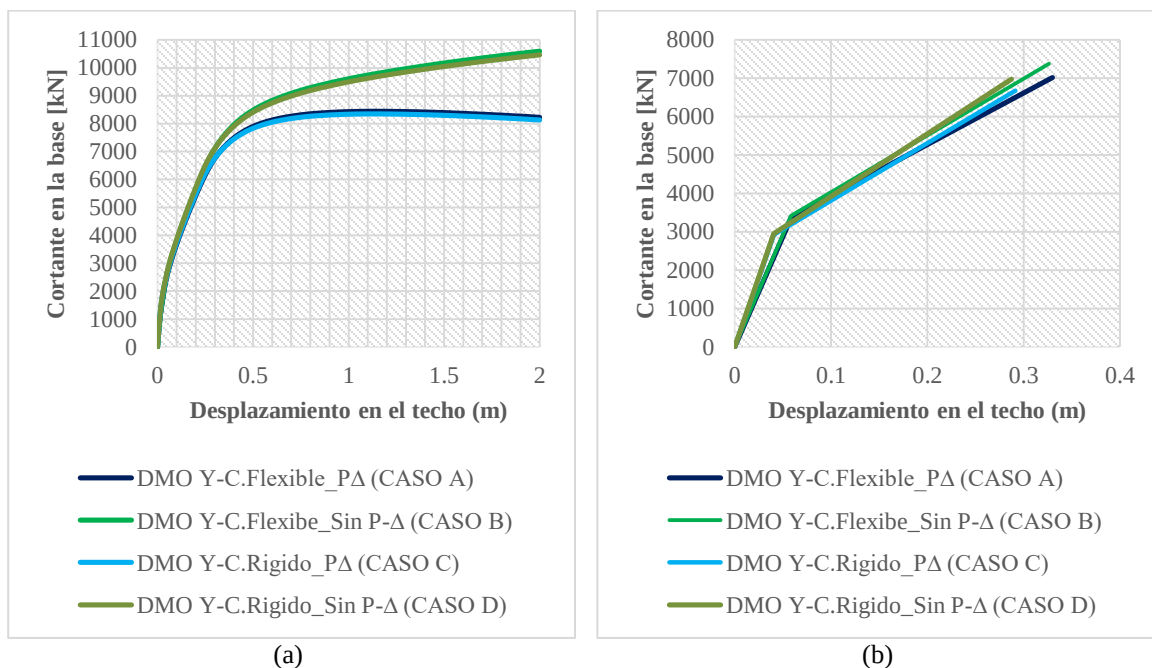
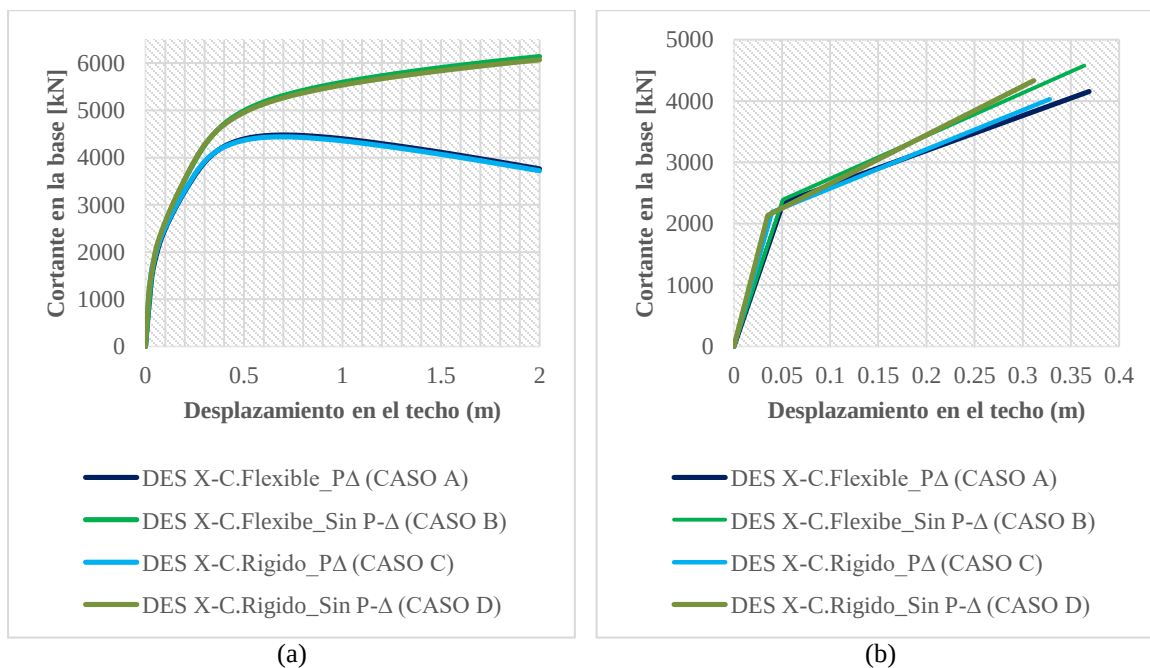
Adicionalmente se encontró que los efectos  $P-\Delta$ , tuvieron la dirección X tanto para la estructura DES como DMO, tuvo mayor afectación

**Figura 22.**

(a) Curva de capacidad, (b) curva bilineal, estructura DMO, dirección X.

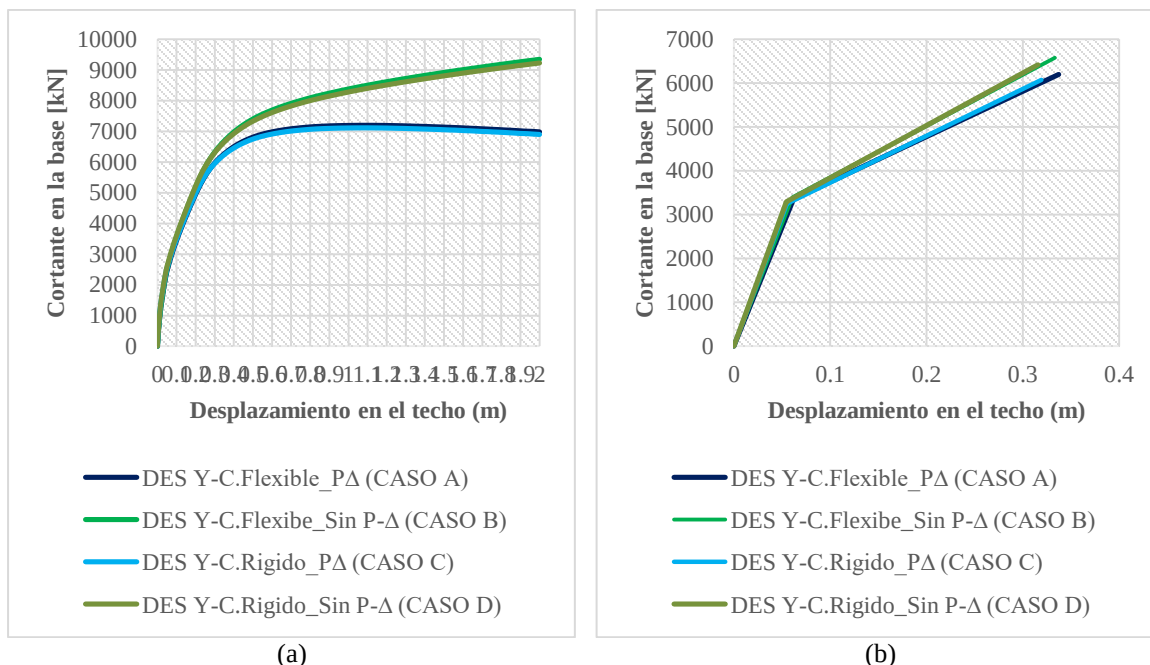




**Figura 23.***(a) Curva de capacidad, (b) Curva bilineal, estructura DMO, dirección Y.***Figura 24.***(a) Curva de capacidad, (b) Curva bilineal, estructura DES dirección X.*

**Figura 25.**

(a) Curva de capacidad, (b) Curva bilineal, estructura DES-dirección Y.



### 7.6.2. Participación de los modos superiores

Según lo descrito en la sección 7.3.2.1 de ASCE 41-17, los efectos de los modos superiores se consideran significativos si el cortante en cualquier piso, resultante de un análisis modal considerando los modos requeridos para obtener una participación de masa del 90%, excede el 130% de cortante de piso correspondiente, considerando solo la respuesta del primer modo de vibración.

En la Tabla 45 se observa que la relación de cortantes en los dos últimos pisos en dirección X y el ultimo en dirección Y, excede el 130%, lo cual implica la influencia de los modos superiores en el análisis de la estructura. Dado que la estructura presenta influencia en los modos superiores y se realizó un análisis lineal dinámico (sección 6.5.2), se permite continuar

con la realización del análisis estático no lineal, tal como se establece en la sección 7.3.2.1 de ASCE 41-17.

**Tabla 45.**

*Influencia de los modos superiores.*

| Entrepisos | Vx<br>kN<br>PPM>90% | Vx<br>kN<br>PPM(1M) | Relación<br>%<br>dir X | Vy<br>kN<br>PPM>90% | Vy<br>kN<br>PPM(1M) | Relación<br>%<br>dir Y |
|------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| Piso 15    | 3264.8              | 2156.7              | 151.4                  | 3674.2              | 2655.7              | 138.3                  |
| Piso 14    | 6351.0              | 4737.7              | 134.1                  | 7308.0              | 5834.8              | 125.2                  |
| Piso 13    | 8616.1              | 7061.4              | 122.0                  | 10110.5             | 8697.7              | 116.2                  |
| Piso 12    | 10343.6             | 9128.8              | 113.3                  | 12343.6             | 11245.6             | 109.8                  |
| Piso 11    | 11734.9             | 10942.5             | 107.2                  | 14194.2             | 13481.4             | 105.3                  |
| Piso 10    | 12940.9             | 12507.2             | 103.5                  | 15798.7             | 15410.7             | 102.5                  |
| Piso 9     | 14067.7             | 13830.1             | 101.7                  | 17251.6             | 17042.2             | 101.2                  |
| Piso 8     | 15175.8             | 14920.9             | 101.7                  | 18608.7             | 18387.9             | 101.2                  |
| Piso 7     | 16281.8             | 15792.7             | 103.1                  | 19890.2             | 19463.7             | 102.2                  |
| Piso 6     | 17365.7             | 16461.8             | 105.5                  | 21086.6             | 20289.6             | 103.9                  |
| Piso 5     | 18382.7             | 16948.0             | 108.5                  | 22167.1             | 20889.9             | 106.1                  |
| Piso 4     | 19275.6             | 17274.8             | 111.6                  | 23088.8             | 21293.4             | 108.4                  |
| Piso 3     | 19986.3             | 17469.4             | 114.4                  | 23806.6             | 21533.7             | 110.6                  |
| Piso 2     | 20467.7             | 17563.0             | 116.5                  | 24283.2             | 21649.0             | 112.2                  |
| Piso 1     | 20695.0             | 17590.4             | 117.6                  | 24501.3             | 21682.3             | 113.0                  |

### **7.6.3. Clasificación del diafragma**

#### Fuerzas horizontales para la clasificación del diafragma

Teniendo en cuenta lo descrito en la sección 7.2.9.1 de ASCE 41-17, los diafragmas se clasifican como flexibles cuando la máxima deformación horizontal del diafragma a lo largo de su longitud sea más del doble del promedio de la deriva de los elementos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica del piso inmediatamente debajo del diafragma. El

diafragma es clasificado como rígido donde la máxima deriva lateral del diafragma es al menos la mitad del promedio de la deriva de piso de los elementos del sistema de resistencia sísmica del piso inmediatamente debajo del diafragma. Si el diafragma no es flexible ni rígido se clasifica como semirrígido.

Para clasificar el diafragma se usan las cargas horizontales teniendo en cuenta lo descrito en la sección 7.4.1.3 de ASCE 41-17, usando la expresión:

$$V = C_1 C_2 C_m S_a W$$

Donde:

$C_1$  = Factor de modificación para relacionar los desplazamientos inelásticos máximos esperados con los desplazamientos calculados para la respuesta elástica lineal. Para periodos fundamentales mayores de 1.0 s,  $C_1=1.0$

$C_2$  = Factor de modificación para representar el efecto de la forma de histéresis, la degradación de la rigidez cíclica y el deterioro de la resistencia en la respuesta de desplazamiento máximo. Para periodos fundamentales mayores de 0.7 s,  $C_2 = 1.0$

$S_a$  = Aceleración del espectro de respuesta en el periodo fundamental.

$C_m$  = Factor de masa efectiva para tener en cuenta los efectos de participación de masa modal más altos obtenidos de la Tabla 7-4. Para periodos fundamentales mayores de 1.0 s,  $C_m = 1.00$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

Teniendo en cuenta que tanto la estructura DMO y DES tienen periodos superiores a 1 s, los parámetros  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_m$  se tomaron igual a 1.

La clasificación del diafragma se realizó con los modelos de base flexible con efectos P- $\Delta$ . Para el cálculo de la variable  $W$  no se tuvo en cuenta el peso de los elementos de la

cimentación y se usó el mismo valor (89701 kN) tanto para la estructura DMO como para la DES, puesto que las dos estructuras tienen la misma geometría en planta y en altura, y los elementos estructurales comparten las mismas dimensiones.

Teniendo en cuenta que los muros de las dos edificaciones cuentan con una distribución de refuerzo diferente, las edificaciones no presentaron los mismos periodos de vibración obteniendo valores de 1.39 s y 1.41 s en dirección X y de 1.17 s y 1.22 s en dirección Y para la edificación DMO y DES, respectivamente.

Los datos y las fuerzas pseudo laterales para la clasificación del diafragma se encuentran consignadas en el Apéndice H.

#### Puntos de clasificación del diafragma

Teniendo en cuenta que la planta de las edificaciones DMO y DES son iguales y comparten los mismos nodos, en la Tabla 46 y la Figura 26 se muestran los puntos donde se evaluaron las deflexiones horizontales del diafragma para las dos edificaciones.

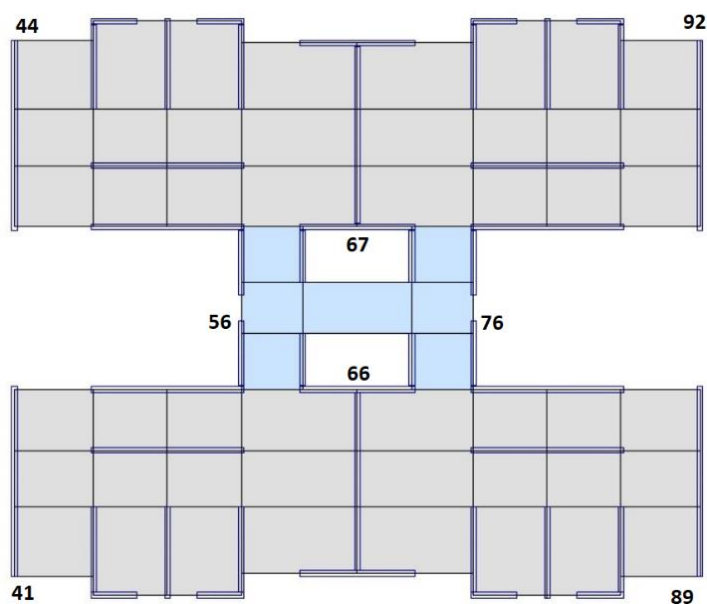
**Tabla 46.**

***Referenciación de nodos usados en la clasificación del diafragma.***

|   |                            |    |   |                                 |    |
|---|----------------------------|----|---|---------------------------------|----|
| A | Esquina inferior izquierda | 41 | 1 | Punto medio diafragma izquierda | 56 |
| B | Esquina inferior derecha   | 89 | 2 | Punto medio diafragma derecha   | 76 |
| C | Esquina superior izquierda | 44 | 3 | Punto medio diafragma inferior  | 66 |
| D | Esquina Superior derecha   | 92 | 4 | Punto medio diafragma superior  | 67 |

**Figura 26.**

*Puntos de referencia clasificación del diafragma.*



#### Clasificación del diafragma estructura DMO

Los resultados de la evaluación del tipo de diafragma se presentan en la Tabla 47 y Tabla 48. Se concluye que el diafragma es semirrígido (“stiff”), teniendo en cuenta lo descrito en 7.2.9.2 de ASCE 41-17. Esta clasificación indica que en el modelo matemático se debe tener en cuenta los efectos de la flexibilidad del diafragma modelándolo como un elemento con rigidez en el plano, es decir, actúa como una unidad y sus propiedades de masa y de rigidez se pueden concentrar en el centro de masa y de rigidez respectivamente.

**Tabla 47.***Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección X.*

| Nivel | A       | B       | C       | D       | 1       | 2       | (A+C)/2  | (B+D)/2  | Verif. | Verif. |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|
|       | Derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | Extremos | Extremos | kN     | kN     |
| 15    | 0.0135  | 0.0135  | 0.0151  | 0.0134  | 0.0142  | 0.0142  | 0.0143   | 0.0134   | Stiff  | Stiff  |
| 14    | 0.0135  | 0.0135  | 0.0151  | 0.0134  | 0.0142  | 0.0142  | 0.0143   | 0.0134   | Stiff  | Stiff  |
| 13    | 0.0134  | 0.0134  | 0.0150  | 0.0134  | 0.0142  | 0.0142  | 0.0142   | 0.0134   | Stiff  | Stiff  |
| 12    | 0.0133  | 0.0133  | 0.0149  | 0.0132  | 0.0140  | 0.0140  | 0.0141   | 0.0133   | Stiff  | Stiff  |
| 11    | 0.0131  | 0.0131  | 0.0146  | 0.0130  | 0.0138  | 0.0138  | 0.0139   | 0.0130   | Stiff  | Stiff  |
| 10    | 0.0127  | 0.0127  | 0.0143  | 0.0127  | 0.0135  | 0.0135  | 0.0135   | 0.0127   | Stiff  | Stiff  |
| 9     | 0.0122  | 0.0122  | 0.0137  | 0.0122  | 0.0130  | 0.0130  | 0.0130   | 0.0122   | Stiff  | Stiff  |
| 8     | 0.0116  | 0.0116  | 0.0130  | 0.0116  | 0.0123  | 0.0123  | 0.0123   | 0.0116   | Stiff  | Stiff  |
| 7     | 0.0108  | 0.0108  | 0.0121  | 0.0108  | 0.0115  | 0.0115  | 0.0115   | 0.0108   | Stiff  | Stiff  |
| 6     | 0.0099  | 0.0099  | 0.0111  | 0.0098  | 0.0104  | 0.0104  | 0.0105   | 0.0098   | Stiff  | Stiff  |
| 5     | 0.0087  | 0.0087  | 0.0098  | 0.0087  | 0.0092  | 0.0092  | 0.0092   | 0.0087   | Stiff  | Stiff  |
| 4     | 0.0074  | 0.0074  | 0.0083  | 0.0074  | 0.0078  | 0.0078  | 0.0078   | 0.0074   | Stiff  | Stiff  |
| 3     | 0.0059  | 0.0059  | 0.0066  | 0.0058  | 0.0062  | 0.0062  | 0.0062   | 0.0059   | Stiff  | Stiff  |
| 2     | 0.0042  | 0.0042  | 0.0047  | 0.0041  | 0.0044  | 0.0044  | 0.0044   | 0.0042   | Stiff  | Stiff  |
| 1     | 0.0022  | 0.0022  | 0.0024  | 0.0022  | 0.0023  | 0.0023  | 0.0023   | 0.0022   | Stiff  | Stiff  |

Tabla 48.

*Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección Y.*

| Nivel | A       | B       | C       | D       | 3       | 4       | (A+B)/2  | (C+D)/2  | Verif. | Verif. |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|
|       | Derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | Extremos | Extremos | kN     | kN     |
| 15    | 0.01046 | 0.01332 | 0.01046 | 0.01332 | 0.01189 | 0.01189 | 0.01189  | 0.01189  | Stiff  | Stiff  |
| 14    | 0.01046 | 0.01332 | 0.01046 | 0.01332 | 0.01189 | 0.01189 | 0.01189  | 0.01189  | Stiff  | Stiff  |
| 13    | 0.01043 | 0.01328 | 0.01043 | 0.01328 | 0.01185 | 0.01185 | 0.01185  | 0.01185  | Stiff  | Stiff  |
| 12    | 0.01034 | 0.01317 | 0.01034 | 0.01317 | 0.01175 | 0.01175 | 0.01175  | 0.01175  | Stiff  | Stiff  |
| 11    | 0.01017 | 0.01296 | 0.01017 | 0.01296 | 0.01157 | 0.01157 | 0.01157  | 0.01157  | Stiff  | Stiff  |
| 10    | 0.00992 | 0.01264 | 0.00992 | 0.01264 | 0.01128 | 0.01128 | 0.01128  | 0.01128  | Stiff  | Stiff  |
| 9     | 0.00957 | 0.01219 | 0.00957 | 0.01219 | 0.01088 | 0.01088 | 0.01088  | 0.01088  | Stiff  | Stiff  |
| 8     | 0.00910 | 0.01159 | 0.00910 | 0.01159 | 0.01034 | 0.01034 | 0.01034  | 0.01034  | Stiff  | Stiff  |
| 7     | 0.00850 | 0.01082 | 0.00850 | 0.01082 | 0.00966 | 0.00966 | 0.00966  | 0.00966  | Stiff  | Stiff  |
| 6     | 0.00777 | 0.00990 | 0.00777 | 0.00990 | 0.00884 | 0.00884 | 0.00883  | 0.00883  | Stiff  | Stiff  |
| 5     | 0.00692 | 0.00880 | 0.00692 | 0.00880 | 0.00786 | 0.00786 | 0.00786  | 0.00786  | Stiff  | Stiff  |
| 4     | 0.00592 | 0.00752 | 0.00592 | 0.00752 | 0.00672 | 0.00672 | 0.00672  | 0.00672  | Stiff  | Stiff  |
| 3     | 0.00477 | 0.00604 | 0.00477 | 0.00604 | 0.00540 | 0.00540 | 0.00540  | 0.00540  | Stiff  | Stiff  |
| 2     | 0.00344 | 0.00435 | 0.00344 | 0.00435 | 0.00389 | 0.00389 | 0.00389  | 0.00389  | Stiff  | Stiff  |
| 1     | 0.00189 | 0.00235 | 0.00189 | 0.00235 | 0.00206 | 0.00206 | 0.00212  | 0.00212  | Stiff  | Stiff  |

Clasificación del diafragma estructura DES

Los resultados de la evaluación del tipo de diafragma se presentan en la Tabla 49 y Tabla 50. Al igual que en la edificación DMO, se concluye que el diafragma es semirrígido (stiff).



Tabla 49.

*Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección X.*

| Nivel | A       | B       | C       | D       | 1       | 2       | (A+C)/2  | (B+D)/2  | Verif. | Verif. |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|
|       | Derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | Extremos | Extremos | kN     | kN     |
| 15    | 0.0138  | 0.0138  | 0.0155  | 0.0155  | 0.0146  | 0.0146  | 0.0146   | 0.0146   | Stiff  | Stiff  |
| 14    | 0.0138  | 0.0138  | 0.0154  | 0.0154  | 0.0146  | 0.0146  | 0.0146   | 0.0146   | Stiff  | Stiff  |
| 13    | 0.0137  | 0.0137  | 0.0154  | 0.0154  | 0.0145  | 0.0145  | 0.0146   | 0.0146   | Stiff  | Stiff  |
| 12    | 0.0136  | 0.0136  | 0.0152  | 0.0152  | 0.0144  | 0.0144  | 0.0144   | 0.0144   | Stiff  | Stiff  |
| 11    | 0.0134  | 0.0134  | 0.0150  | 0.0150  | 0.0142  | 0.0142  | 0.0142   | 0.0142   | Stiff  | Stiff  |
| 10    | 0.0131  | 0.0131  | 0.0146  | 0.0146  | 0.0138  | 0.0138  | 0.0139   | 0.0139   | Stiff  | Stiff  |
| 9     | 0.0126  | 0.0126  | 0.0141  | 0.0141  | 0.0133  | 0.0133  | 0.0134   | 0.0134   | Stiff  | Stiff  |
| 8     | 0.0120  | 0.0120  | 0.0134  | 0.0134  | 0.0126  | 0.0126  | 0.0127   | 0.0127   | Stiff  | Stiff  |
| 7     | 0.0112  | 0.0112  | 0.0125  | 0.0125  | 0.0118  | 0.0118  | 0.0118   | 0.0118   | Stiff  | Stiff  |
| 6     | 0.0102  | 0.0102  | 0.0114  | 0.0114  | 0.0107  | 0.0107  | 0.0108   | 0.0108   | Stiff  | Stiff  |
| 5     | 0.0090  | 0.0090  | 0.0101  | 0.0101  | 0.0095  | 0.0095  | 0.0095   | 0.0095   | Stiff  | Stiff  |
| 4     | 0.0076  | 0.0076  | 0.0085  | 0.0085  | 0.0081  | 0.0081  | 0.0081   | 0.0081   | Stiff  | Stiff  |
| 3     | 0.0061  | 0.0061  | 0.0068  | 0.0068  | 0.0064  | 0.0064  | 0.0064   | 0.0064   | Stiff  | Stiff  |
| 2     | 0.0043  | 0.0043  | 0.0048  | 0.0048  | 0.0045  | 0.0045  | 0.0045   | 0.0045   | Stiff  | Stiff  |
| 1     | 0.0022  | 0.0022  | 0.0025  | 0.0025  | 0.0023  | 0.0023  | 0.0023   | 0.0023   | Stiff  | Stiff  |

**Tabla 50.***Verificación rigidez del diafragma-análisis en dirección Y.*

| Nivel | A       | B       | C       | D       | 3       | 4       | (A+B)/2  | (C+D)/2  | Verif. | Verif. |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|
|       | Derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | derivas | Extremos | Extremos | kN     | kN     |
| 15    | 0.0107  | 0.0136  | 0.0107  | 0.0136  | 0.0121  | 0.0121  | 0.0121   | 0.0121   | Stiff  | Stiff  |
| 14    | 0.0107  | 0.0136  | 0.0107  | 0.0136  | 0.0121  | 0.0121  | 0.0121   | 0.0121   | Stiff  | Stiff  |
| 13    | 0.0106  | 0.0135  | 0.0106  | 0.0135  | 0.0121  | 0.0121  | 0.0121   | 0.0121   | Stiff  | Stiff  |
| 12    | 0.0105  | 0.0134  | 0.0105  | 0.0134  | 0.0120  | 0.0120  | 0.0120   | 0.0120   | Stiff  | Stiff  |
| 11    | 0.0104  | 0.0132  | 0.0104  | 0.0132  | 0.0118  | 0.0118  | 0.0118   | 0.0118   | Stiff  | Stiff  |
| 10    | 0.0101  | 0.0129  | 0.0101  | 0.0129  | 0.0115  | 0.0115  | 0.0115   | 0.0115   | Stiff  | Stiff  |
| 9     | 0.0098  | 0.0124  | 0.0098  | 0.0124  | 0.0111  | 0.0111  | 0.0111   | 0.0111   | Stiff  | Stiff  |
| 8     | 0.0093  | 0.0118  | 0.0093  | 0.0118  | 0.0106  | 0.0106  | 0.0106   | 0.0106   | Stiff  | Stiff  |
| 7     | 0.0087  | 0.0111  | 0.0087  | 0.0111  | 0.0099  | 0.0099  | 0.0099   | 0.0099   | Stiff  | Stiff  |
| 6     | 0.0079  | 0.0101  | 0.0079  | 0.0101  | 0.0090  | 0.0090  | 0.0090   | 0.0090   | Stiff  | Stiff  |
| 5     | 0.0071  | 0.0090  | 0.0071  | 0.0090  | 0.0080  | 0.0080  | 0.0080   | 0.0080   | Stiff  | Stiff  |
| 4     | 0.0060  | 0.0077  | 0.0060  | 0.0077  | 0.0068  | 0.0068  | 0.0068   | 0.0068   | Stiff  | Stiff  |
| 3     | 0.0048  | 0.0061  | 0.0048  | 0.0061  | 0.0055  | 0.0055  | 0.0055   | 0.0055   | Stiff  | Stiff  |
| 2     | 0.0035  | 0.0044  | 0.0035  | 0.0044  | 0.0039  | 0.0039  | 0.0039   | 0.0039   | Stiff  | Stiff  |
| 1     | 0.0019  | 0.0024  | 0.0019  | 0.0024  | 0.0021  | 0.0021  | 0.0021   | 0.0021   | Stiff  | Stiff  |

### ***7.6.1.Verificaciones de estabilidad estructural por efectos P-delta***

Teniendo en cuenta lo descrito en la sección 12.8.7 de ASCE 7-10, se verificó que el índice de estabilidad ( $\theta_i$ ) no exceda 0.25 o el máximo coeficiente de estabilidad  $\theta_{\max} = 0.5/\beta * C_d$ , donde,  $C_d=5$ ;  $\beta=1.00$ . Se realiza el cálculo del índice de estabilidad mediante la ecuación (sección A.6.2.3 de NSR-10):

$$\theta_i = \frac{P_i \cdot \Delta_{cm}}{V_i \cdot h_{pi}}$$

Donde,  $P_i$  es la suma de carga gravitacional total que existe en el piso  $i$  y todos los pisos localizados por encima,  $\Delta_{cm}$  es la deriva del piso ( $i$ ) en la dirección bajo estudio ( $j$ ) medida en el centro de masa del piso, como la diferencia entre el desplazamiento horizontal del piso  $i$  menos el del piso  $i-1$  en la misma dirección  $j$ .

En el Apéndice I se presenta los cálculos realizados para las estructuras, en las dos direcciones bajo análisis. De los análisis realizados se obtuvo un valor máximo de índice de estabilidad para la estructura DMO de 0.026 y 0.020, para la dirección X y Y, respectivamente, y de 0.027 y 0.021 para dichas direcciones en la estructura DES. Se concluye que las edificaciones cumplen con los límites establecidos en NSR-10.

### ***7.6.2.Verificaciones en la cimentación.***

Se realiza la revisión de la capacidad portante y desplazamientos verticales de la cimentación, resultante del análisis no lineal en el momento en el que las estructuras alcanzan el desplazamiento objetivo. El límite establecido en la sección 8.4.1 de ASCE 41-17 para la capacidad portante del suelo es  $3q_a$ , lo cual se traduce en un valor de 750 kN/m<sup>2</sup>, dado que la capacidad portante del proyecto es de 250 kN/m<sup>2</sup>.

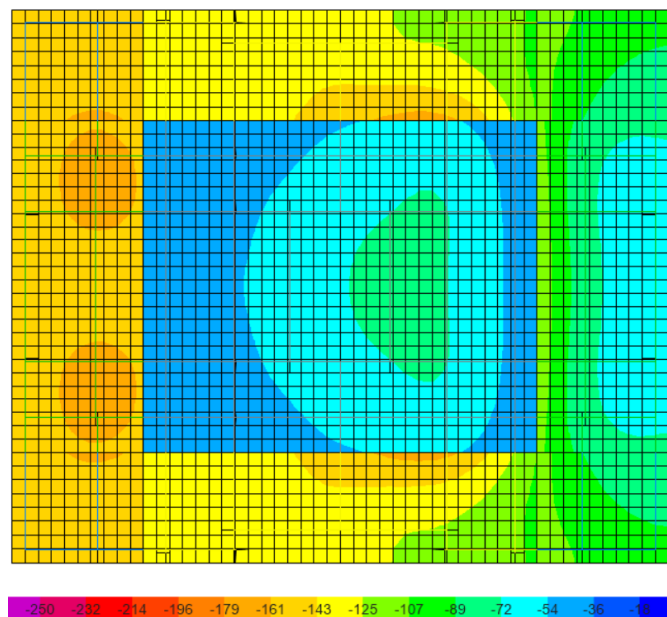
Estructura DMO

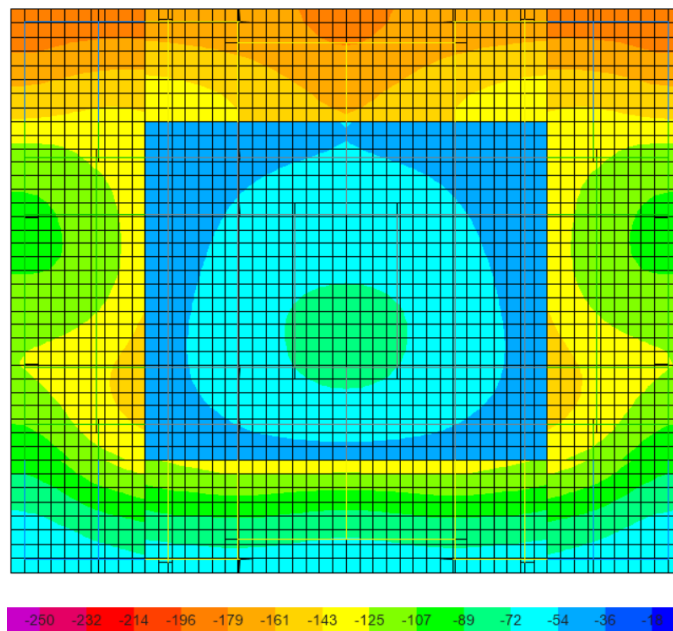
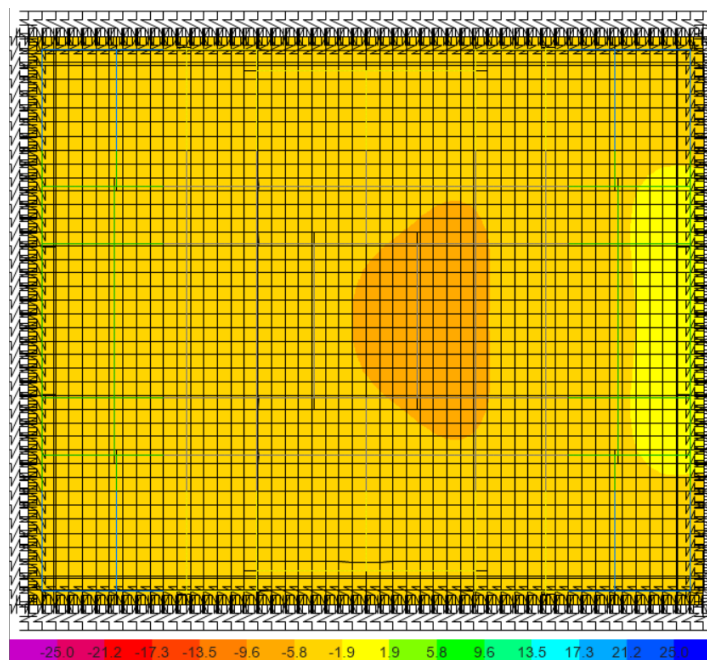
En la Figura 27 y Figura 28 se muestran los esfuerzos en cada dirección de análisis, donde se observan valores máximos promedio de esfuerzo de  $171 \text{ kN/m}^2$  para el análisis en la dirección X y valores de  $190 \text{ kN/m}^2$  para la dirección ortogonal. Estos valores son inferiores al esfuerzo máximo ( $750 \text{ kN/m}^2$ ).

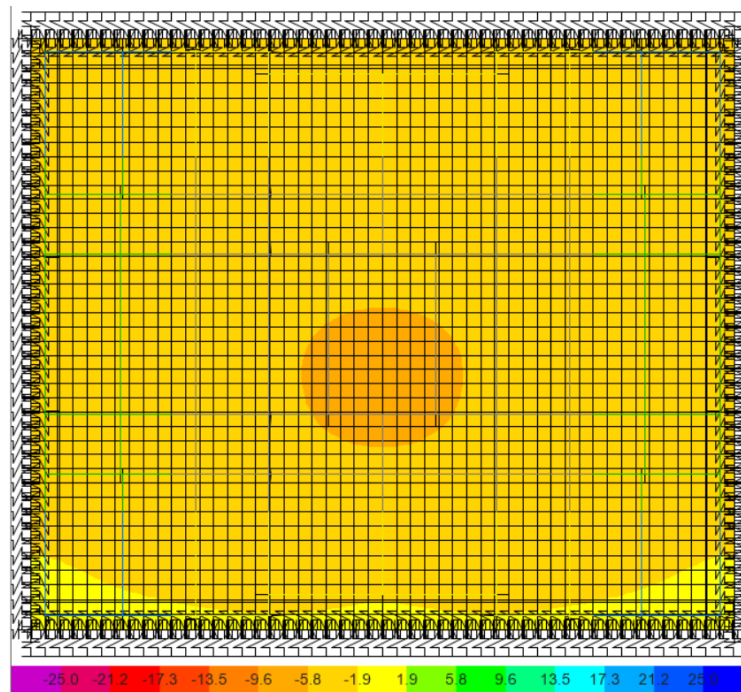
En la Figura 29 y Figura 30 se muestran los diagramas de deformación vertical del suelo, observando que los resortes asignados a la cimentación se encuentran completamente a compresión. Los asentamientos instantáneos máximos fueron  $6.3 \text{ mm}$  y  $6.5 \text{ mm}$  luego de ejecutar el análisis en las direcciones X y Y, respectivamente.

**Figura 27.**

*Diagrama de esfuerzo Cimentación DMO, dirección X.*



**Figura 28.***Diagrama de esfuerzo Cimentación DMO, dirección Y***Figura 29.***Diagrama de deformaciones Cimentación DMO, dirección X*

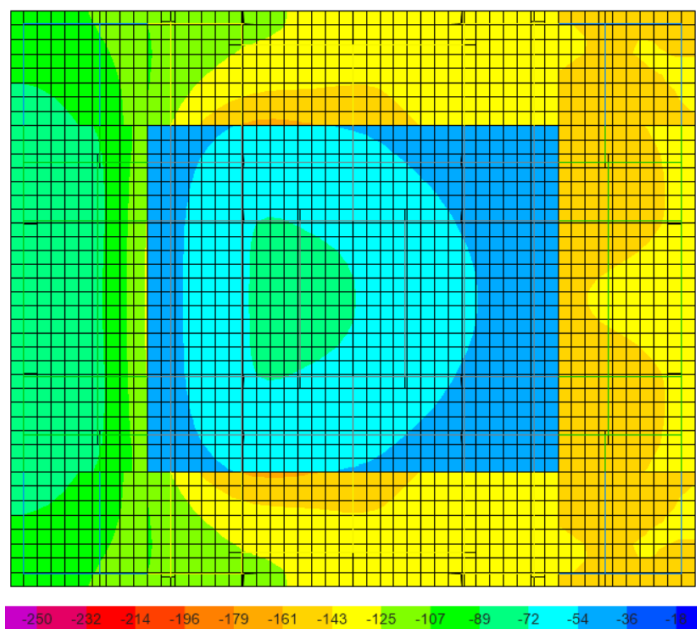
**Figura 30.***Diagrama de deformaciones Cimentación DMO, dirección Y*

### Estructura DES

En la Figura 31 y Figura 32 se muestran los esfuerzos para cada dirección de análisis. Los esfuerzos máximos (170 y 182 kN/m<sup>2</sup>) para la dirección X y Y son inferiores al límite establecido (750 kN/m<sup>2</sup>). Al igual que en la estructura DMO, la deformación vertical máxima del suelo (-6.4 mm y -6.5 mm) mostrada en la Figura 33 y Figura 34 indica que el suelo se encuentran completamente a compresión.

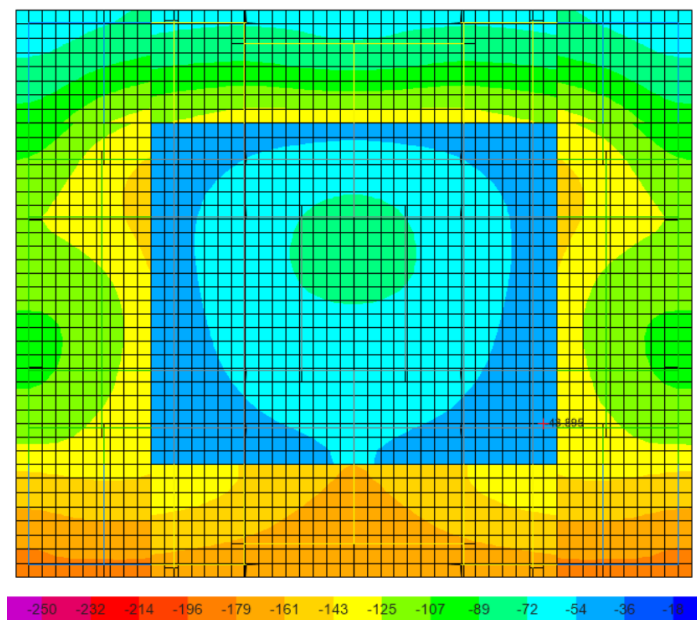
**Figura 31.**

*Diagrama de esfuerzo Cimentación DES, dirección X.*



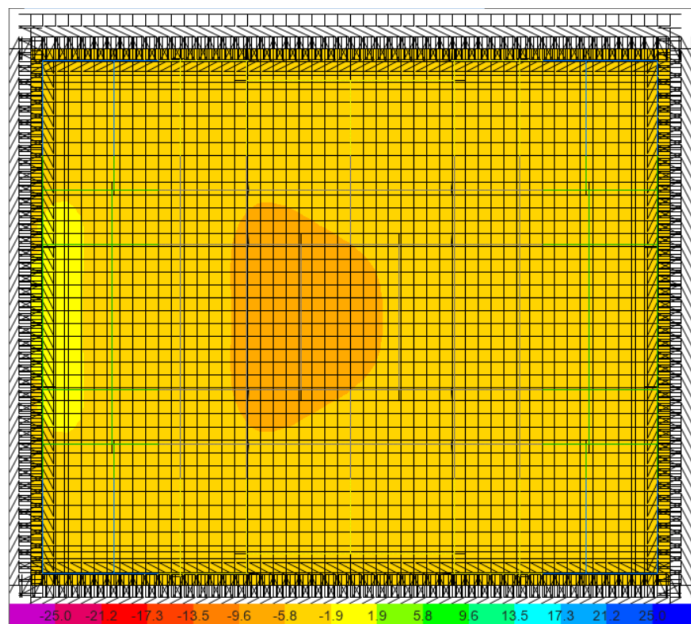
**Figura 32.**

*Diagrama de esfuerzo Cimentación DES, dirección Y.*



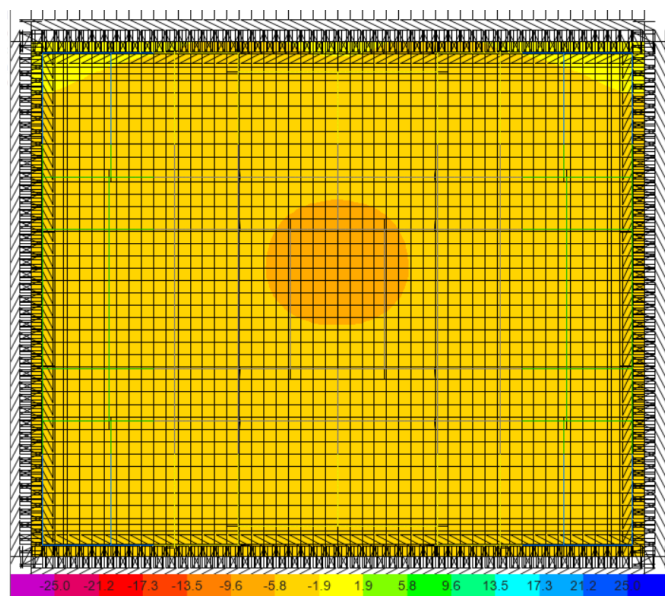
**Figura 33.**

*Diagrama de deformaciones Cimentación DES, dirección X.*



**Figura 34.**

*Diagrama de deformaciones Cimentación DES, dirección Y.*





### 7.6.1. Relación de resistencia

Se verificó que la relación de resistencia  $\mu_{\text{strength}}$  fuera menor a la resistencia  $\mu_{\text{max}}$ , siguiendo lo establecido en la sección 7.3.2.1 de ASCE 41-17.

La relación de resistencia se calculó como  $\mu_{\text{strength}} = \frac{S_a}{V_y/W} C_m$ , donde  $S_a$  es la aceleración espectral (sección 2.4.1 y 2.4.2 de ASCE 41-17),  $V_y$  es la resistencia a la fluencia calculada usando los resultados del análisis elástico no lineal (sección 7.4.3.2.4),  $W$  es el peso sísmico efectivo (sección 7.4.1.3.1) y  $C_m$  es el factor de masa efectivo, igual a la unidad cuando el periodo fundamental es igual a 1 s.

La relación de resistencia máxima se calculó mediante las siguientes expresiones

1.  $\mu_{\text{max}} = \frac{\Delta_d}{\Delta_y} + \frac{|\alpha_e|^{-h}}{4}$
2.  $h = 1 + 0.15 \ln(T_e)$
3.  $\alpha_e = \alpha_{P-\Delta} + \lambda (\alpha_2 - \alpha_{P-\Delta})$

Donde  $\Delta_d$  es el menor valor entre el desplazamiento objetivo y el desplazamiento correspondiente al máximo cortante en la base,  $\Delta_y$  es el desplazamiento en la resistencia efectiva de fluencia,  $h$  se calculó con la ecuación [2],  $T_e$  es el periodo efectivo y  $\alpha_e$  es la pendiente efectiva negativa posterior a la fluencia,  $\alpha_{P-\Delta}$  y  $\alpha_2$  son las relaciones de pendientes posterior a la fluencia debida a los efectos P- $\Delta$  y los efectos por degradación cíclica, respectivamente.

Teniendo en cuenta que la estructura es de tipo B1N y no presentó degradación cíclica,  $\alpha_e$  se tomó igual que  $\alpha_{P-\Delta}$ .

Del análisis realizado a las edificaciones DMO y DES se obtuvieron los valores de  $\mu_{\text{strength}}$  y  $\mu_{\text{max}}$  presentados en la Tabla 53. Estos valores fueron calculados a partir de la información mostrada en las Tabla 51 y Tabla 52. La comparación entre  $\mu_{\text{strength}}$  y  $\mu_{\text{max}}$

permite concluir que las estructuras cumplen con la condición de la sección 7.3.2.1 de ASCE 41-17 y por lo tanto se avala la aplicabilidad del análisis estático no lineal.

**Tabla 51.**

*Parámetros para el cálculo de relaciones de resistencia, estructura DMO*

| Dirección x    |            | Dirección y    |            |
|----------------|------------|----------------|------------|
| $\Delta d$ (m) | 0.3535     | $\Delta d$ (m) | 0.3298     |
| $\Delta y$ (m) | 0.0481     | $\Delta y$ (m) | 0.0588     |
| $Vd$ (Kn)      | 5122.036   | $Vd$ (Kn)      | 7023.026   |
| $Vy$ (kN)      | 2424.115   | $Vy$ (kN)      | 3371.830   |
| $W$ (Kn)       | 89701.0094 | $W$ (Kn)       | 89701.0094 |
| $Sa$ (g)       | 0.3873     | $Sa$ (g)       | 0.4143     |
| $Cm$           | 1.00       | $Cm$           | 1.00       |
| $Ke$ (kN/m)    | 50365.232  | $Ke$ (kN/m)    | 57291.625  |
| $Te$ (s)       | 1.558      | $Te$ (s)       | 1.456      |
| $h$            | 1.067      | $h$            | 1.0564     |
| $\alpha e$     | 0.0133     | $\alpha e$     | 0.00524    |

Tabla 52.

*Parámetros para el cálculo de relaciones de resistencia, estructura DES.*

| Dirección X    |            | Dirección Y    |            |
|----------------|------------|----------------|------------|
| $\Delta d$ (m) | 0.369      | $\Delta d$ (m) | 0.337      |
| $\Delta y$ (m) | 0.0513     | $\Delta y$ (m) | 0.0616     |
| Vd (Kn)        | 4155.61    | Vd (Kn)        | 6200.04    |
| Vy (kN)        | 2346.09    | Vy (kN)        | 3349.053   |
| W (Kn)         | 89701.0094 | W (Kn)         | 89701.0094 |
| Sa (g)         | 0.3685     | Sa (g)         | 0.4035     |
| Cm             | 1.00       | Cm             | 1.00       |
| Ke (kN/m)      | 45769.23   | Ke (kN/m)      | 54368.10   |
| Te (s)         | 1.638      | Te (s)         | 1.495      |
| h              | 1.074      | h              | 1.0603     |
| $\alpha e$     | 0.0149     | $\alpha e$     | 0.00522    |

Tabla 53.

*Relaciones de resistencia direcciones X y Y, estructura DMO y DES.*

| Estructura DMO          |             |             | ESTRUCTURA DES          |             |             |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|
| Parámetros              | Dirección X | Dirección Y | Parámetros              | Dirección X | Dirección Y |
| $\mu_{\text{strength}}$ | 14.33       | 11.022      | $\mu_{\text{strength}}$ | 14.09       | 10.81       |
| $\mu_{\text{max}}$      | 32.44       | 69.80       | $\mu_{\text{max}}$      | 30.07       | 71.29       |

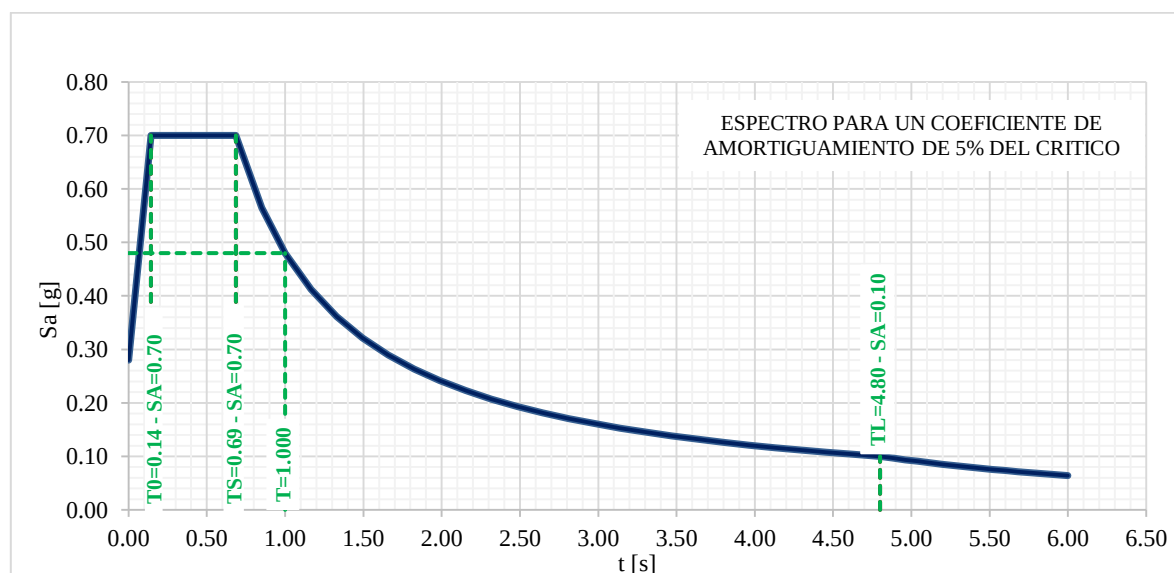
## 8.Etapa 4: Análisis de resultados

### 8.1.1.Puntos de desempeño ( $\delta d$ ) y desplazamiento último ( $\delta u$ )

Para determinar fuerzas, desplazamientos y deformaciones del procedimiento de análisis estático no lineal se aplica el método de los coeficientes definido en la sección 7.4.3.3 ASCE 41-17. El espectro de aceleración utilizado en esta parte se muestra en la Figura 35.

**Figura 35.**

*Espectro ASCE 7-10.*

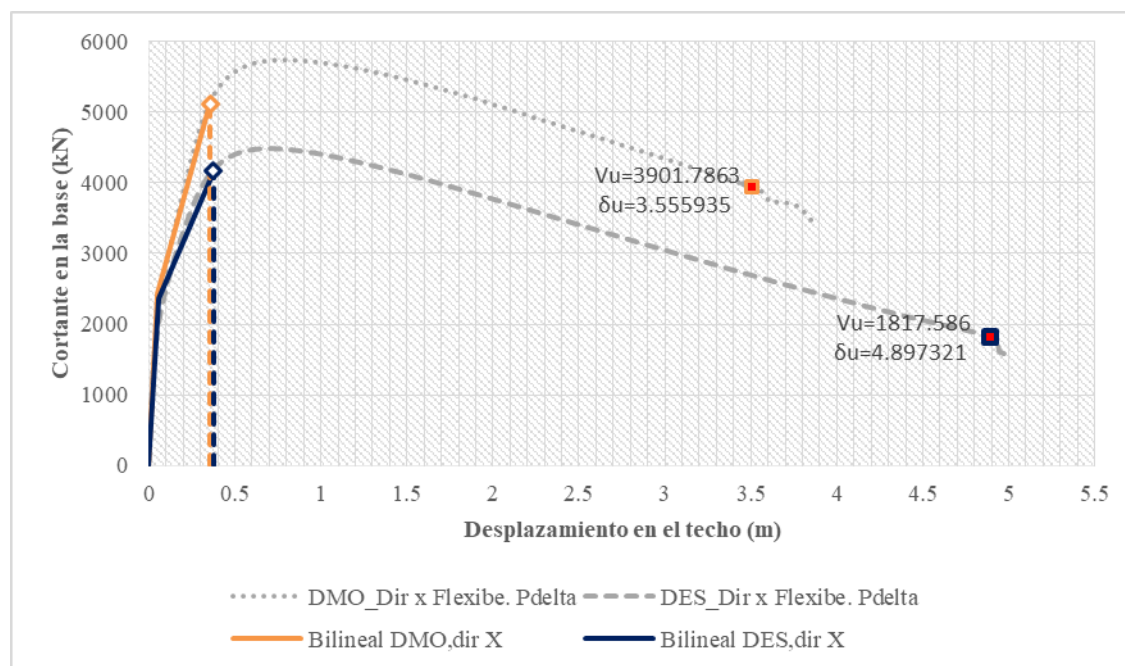


A partir de la idealización de la curva de capacidad se obtuvieron puntos de desempeño ( $\delta d$ ) en la dirección X de 0.353 m y 0.367 m para la estructura DMO y DES, respectivamente, como se observa en la Figura 36. Los puntos de desempeño en la dirección Y fueron 0.33 m y 0.340 m para la estructura DMO y DES, respectivamente, (Figura 37). Es de notar que la diferencia de los desplazamientos en el punto de desempeño en las direcciones bajo estudio para las dos edificaciones no fue significativa (menor al 6%), sin embargo tras analizar la

curva de capacidad completa de las estructuras se observa que la edificación DES presento menores valores de cortante sin embargo su desplazamiento último fue un 38% y 61.5% mayor que la estructura DMO para las direcciones X y Y, respectivamente. Es de notar que la estructura DMO presenta mayores cuantías de refuerzo en los primero pisos a lo que se le atribuye que tenga mayores valores de cortante que la estructura DES, sin embargo sus elementos de borde se suspenden en altura primero que los de la estructura DES a lo que se le atribuiría el menor desplazamiento último encontrado.

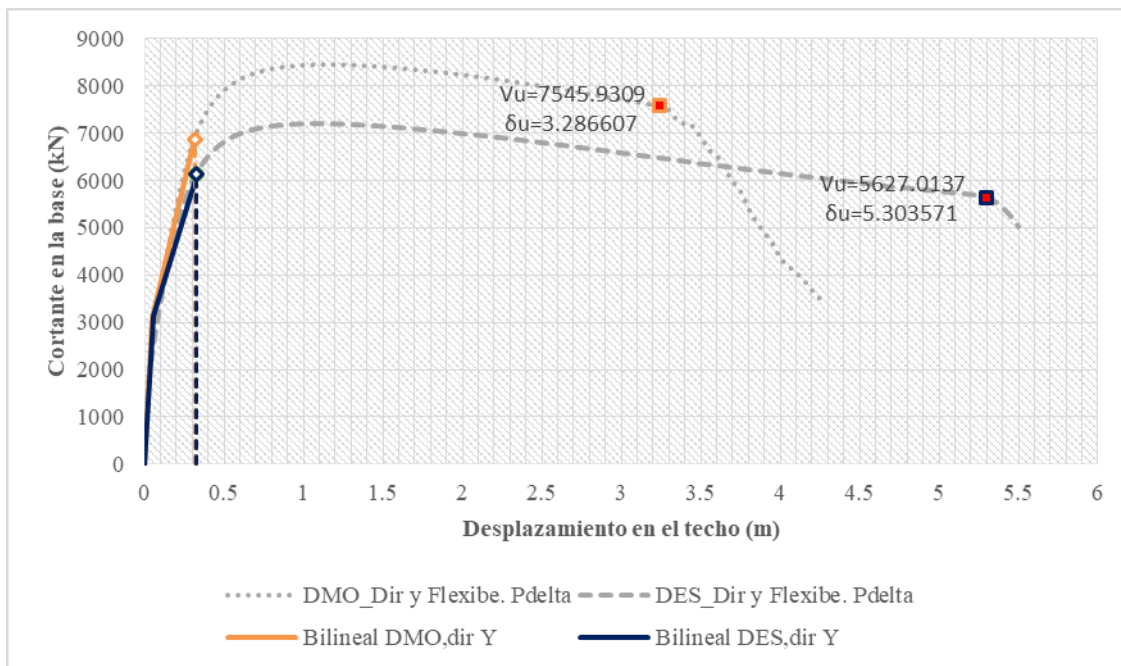
**Figura 36.**

*Comparación curvas de capacidad dirección X, estructuras DMO y DES.*



**Figura 37.**

*Comparación curvas de capacidad dirección Y, estructuras DMO y DES.*



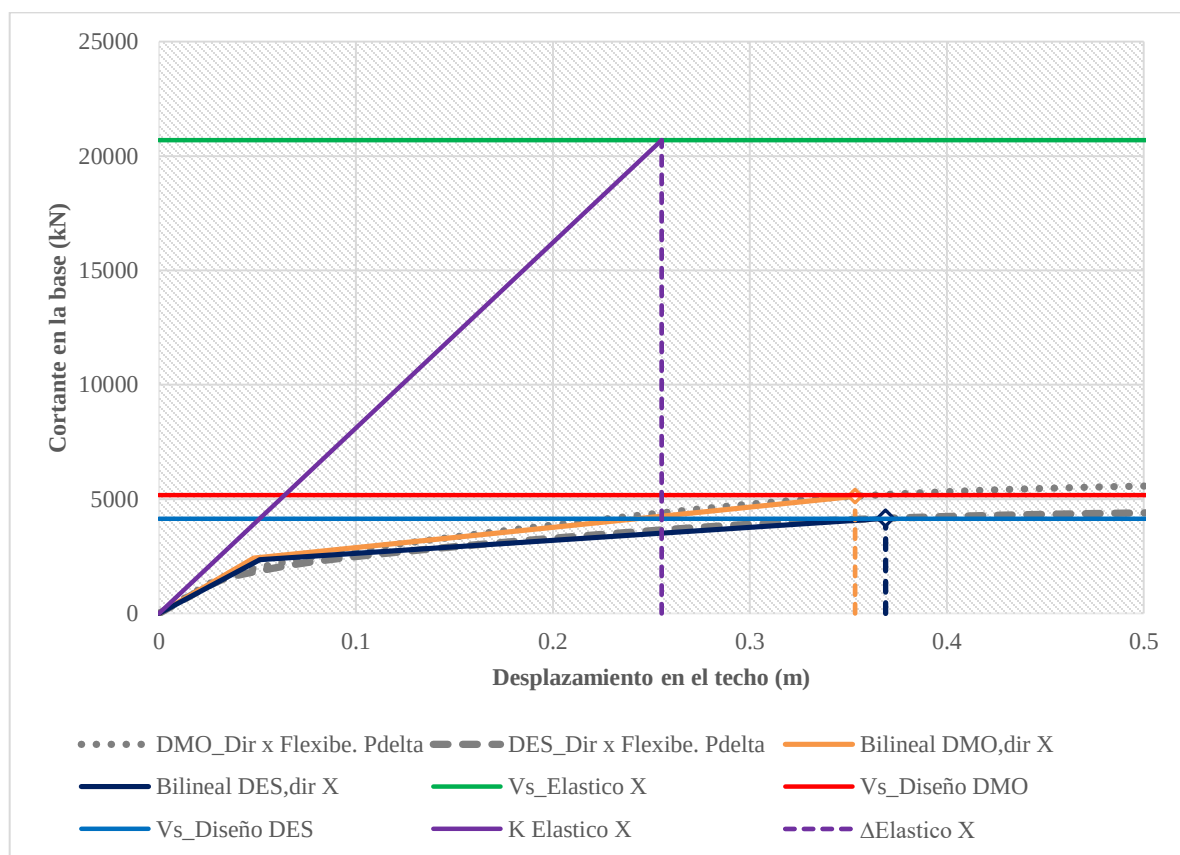
### ***8.1.1.Comparación entre Puntos de desempeño ( $\delta_d$ ) y desplazamiento elástico lineal***

Del análisis estático lineal, se calculó el desplazamiento equivalente a la fuerza elástica de diseño, obteniendo un desplazamiento elástico máximo de 0.25 m para las dos edificaciones (DMO y DES) teniendo en cuenta que comparten una misma amenaza y geometría, sin embargo al comparar los resultado con los valores obtenidos con el análisis estático no lineal para el punto de desempeño se observó un incremento del 38.5% en la DMO y del 44.6% en la DES en la dirección x (Figura 38), al comparar los resultados obtenidos para la dirección Y, se observó un desplazamiento máximo de 0.23 m, menor al encontrado en dirección X ,esto atribuido a una mayor densidad de muros en el sentido de menor desplazamiento. Al contrastar los desplazamientos elásticos obtenidos para la

dirección Y, con los calculados en el análisis estático no lineal se obtuvieron incrementos del 40.81% y 44.1%, para la estructura DMO y DES respectivamente (Figura 39)

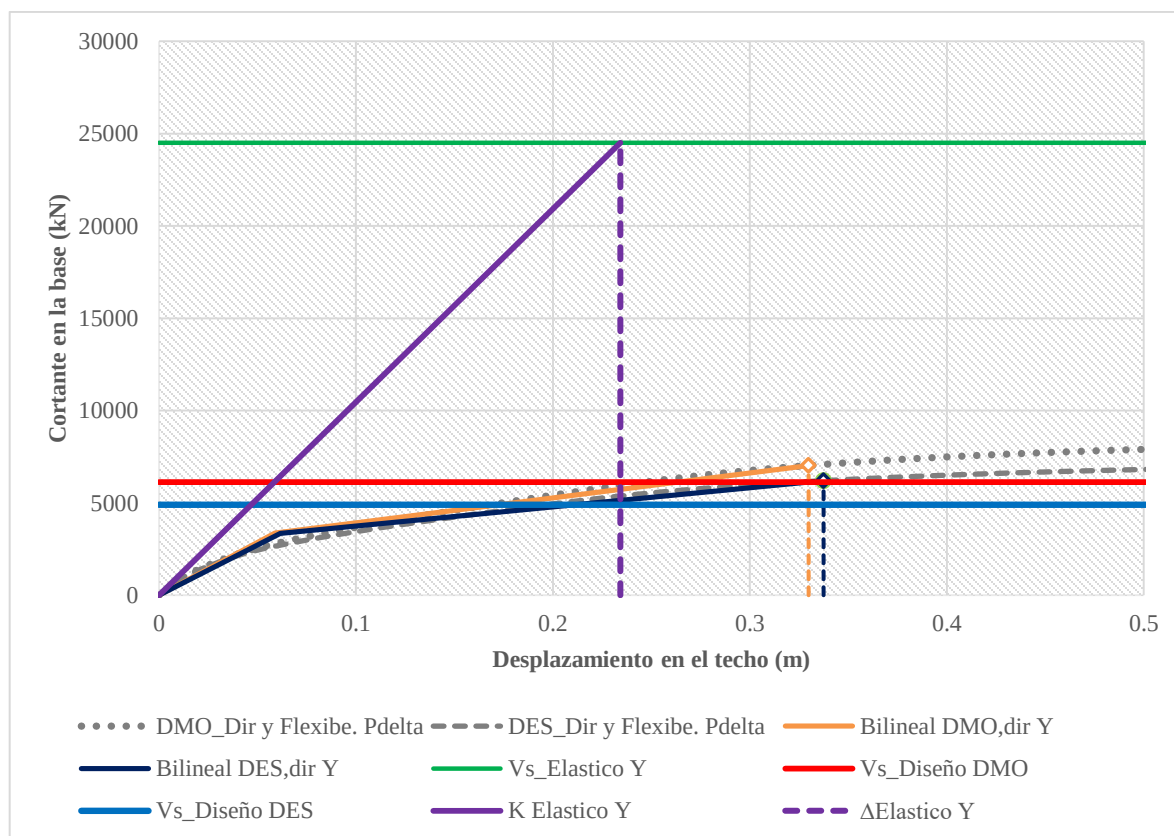
**Figura 38.**

*Relación entre respuesta estática lineal y respuesta estática no lineal dirección X.*



**Figura 39.**

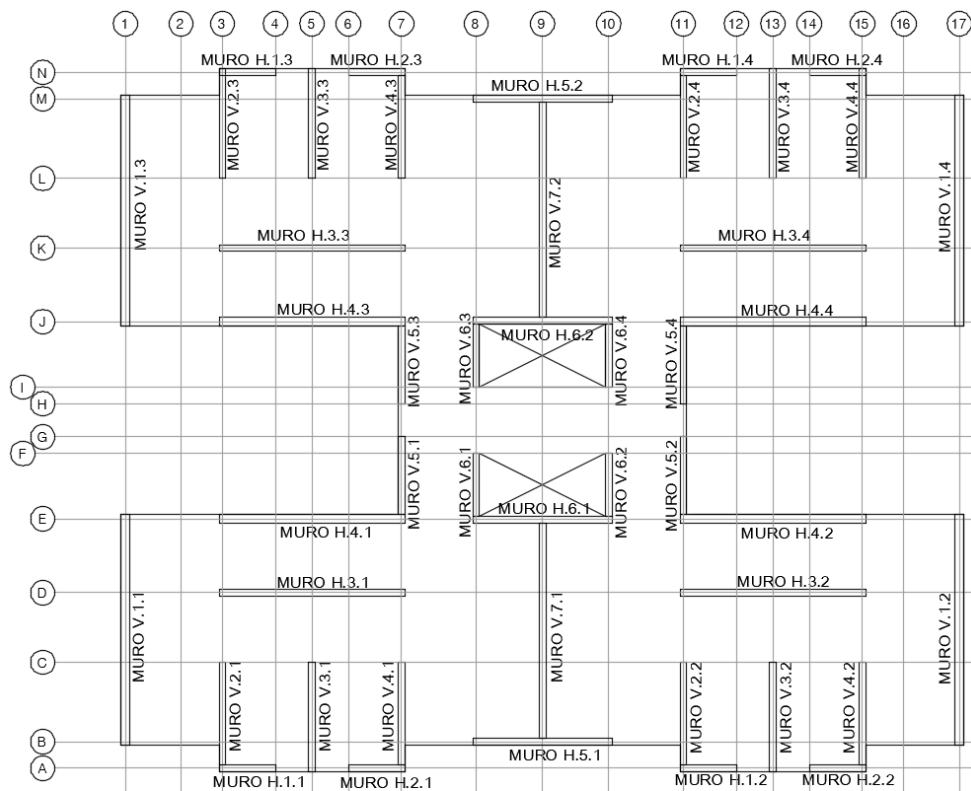
*Relación entre respuesta estática lineal y respuesta estática no lineal dirección Y.*



### ***8.1.2. Identificación patrón de rotulas plásticas***

Para facilitar la identificación del estado de plastificación de los elementos primarios, se presenta en la Figura 40 la nomenclatura de los muros estructurales de las dos estructuras bajo estudio (DMO y DES). Los muros estructurales identificados con la letra “H” son los muros alineados en la dirección X mientras que aquellos identificados con la letra “V” están alineados en la dirección Y.



**Figura 40.***Planta identificación de muros estructurales.*

- Niveles de desempeño y Criterios de aceptación

Los niveles de desempeño son estados de daño que se pueden presentar en los elementos estructurales y no estructurales para cierto nivel de amenaza sísmica. El ASCE 41-17 establece una clasificación para los niveles de desempeño de cada elemento, teniendo en cuenta las demandas de rotaciones y desplazamientos de cada uno. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de ellos, asociados con el esquema de la Figura 41.

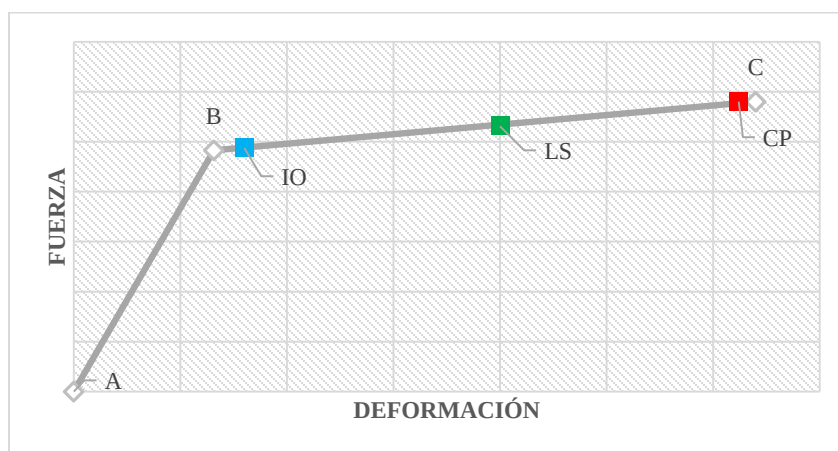
- *Ocupación inmediata (IO)*: La estructura permanece segura para su ocupación posterior a la ocurrencia del sismo. Algunos elementos han iniciado la fluencia sin presentar una pérdida significativa de rigidez y resistencia.

*Seguridad a la vida (LS):* La estructura presenta daños significativos tras la solicitación sísmica, los elementos pueden ser reparados.

*Colapso preventivo (CP):* El estado de daño después del evento sísmico cerca al colapso es considerable, hay una pérdida significativa de la rigidez y de la resistencia en los elementos estructurales.

**Figura 41.**

*Estados límites de daño.*



Los criterios de aceptación para los muros son presentados en la tabla 10-19 de ASCE-41-17, la cual es replicada en este documento en la Tabla 54 . De acuerdo con el nivel de refuerzo, carga axial, momento y cortante, los muros de las edificaciones DES y DMO en este estudio tienen los valores límites de rotación presentados en la Tabla 55 y Tabla 56, respectivamente. De estas tablas se observa que los muros sin elementos de borde presentan un límite más restrictivo de rotación que aquellos que si lo tienen, esto con el objetivo de evitar rotaciones excesivas en elementos que no presentan elementos confinados.

**Tabla 54.**

*Parámetros y criterios de aceptación para procedimiento no lineal, muros estructurales controlados por flexión.*

| $\frac{(A_s - A'_s)f_{yE} + P}{t_w l_w f'_{cE}}$ | $\frac{V}{t_w l_w \sqrt{f'_{cE}}}$ | Confined<br>boundary | Acceptable plastic hinge rotation (radians) |       |       |
|--------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|-------|-------|
|                                                  |                                    |                      | IO                                          | LS    | CP    |
| $\leq 0.1$                                       | $\leq 4$                           | Yes                  | 0.005                                       | 0.015 | 0.02  |
| $\leq 0.1$                                       | $\leq 6$                           | Yes                  | 0.004                                       | 0.010 | 0.015 |
| $\geq 0.25$                                      | $\geq 4$                           | Yes                  | 0.003                                       | 0.009 | 0.012 |
| $\geq 0.25$                                      | $\geq 6$                           | Yes                  | 0.0015                                      | 0.005 | 0.010 |
| $\leq 0.1$                                       | $\leq 4$                           | No                   | 0.002                                       | 0.008 | 0.015 |
| $\leq 0.1$                                       | $\leq 6$                           | No                   | 0.002                                       | 0.006 | 0.010 |
| $\geq 0.25$                                      | $\geq 4$                           | No                   | 0.001                                       | 0.003 | 0.005 |
| $\geq 0.25$                                      | $\geq 6$                           | No                   | 0.001                                       | 0.002 | 0.004 |

**Tabla 55.**

*Máximas rotaciones de muros para la asignación de niveles de desempeño, piso 1-dirección X.*

| ELEMENTOS                | DMO   |       |       | DES   |      |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|                          | IO    | LS    | CP    | IO    | LS   | CP    |
| H.1.1,H.1.2,H.1.3, H.1.4 | 0.002 | 0.006 | 0.01  | 0.004 | 0.01 | 0.015 |
| H.2.1,H.2.2 H.2.3,H.2.4  | 0.002 | 0.006 | 0.01  | 0.004 | 0.01 | 0.015 |
| H.3.1,H.3.2,H.3.3,H.3.4  | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.004 | 0.01 | 0.015 |
| H.4.1,H.4.2,H.4.3,H.4.4  | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.004 | 0.01 | 0.015 |
| H.5.1,H.5.2              | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.004 | 0.01 | 0.015 |
| H.6.1,H.6.2              | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.004 | 0.01 | 0.015 |

**Tabla 56.**

*Máximas rotaciones de muros para la asignación de niveles de desempeño, piso 1-dirección Y.*

| ELEMENTOS               | DMO   |       |       | DES   |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         | IO    | LS    | CP    | IO    | LS    | CP    |
| V.1.1,V.1.2,V.1.3,V.1.4 | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.004 | 0.01  | 0.015 |
| V.2.1,V.2.2,V.2.3,V.2.4 | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.004 | 0.01  | 0.015 |
| V.3.1,V.3.2,V.3.3,V.3.4 | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.004 | 0.01  | 0.015 |
| V.4.1,V.4.2,V.4.3,V.4.4 | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.003 | 0.009 | 0.012 |
| V.5.1,V.5.2,V.5.3,V.5.4 | 0.002 | 0.006 | 0.01  | 0.004 | 0.01  | 0.015 |
| V.6.1,V.6.2,V.6.3,V.6.4 | 0.002 | 0.006 | 0.01  | 0.004 | 0.01  | 0.015 |
| V.7.1,V.7.2             | 0.004 | 0.01  | 0.015 | 0.004 | 0.01  | 0.015 |

- Orden en el que los muros alcanzan los límites de rotación

En esta sección se presenta el orden en el que cada muro alcanza los valores límites establecidos para los niveles de daño en el primer piso (Tabla 55 y Tabla 56). Para esto se presentan las curvas de capacidad, sobre las cuales se indican los puntos donde se alcanzan dichos límites.

- *Dirección X*

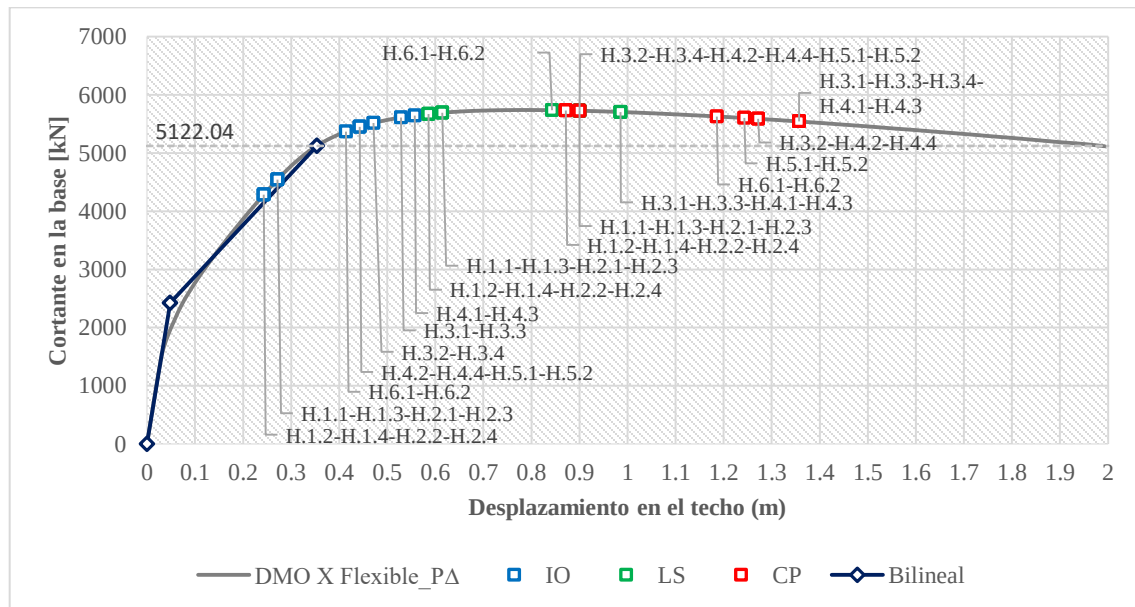
En la Figura 42 y Figura 43 se muestra el patrón de formación de rotulas plásticas en la dirección X, para la edificación DMO y DES, respectivamente. En estas figuras se observa que en el punto de desempeño de cada dirección, los muros *H.1* y *H.2* de la estructura DMO son los únicos en alcanzar el límite de rotación “ocupación inmediata”. Es de notar que los demás muros DMO (*H3, H4, H5, H6*) y todos los muros DES alcanzan los límites establecidos para los estados de daño después del punto de desempeño.

La razón por la que los muros *H.1* y *H.2* tienen un comportamiento diferente que los muros respectivos en la edificación DES es debido a que estos muros tienen un límite más restrictivo de rotación en la capacidad de disipación DMO al no presentar elementos de borde.

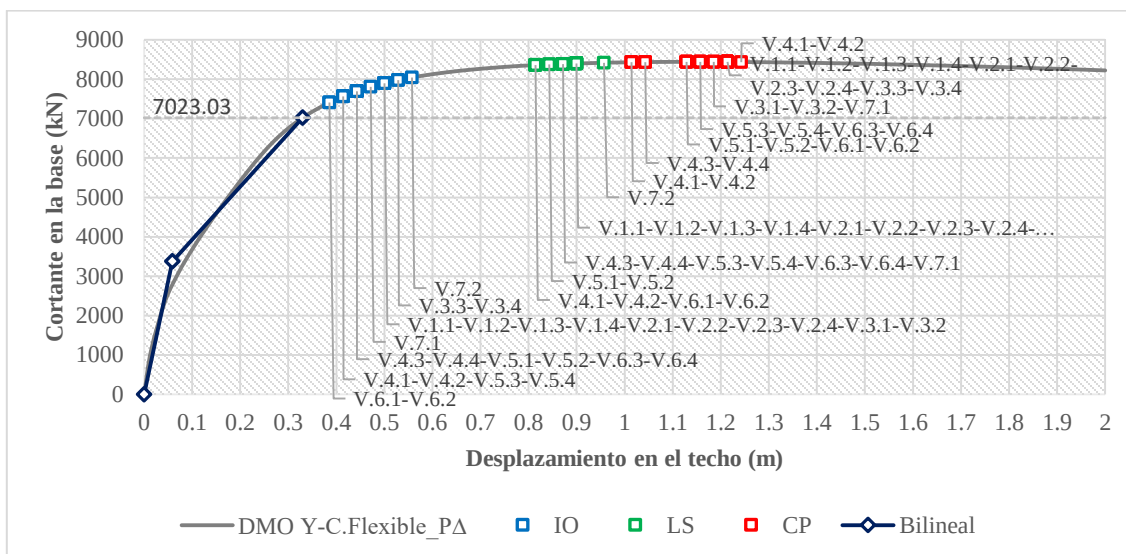
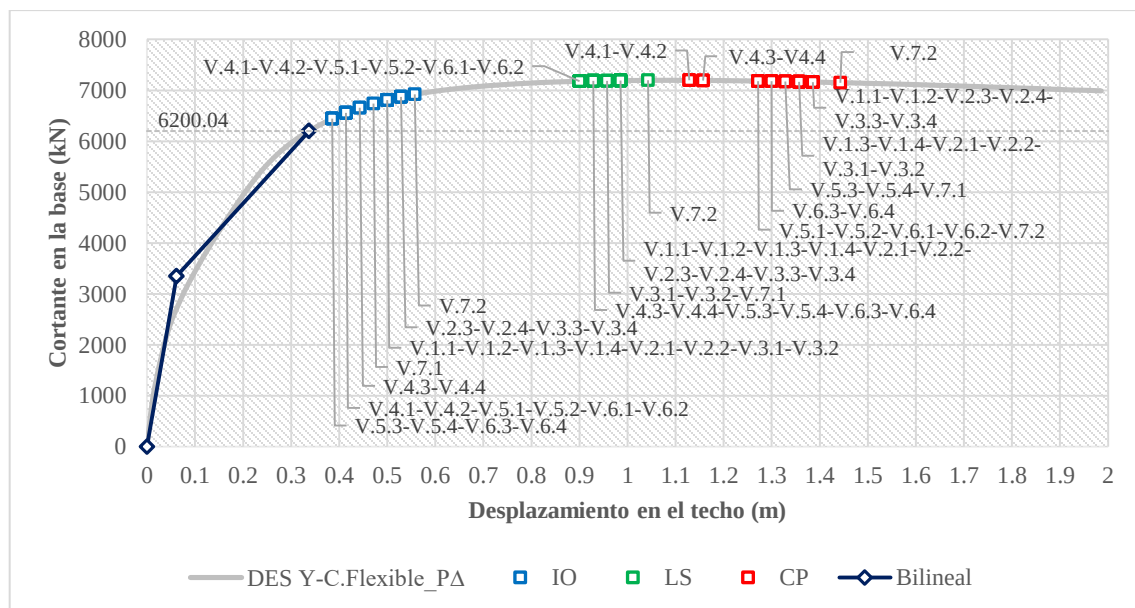
Al relacionar la longitud en planta de cada muro y el orden en que estos alcanzan los límites de rotación, se observa que los muros con menor longitud son los primeros en alcanzar dichos límites. Este comportamiento se mantuvo a medida que se incrementa la longitud de los muros, es decir, los últimos muros en alcanzar los límites son aquellos de mayor longitud.

**Figura 42.**

*Formulación de rotulas plásticas sentido X, estructura DMO.*





**Figura 44.***Formulación de rotulas plásticas sentido Y, estructura DMO.***Figura 45.***Formulación de rotulas plásticas sentido Y, estructura DES.*

### ***8.1.3.Estado de los muros en el análisis estático no lineal (comportamiento de la sección transversal)***

En esta sección se presenta el análisis de resultados del comportamiento de los muros usando la curva momento-rotación ( $M-\theta$ ) y las rotaciones en los diferentes pisos obtenidas del análisis estático no lineal. Los muros se agruparon teniendo en cuenta su geometría y el orden en el que alcanzaron los límites de rotaciones máximas establecidas para los niveles de daño.

#### **Muros estructurales H.1 y H.2**

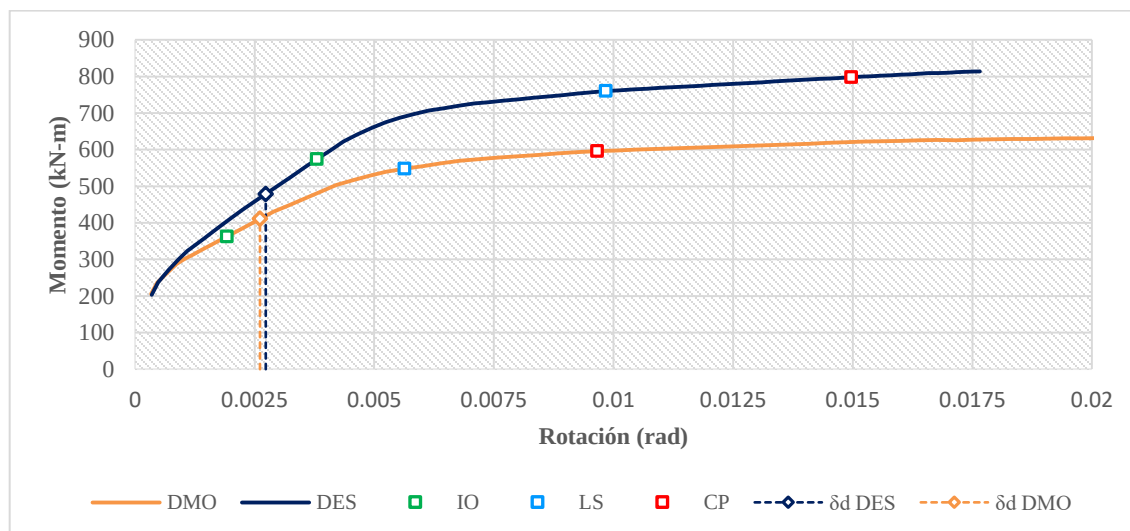
Los muros estructurales *H.1* y *H.2* de las edificaciones DMO y DES tienen igual longitud y distribución de refuerzo en planta a partir del segundo piso, la cual consistió en cuantías mínimas de refuerzo en el diseño inicial. No obstante, por disposiciones normativas, los muros DES requirieron elementos de borde en el primero piso, lo que incrementó la cuantía de refuerzo suministrada con respecto al muro DMO.

El comportamiento de los muros en cada piso se evaluó en función de la progresión de la demanda momento-rotación ( $M-\theta$ ) asociada a los desplazamientos laterales hasta 2 metros. En el primer nivel se evidenció un mejor comportamiento en la estructura DES, considerando que presenta mayor capacidad a momento y no alcanza el límite IO antes del punto de desempeño (Figura 46). Esta respuesta se debe a la mayor cuantía de refuerzo y a la presencia de elementos de borde. A partir de la gráfica también se concluye que la demanda de rotación en los muros DES es ligeramente mayor (4.4%) que la de los muros DMO en el punto de desempeño.



**Figura 46.**

*Progresión de la demanda momento-rotación, muro H.1.*



*Nota:* La figura representa la progresión de la demanda momento-rotación del primer piso para el desplazamiento lateral de control de 2 metros de la estructura para el muro H.1.

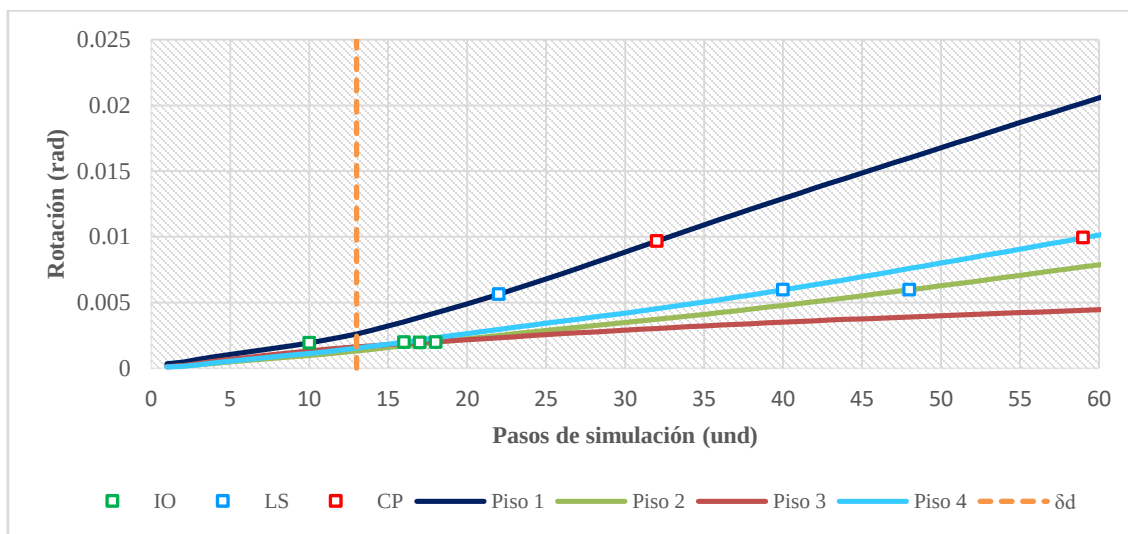
Tras analizar los datos se encontró que los muros DMO del primer piso llegan primero a los límites de rotación máxima para los estados de daño *IO*, *LS* y *CP*. Sin embargo, el siguiente piso en llegar a los límites máximos es el cuarto (en lugar del segundo). Esto puede ser atribuido al cambio de refuerzo que tuvieron los muros *H.3*, *H.4*, *H.5* y *H.6* en el cuarto piso, incrementado las rotaciones de los muros *H.1* y *H.2*, aun cuando estos solo cambiaron la configuración de refuerzo en el segundo nivel. Para ilustrar lo anteriormente mencionado se muestra en la Figura 47 a modo de ejemplo las rotaciones del muro *H.1* en los cuatro primeros pisos.

En la edificación DES, los límites máximos de rotación (*IO*, *LS* y *CP*) de los muros *H.1* y *H.2*, se alcanzan en el cuarto piso (en lugar del primero), esto debido a que los límites en el cuarto nivel son más restrictivos al no presentar elementos de borde, sin embargo el patrón

en el que la mayor rotación se presenta en el primero nivel seguido del cuarto se mantiene, como se observa en la Figura 48.

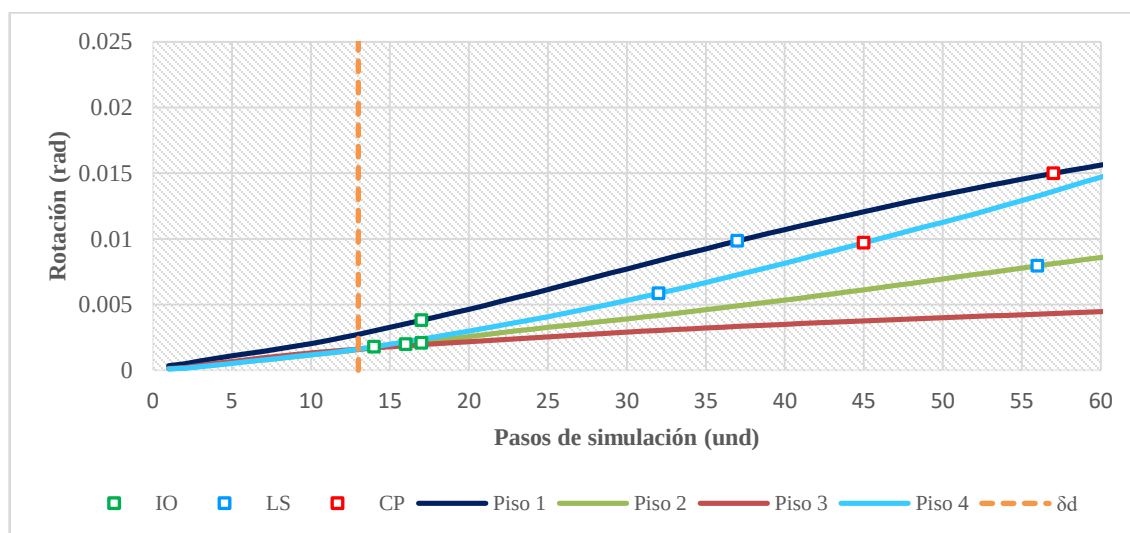
**Figura 47.**

*Relación entre rotación y paso de simulación muro H.1 DMO.*



**Figura 48.**

*Relación entre rotación y paso de simulación muro H.1 DES.*



**Muros estructurales H.3, H.4, H.5 y H.6**

Los muros *H.3* y *H.4* tienen diferentes distribuciones de refuerzo y espesor, sin embargo, comparten la misma longitud y las zonas de cambio de configuración (cada tres pisos). Estos muros tienen mayores cuantías de refuerzo en DMO que en DES hasta el noveno piso (como resultado de las solicitaciones del análisis estático lineal), a partir del cual se suspenden los elementos de borde y se usa la misma configuración hasta el último nivel.

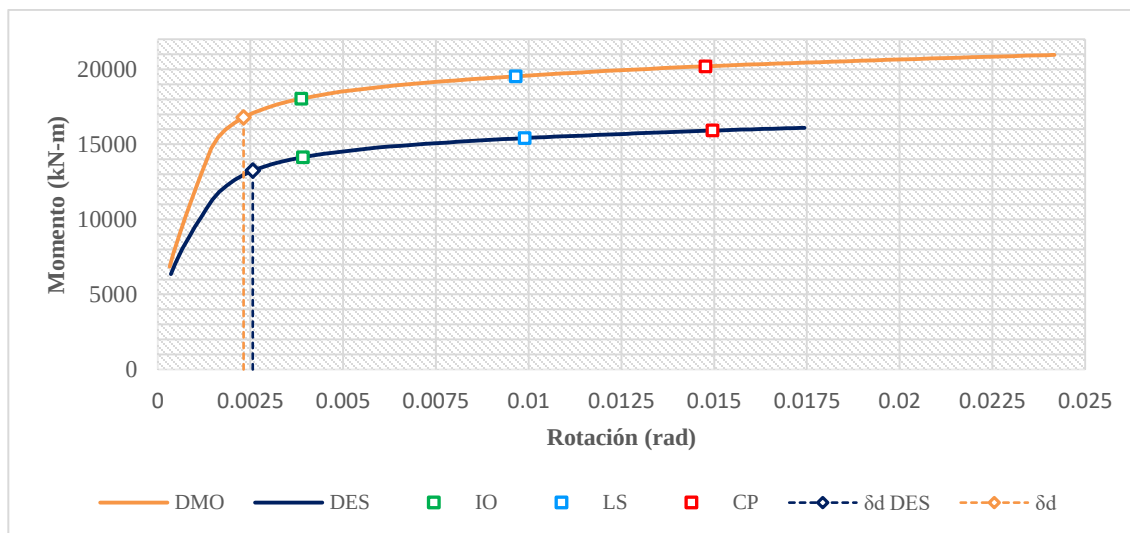
Con el propósito de analizar el comportamiento de los muros bajo estudio a través del diagrama momento curvatura ( $M-\phi$ ) (Figura 61) para una carga axial obtenida de la combinación de cargas gravitacionales establecida en la sección 7.4.1, se encontró que los muros bajo análisis en la edificación DES, presentan una mayor capacidad a momento y rotación respecto a los muros de la edificación DMO, atribuido a los elementos de borde y cuantía de refuerzo suministrados a los muros DES.

Los muros *H.5* y *H.6* presentan la misma geometría y distribución de refuerzo, los cambios de configuración, al igual que los muros *H.3* y *H.4*, se realizan cada tres pisos, sin embargo, esta variación se da solo hasta el sexto nivel, a partir del cual se suspenden los elementos de borde y se continua con la misma configuración hasta el último. Lo descrito anteriormente se aplica para la estructura DMO y DES, sin embargo, es de notar que los muros DMO presentan mayor cuantía de refuerzo en los seis primeros pisos con respecto a los muros DES.

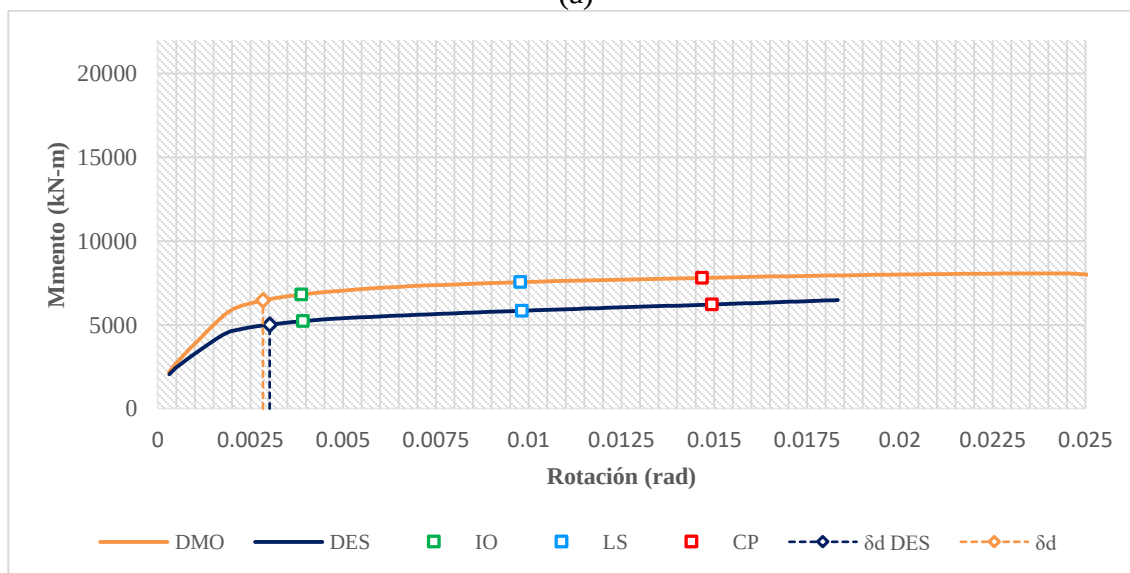
En la Figura 49 se presenta el diagrama  $M-\theta$  de los muros *H.3* (a) y *H.6* (b), donde se observa que los muros DMO presentan mayor capacidad a momento que los muros DES, lo que podría atribuirse a que los muros DMO, presentan mayores cuantías de refuerzo longitudinal. También se observa que la deformación en el punto de desempeño en los muros DES es alrededor de un 9% mayor respecto a los muros DMO.

**Figura 49.**

Progresión de la demanda momento-rotación muros H.3 y H.6.



(a)



(b)

*Nota:* La figura representa la progresión de la demanda momento-rotación del primer piso para desplazamiento lateral de control de 2 metros de la estructura, para los muros (a) H.3 y (b) H.6

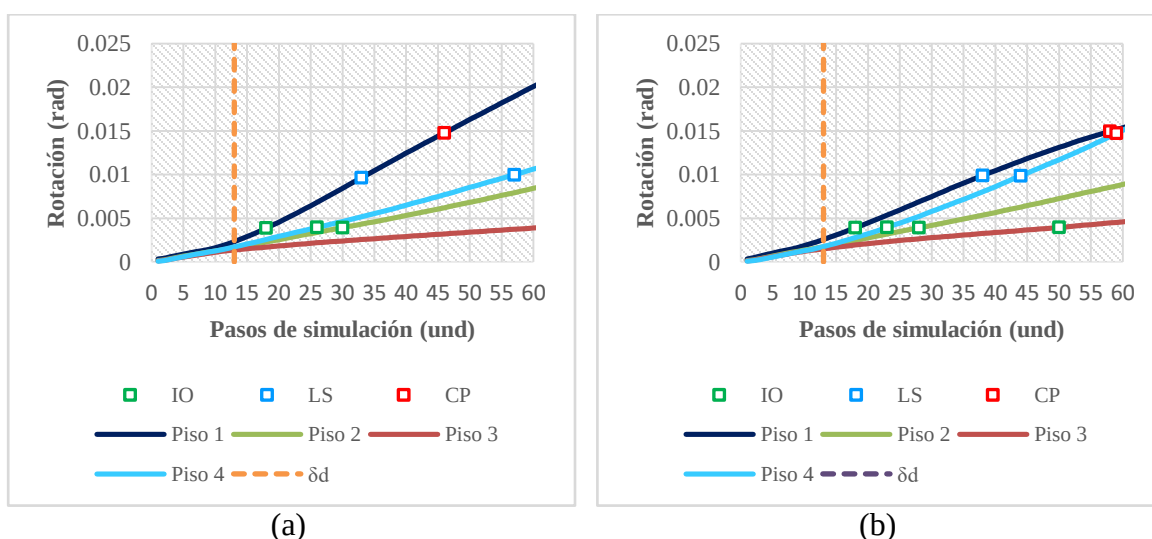
A pesar de que los muros H3 a H6 no superan ningún límite de rotación en el punto de desempeño, si comparten un comportamiento similar al de los muros H.1 y H.2 de las

estructura DMO, en relación al orden en el que los pisos llegan a los límites máximos de rotación *IO* y *LS*, (primero el primer nivel seguido del cuarto piso), no obstante, en el estado límite *CP* se encontró diferencia con los muros *H.1* y *H.2*, puesto que los muros bajo estudio alcanzaron este límite solo en el primer piso.

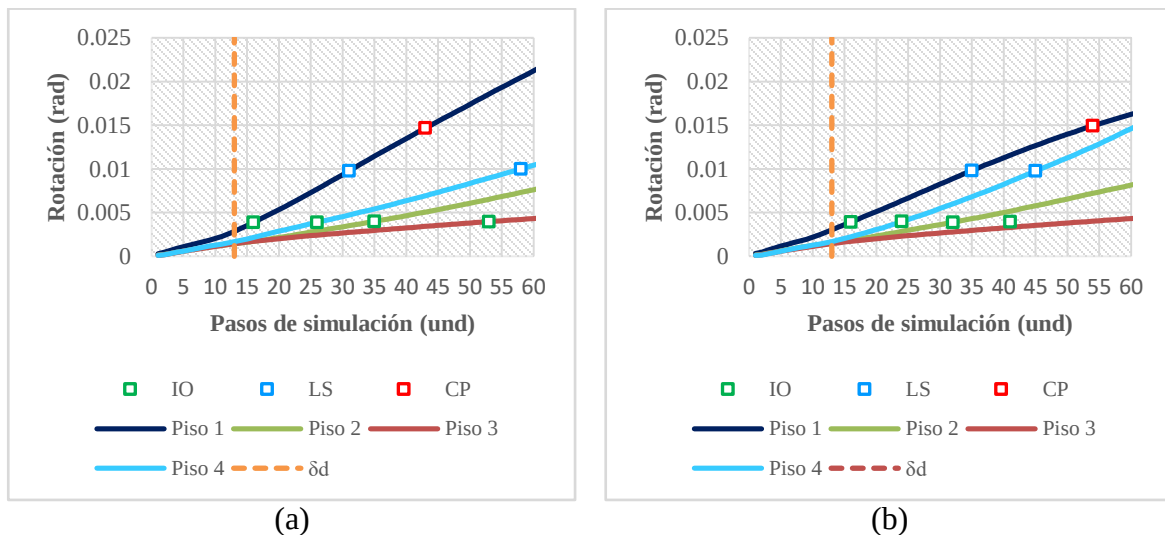
En los muros *H.3*, *H.4*, *H.5* y *H.6*, el piso con mayor rotación es el primero, seguido del cuarto al igual que los muros *H.1* y *H.2*. En la Figura 50 y Figura 51 y a manera de ejemplo se muestran las rotaciones del muro *H.3* y *H.6* para las estructuras DMO y DES, respectivamente.

**Figura 50.**

*Relación entre rotación y paso de simulación muros H.3.*



*Nota:* Las figuras representan la relación existente entre las rotaciones y los pasos de simulación en los 4 primeros pisos del muro H.3 para capacidades (a) DMO, (b) DES.

**Figura 51.***Relación entre rotación y paso de simulación muro H.6*

*Nota:* Las figuras representan la relación existente entre las rotaciones y los pasos de simulación en los 4 primeros pisos del muro H.6 para capacidades (a) DMO, (b) DES.

### Muros estructurales V.1, V.7.

Los muros V.1 y V.7 son muros con igual longitud pero diferente cuantía de refuerzo, sin embargo tienen en común los pisos en los que se cambia la configuración del refuerzo (cada tres pisos, hasta llegar al noveno), piso en cual se suspenden los elementos de borde y se usa la misma configuración hasta el último nivel, exceptuando el muro V.1 DMO el cual presenta cambio de configuración en el doceavo piso que continua hasta el décimo quinto.

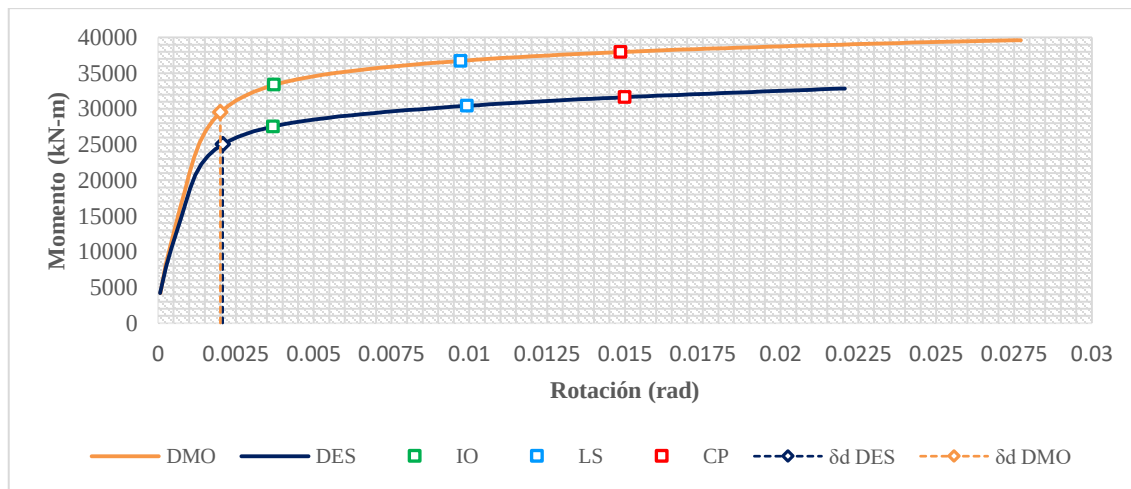
En el diagrama M- $\theta$  de los muros V.1 (Figura 52a) y V.7 (Figura 52b), se observa que los muros DMO presentan mayor capacidad a momento que los muros DES con una variación alrededor del 17%.

En el punto de desempeño los muros bajo análisis no superan los límites máximos establecido para los estados de daño, sin embargo se logra apreciar que después del punto de desempeño el orden en el que los pisos alcanzan el estado limite IO para el muro DMO es:

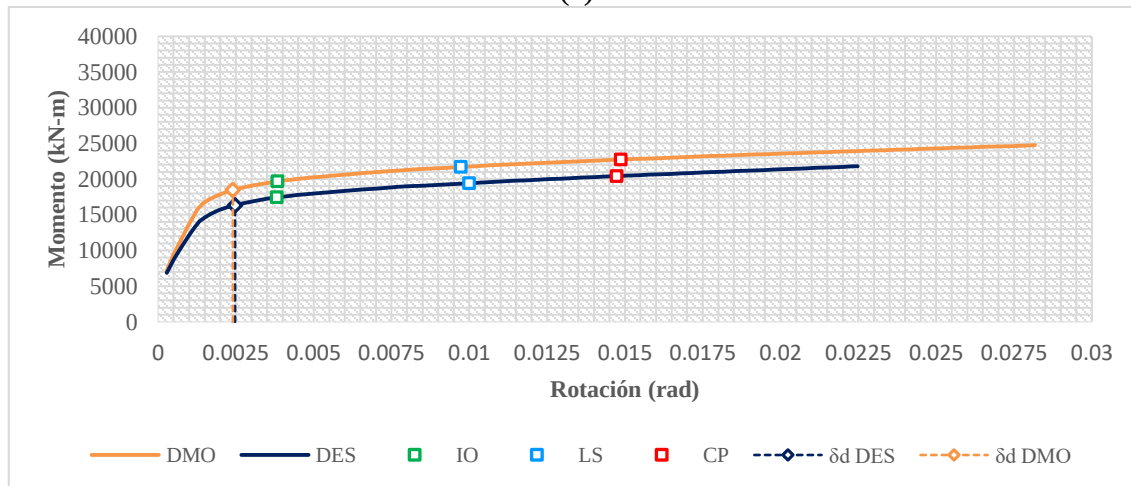
piso uno, dos y cuatro, mientras que para DES es: piso uno, cuatro y dos, lo que podría atribuirse al cambio de distribución de refuerzo que tienen los muros, incrementado las rotaciones en los niveles superiores, adicionalmente se encontró que la rotación en el punto de desempeño es de alrededor de un 18% mayor en los muros DES con relación a los DMO. Las rotaciones obtenidas para los muros V.1 y V.7 en los cuatro primeros pisos se muestran en la Figura 53y Figura 54.

**Figura 52.**

*Progresión demanda momento-rotación Primer piso muros V.1 y V.7.*



(a)

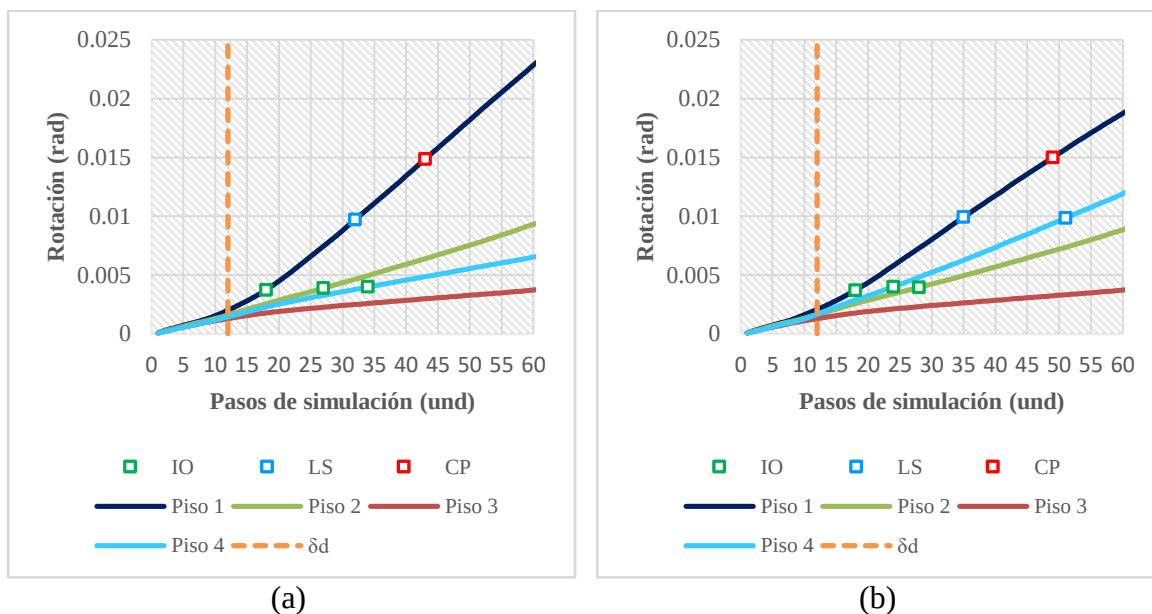


(b)

*Nota:* Las figuras representan el diagrama momento rotación del primer piso para desplazamiento lateral de control de 2 metros de la estructura, para el muro V.1 para capacidades (a) DMO, (b) DES

**Figura 53.**

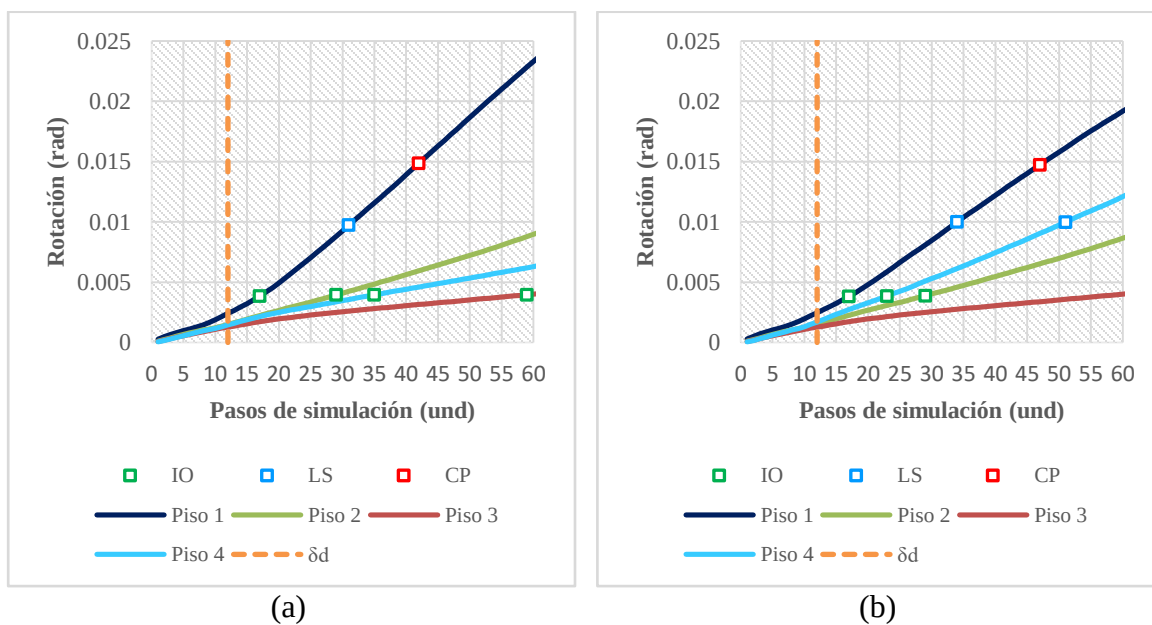
Relación entre rotación y paso de simulación muro V.1.



*Nota:* Las figuras representan la relación existente entre las rotaciones y los pasos de simulación en los 4 primeros pisos del muro V.1 para capacidades (a) DMO, (b) DES

**Figura 54.**

Relación entre rotación y paso de simulación muro V.7



*Nota:* Las figuras representan la relación existente entre las rotaciones y los pasos de simulación en los 4 primeros pisos del muro V.7 para capacidades (a) DMO, (b) DES.



**Muros estructurales V.2, V.3 y V.4.**

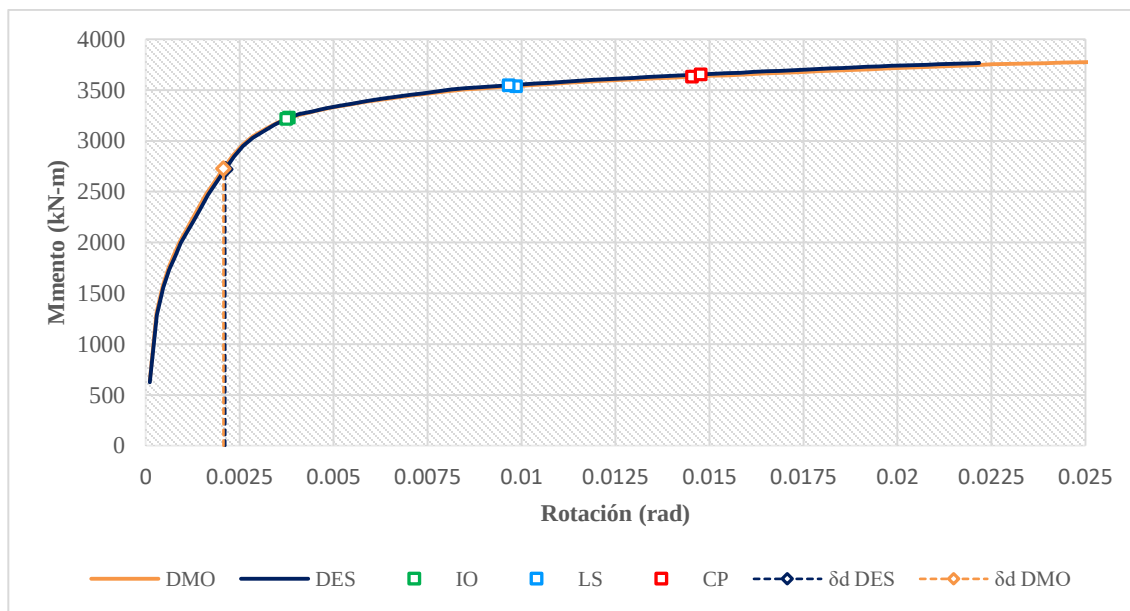
Los muros V.2 y V.4 tienen igual longitud y cuantía de refuerzo y, a diferencia del muro V.3 que presenta una longitud mayor, todos los muros bajo análisis siguen el siguiente patrón de refuerzo: hay dos secciones transversales iguales para DMO y DES sin embargo la transición se realiza en pisos diferentes, cuarto para DMO y sexto para DES, en los pisos mencionados se suspenden los elementos de borde para cada estructura.

En el diagrama M- $\theta$  para el primer piso (Figura 55), se observa que los muros V.3 y V.4 tienen un comportamiento similar en DMO y en DES, esto puede atribuirse a que en este piso los muros de las dos estructuras tienen la misma cuantía de refuerzo.

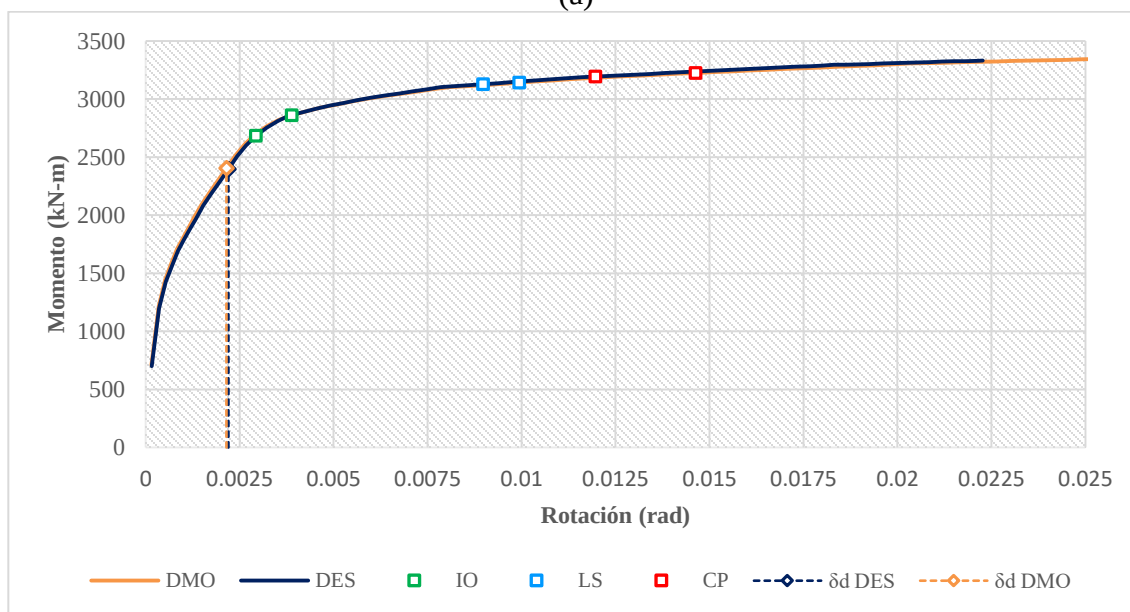
Adicionalmente se identificó que los muros DES, presentan menores rotaciones respecto a los DMO (Figura 56 y Figura 57), lo cual podría atribuirse a que el muro DES extiende los elementos de borde dos pisos más, mejorando su comportamiento global, lo que podría explicar por qué los muros DMO son los primeros en alcanzar los límites establecidos para los estados de daño (IO, LS y CP) después del punto de desempeño.

**Figura 55.**

*Progresión de la demanda momento-rotación muros V.3 y V.4.*



(a)

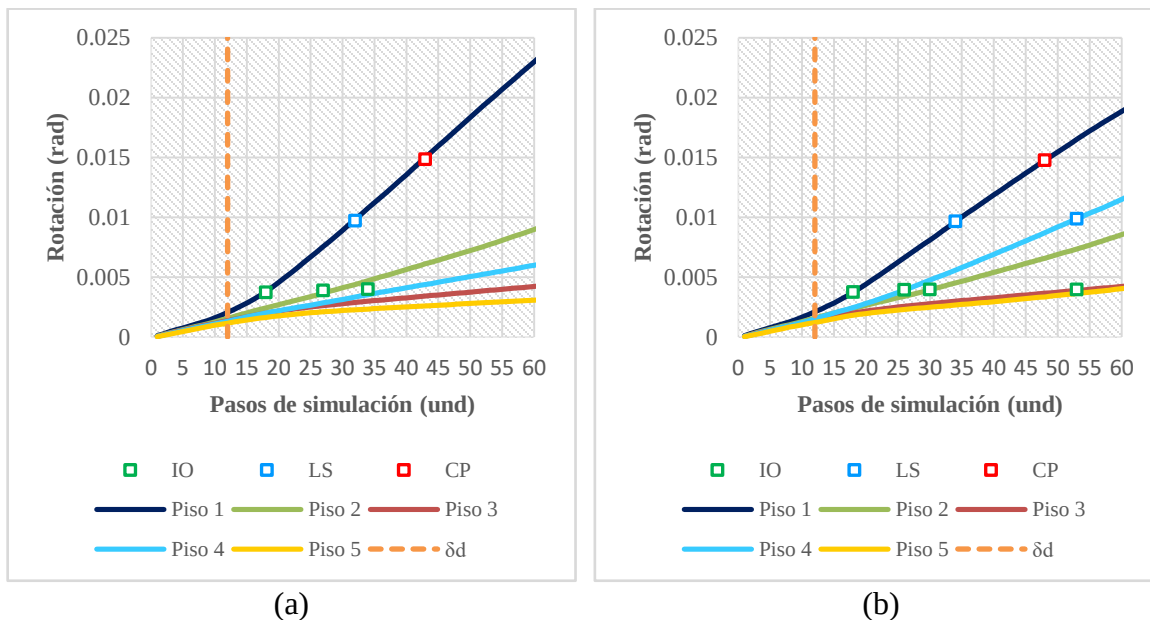


(b)

*Nota:* Las figuras representan el diagrama momento rotación del primer piso para desplazamiento lateral de control de 2 metros de la estructura, para los muros (a) V.3 y (b) V.4.

**Figura 56.**

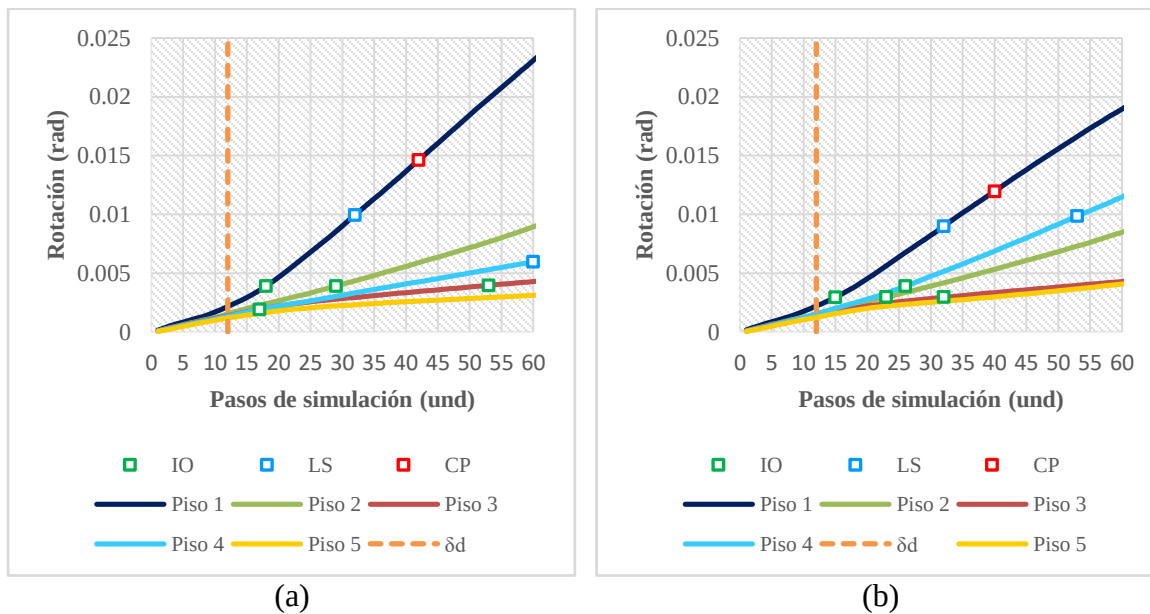
Relación entre rotación y paso de simulación muro V.3.



*Nota:* Las figuras representan la relación existente entre las rotaciones y los pasos de simulación en los 5 primeros pisos del muro V.3 para capacidades (a) DMO, (b) DES.

**Figura 57.**

Relación entre rotación y paso de simulación muro V.4..



*Nota:* Las figuras representan la relación existente entre las rotaciones y los pasos de simulación en los 5 primeros pisos del muro V.4 para capacidades (a) DMO, (b) DES.

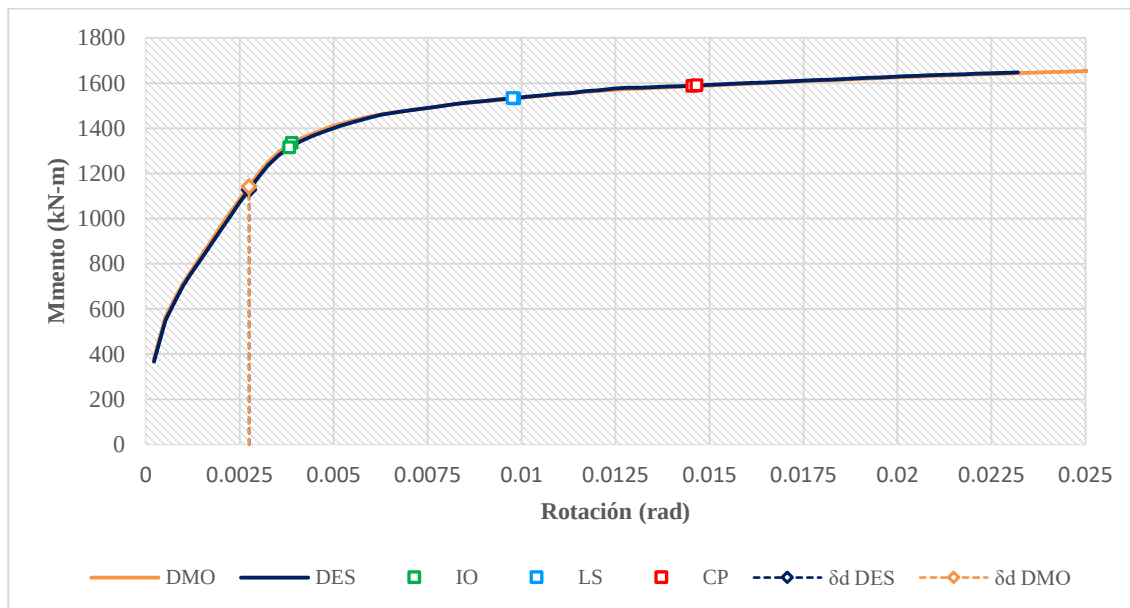
**Muros estructurales V.5, V.6.**

Los muros V.5 y V.6 son muros de diferente longitud y cuantía de refuerzo longitudinal, estos muros presentan en toda su altura dos distribuciones de acero longitudinal iguales tanto para DMO como para DES, con la diferencia que el muro DMO presenta su cambio de sección en el segundo nivel y el muro DES en el cuarto piso. Es de notar que la suspensión de los elementos de borde coincide con el cambio de configuración de refuerzo. Los muros previamente mencionados tienen el mismo diagrama M- $\theta$  en el primer piso (Figura 58). Estos son los únicos muros en los que la deformación en el punto de desempeño es mayor en DMO que en DES, lo que podría explicarse al ser la única configuración en la que el muro DMO tiene menor cuantía en los niveles superiores con respecto al DES

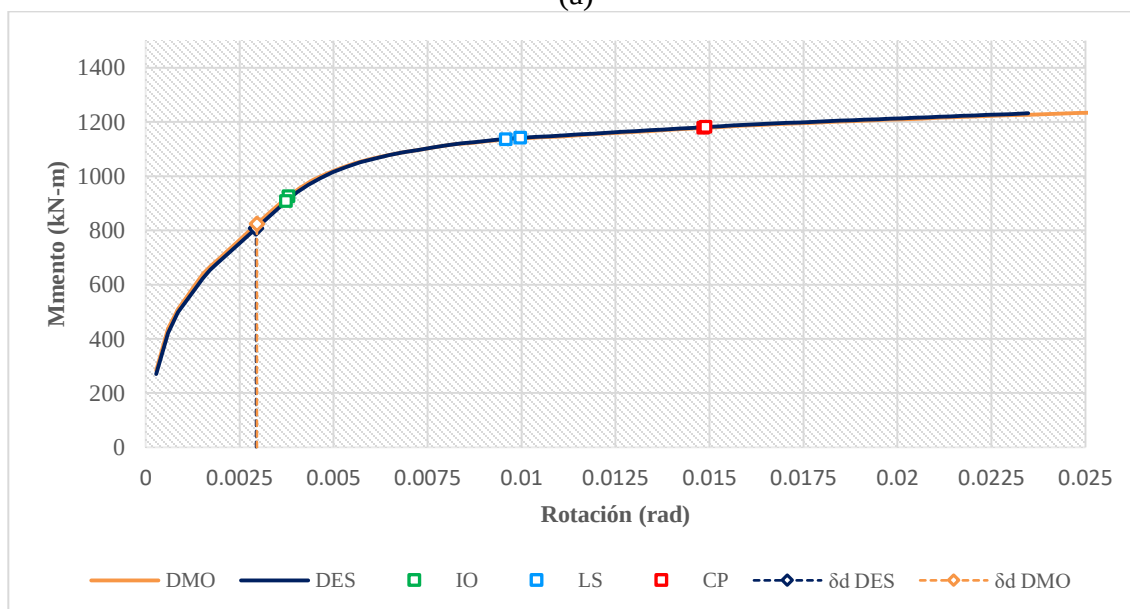
En los muros DES, el piso en alcanzar primero los límites de rotación establecidos para los estados de daño fue el cuarto nivel, a pesar de ser el primero el que presenta mayores rotaciones ( Figura 59b y Figura 60b). Este comportamiento se asocia a que los primeros tres niveles tienen un límite de rotación mayor al del cuarto al poseer elementos de borde. En cuanto a los muros DMO, se observa que los límites de rotación fueron alcanzados en el primer piso antes que en los niveles restantes, como en la mayoría de los casos analizados ( Figura 59a y Figura 60a)

**Figura 58.**

*Progresión de la demanda momento-rotación. Primer piso muros V.5 y V.6.*



(a)

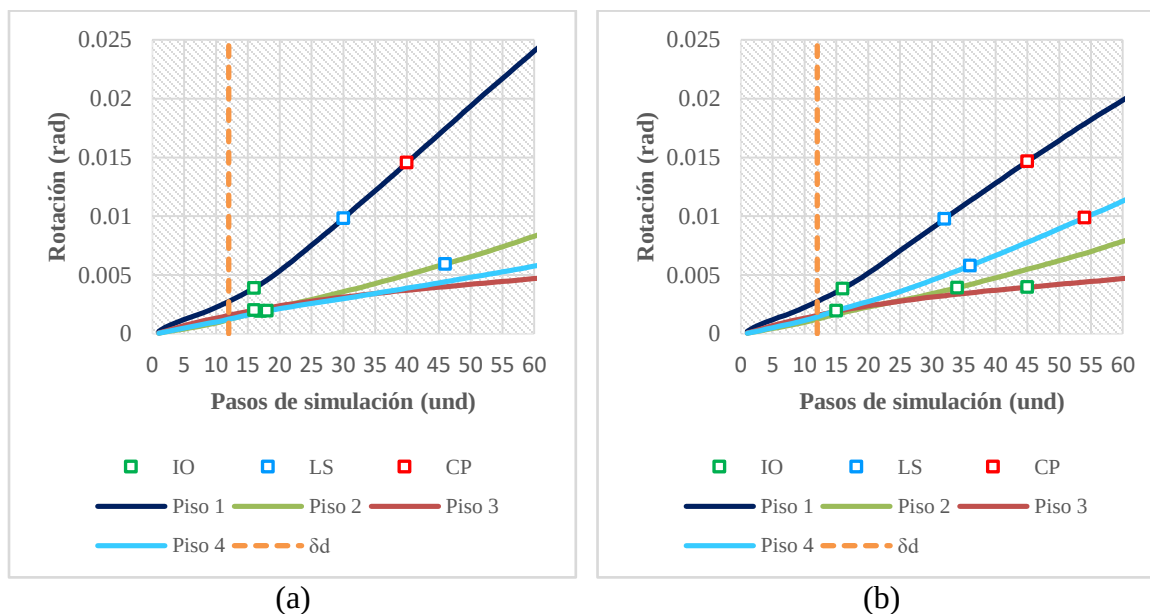


(b)

*Nota:* Las figuras representan el diagrama momento rotación del primer piso para desplazamiento lateral de control de 2 metros de la estructura, para los muros (a) V.5 y (b) V.6.

**Figura 59.**

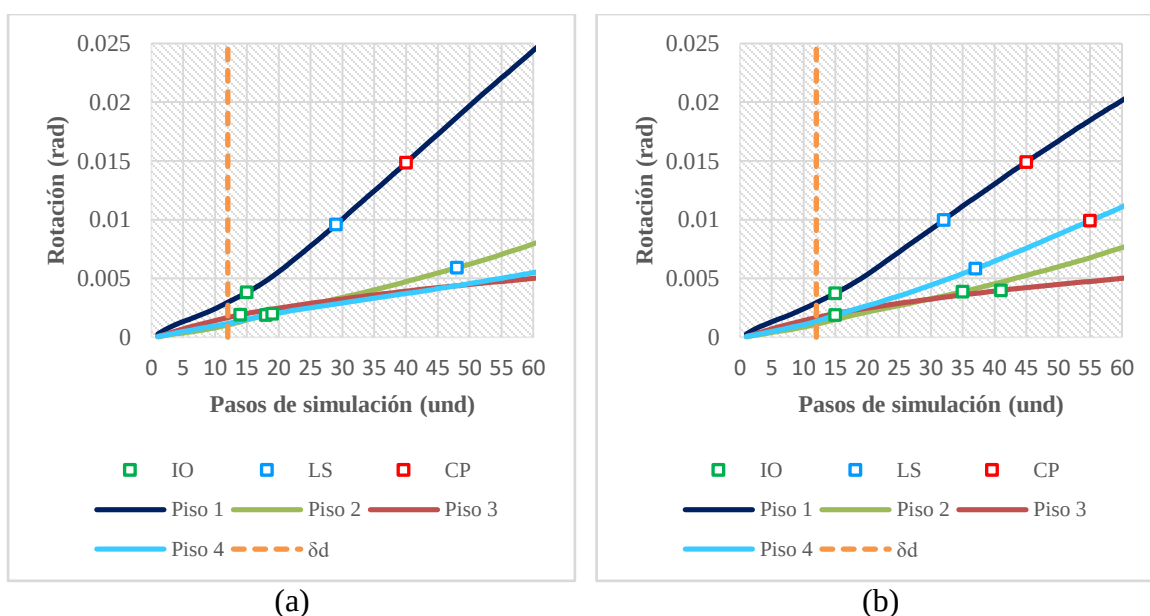
Relación entre rotación y paso de simulación muro V.5



*Nota:* Las figuras representan la relación existente entre las rotaciones y los pasos de simulación en los 5 primeros pisos del muro V.5 para capacidades (a) DMO, (b) DES.

**Figura 60.**

Relación entre rotación y paso de simulación muro V.6.



*Nota:* Las figuras representan la relación existente entre las rotaciones y los pasos de simulación en los 5 primeros pisos del muro V.6 para capacidades (a) DMO, (b) DES.

#### 8.1.4. Análisis secciones (diagrama momento curvatura)

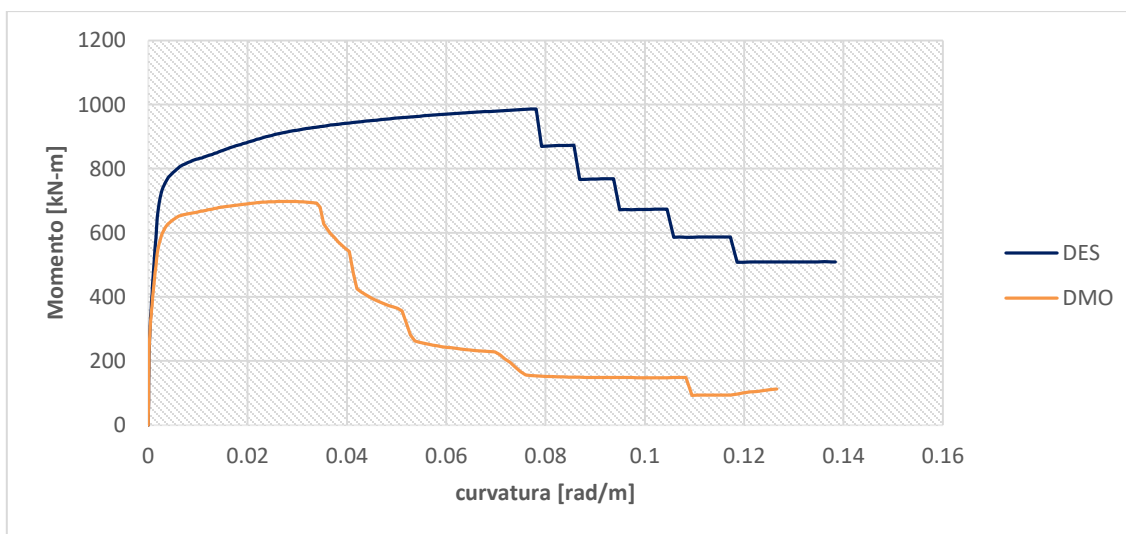
Con el propósito de analizar el comportamiento de los muros bajo estudio en el primer piso de las edificaciones a través del diagrama momento curvatura ( $M-\phi$ ) para una carga axial obtenida de la combinación de cargas gravitacionales establecida en la sección 7.4.1.

##### Muro H.1 y H.2

Para los muros *H.1* y *H.2* en el diagrama  $M-\phi$  se encontró que los muros bajo análisis en la edificación DES, presentan una mayor capacidad a momento y rotación respecto a los muros de la edificación DMO, atribuido a los elementos de borde y cuantía de refuerzo suministrados a los muros DES. En Figura 61 a manera de ejemplo se presenta el diagrama  $M-\phi$  del muro *H.1*.

**Figura 61.**

*Diagrama momento curvatura muro H.1, primer piso.*



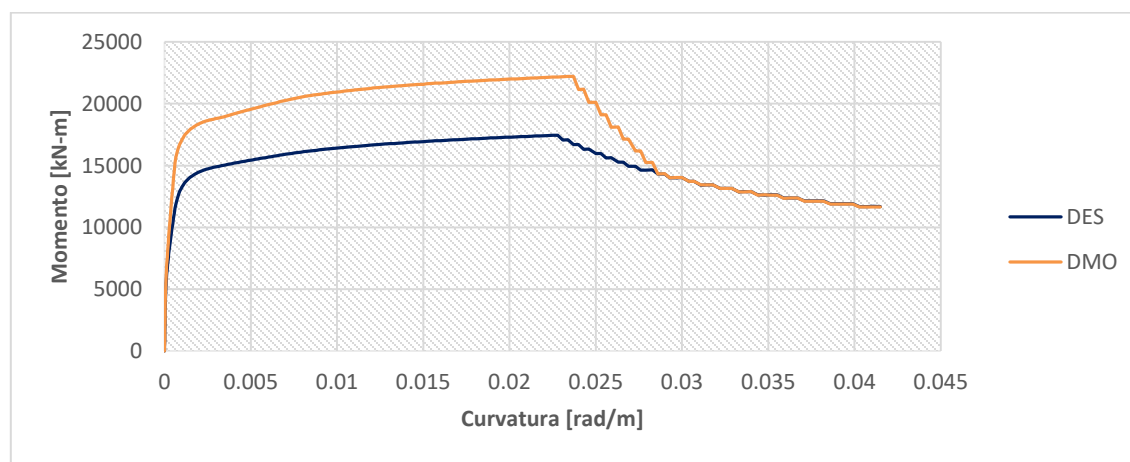
### Muro H.3 y H.4, V1 y V.7

Los muros H.3, H.4, V.1 y V.7 con capacidad DMO fueron diseñados con cuantías superiores a la mínima establecida y mayores a las requeridas por los muros diseñados con capacidad DES.

La configuración en planta de los muros estructurales fue el resultado del cumplimiento de los requisitos de la NSR-10, a raíz de esto la longitud en planta de los elementos de borde en los muros DMO es mayor y la cuantía volumétrica menor respecto a los muros DES. Adicionalmente y como criterio de diseño se realizó una distribución de refuerzo base en el alma del muro, incrementando la cuantía de refuerzo en los extremos hasta suministrar el refuerzo longitudinal total requerido por el diseño. Como resultado de esto los muros DMO presentaron elementos de borde más largos y con mayores cuantías de refuerzo longitudinal que los muros DES a pesar de esto la curvatura ultima de los muros de esta sección tienen valores similares tanto en DMO como en DES. En la Figura 62 a manera de ejemplo se muestra el diagrama M- $\phi$  del muro H.3

**Figura 62.**

*Diagrama momento curvatura muro H.3, primer piso.*



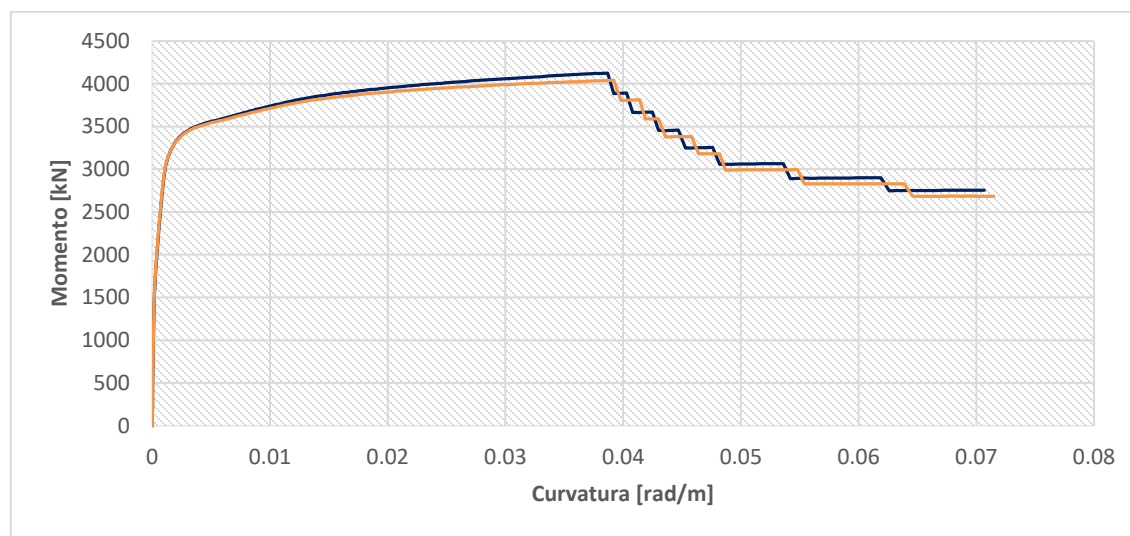


### Muros V.2, V.3, V.4, V.5 y V.6

Los muros V.2, V.3, V.4, V.5 y V.6 solicitan cuantía mínima de refuerzo longitudinal tanto razón por la cual presentan una configuración de refuerzo similar tanto en la estructura DMO como en la DES, sin embargo, los elementos de borde de la estructura DES es mayor como resultado de los requerimientos de C.21 de NSR-10. En el diagrama  $M-\phi$  de estos muros se observa que tanto la capacidad a momento como la curvatura última tienen un comportamiento similar con variaciones inferiores al 2%, como se observa en la Figura 63

**Figura 63.**

*Diagrama momento curvatura muro V.3, primer piso.*



#### **8.1.5. Estado de los muros en el análisis estático no lineal (comportamiento de los materiales)**

Con el objetivo de identificar que está pasando a nivel seccional en los muros estructurales y teniendo en cuenta que fueron modelados a través de fibras que representaban los materiales en toda la longitud de la sección transversal, se realiza el análisis del

comportamiento de la fibra de acero más alejada a tensión (en adelante llamada como fibra extrema de acero) y la fibra concreto más alejada a compresión (en adelante llamada como fibra extrema de concreto) para el punto de desempeño ( $\delta_d$ ).

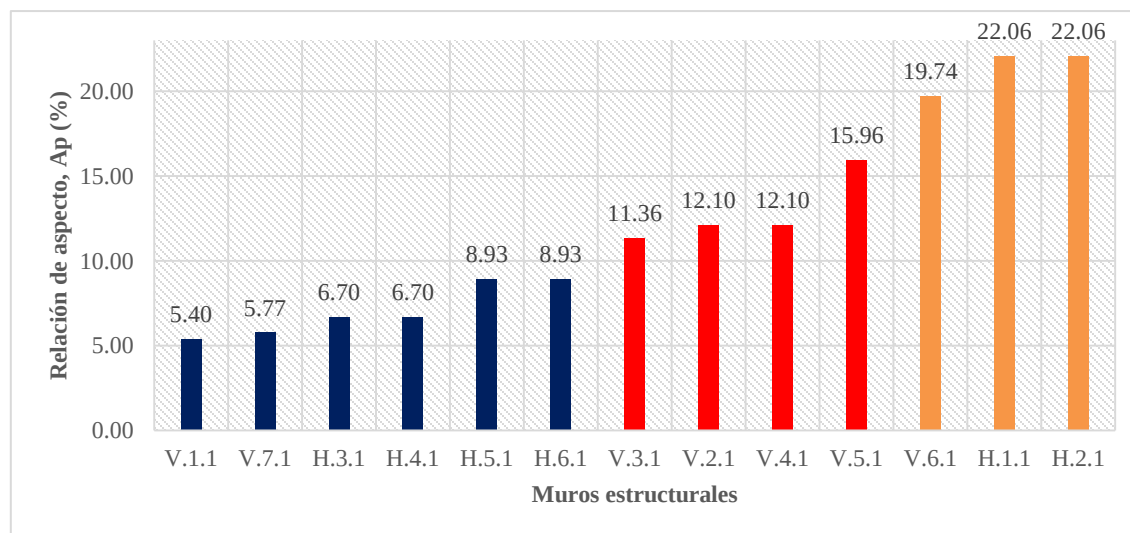
Durante la revisión de los datos se identificaron tres patrones de comportamiento en función de la relación de aspecto,  $A_p$ , permitiendo concentrar los muros del proyecto en tres grandes grupos para el análisis:

- Grupo A: Muros con  $A_p \geq 19\%$
- Grupo B: Muros largos con  $A_p \leq 11\%$
- Grupo C: Muros largos con  $11\% < A_p < 19\%$

En la Figura 64 se presentan las relaciones de aspecto para cada uno de los muros del proyecto, representando en color naranja los muros pertenecientes al grupo A, en azul oscuro los del grupo B y en color rojo los del grupo C.

**Figura 64.**

*Relaciones de aspecto,  $A_p$ , de los muros estructurales.*



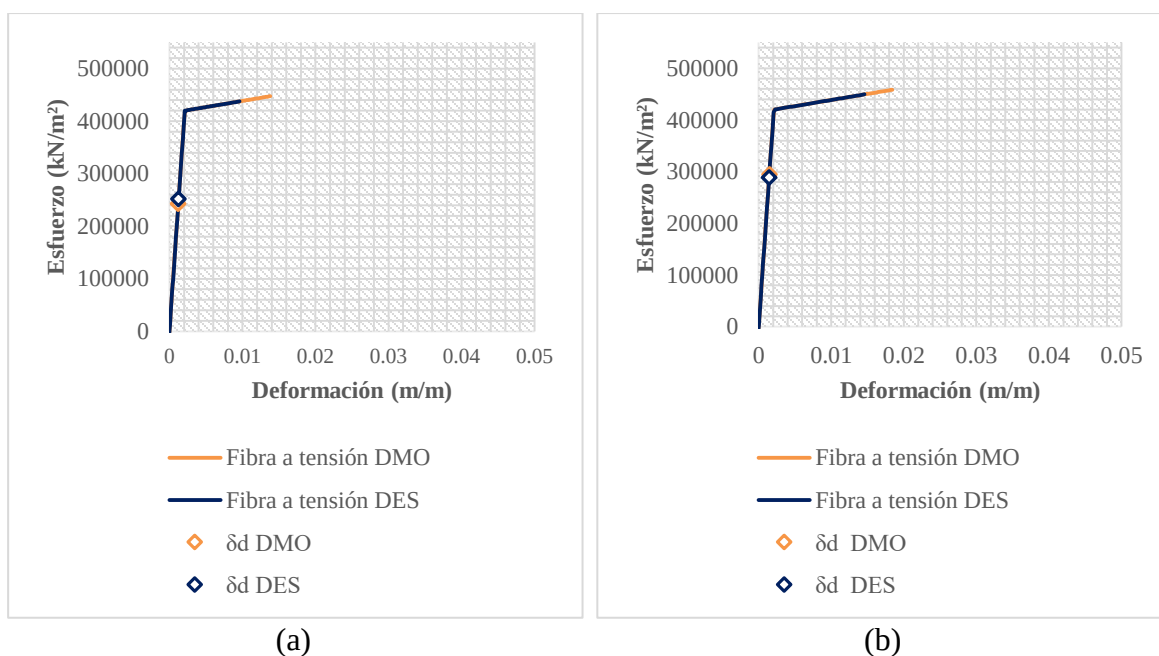
### Muros con relaciones de aspectos superiores al 19% (grupo A)

En esta sección se realiza la descripción del comportamiento de los muros *H.1* y *H.2* en dirección X y V.6 en dirección Y.

A manera de ejemplo se presenta la relación esfuerzo-deformación de la fibra extrema de acero de los muros *H.1* ( Figura 65a) y V.6 (Figura 65b), donde se observa que para el punto de desempeño de la estructura, los muros aún se encuentran en estado elástico, es decir su deformación es inferior al límite de fluencia (0.0021).

**Figura 65.**

*Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a tensión H.1 y V.6.*



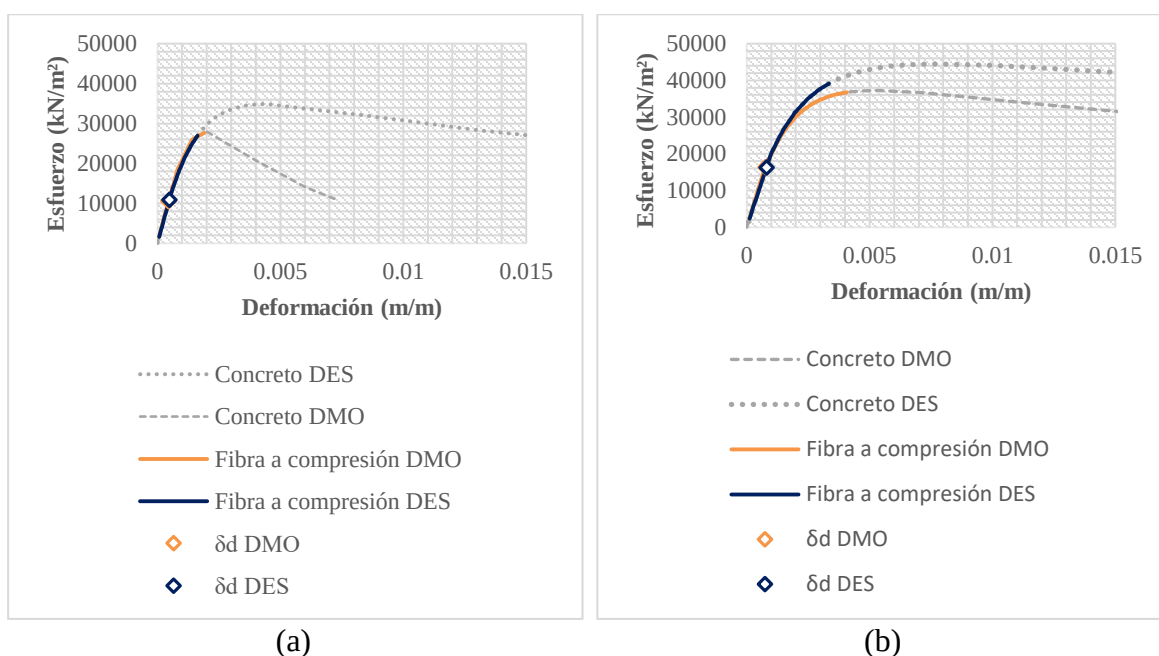
*Nota:* Las figuras representan el comportamiento de la fibra más alejada a tensión, evaluada en el primer piso para los muros (a) H.1 y (b) V.6.

En cuanto a la fibra extrema de concreto, en la Figura 66 se presenta la curva esfuerzo-deformación de los muros *H.1*, en la que se observa que el concreto del muro DES presenta

mayor capacidad de esfuerzo y deformación frente al concreto del muro DMO, esto atribuido al confinamiento proporcionado al muro DES del cual carece el DMO. En la Figura 66b, se presenta la curva esfuerzo deformación del muro V.6, en la cual se observa el mismo comportamiento de la Figura 66a, resaltando que para este caso los dos muros (DMO y DES) tienen elementos de confinamiento con las mismas dimensiones e igual cuantía de refuerzo longitudinal, pero diferente cuantía volumétrica (igual número de ramas pero diferente separación vertical), mostrando la influencia del acero transversal en el comportamiento del concreto en los elementos bajo estudio.

**Figura 66.**

*Diagrama esfuerzo-deformación extrema a compresión, primer piso muros H.1 y V.6.*



*Nota:* Las figuras representan el comportamiento de la fibra más alejada a compresión, evaluada en el primer piso para los muros (a) H.1 y (b) V.6.

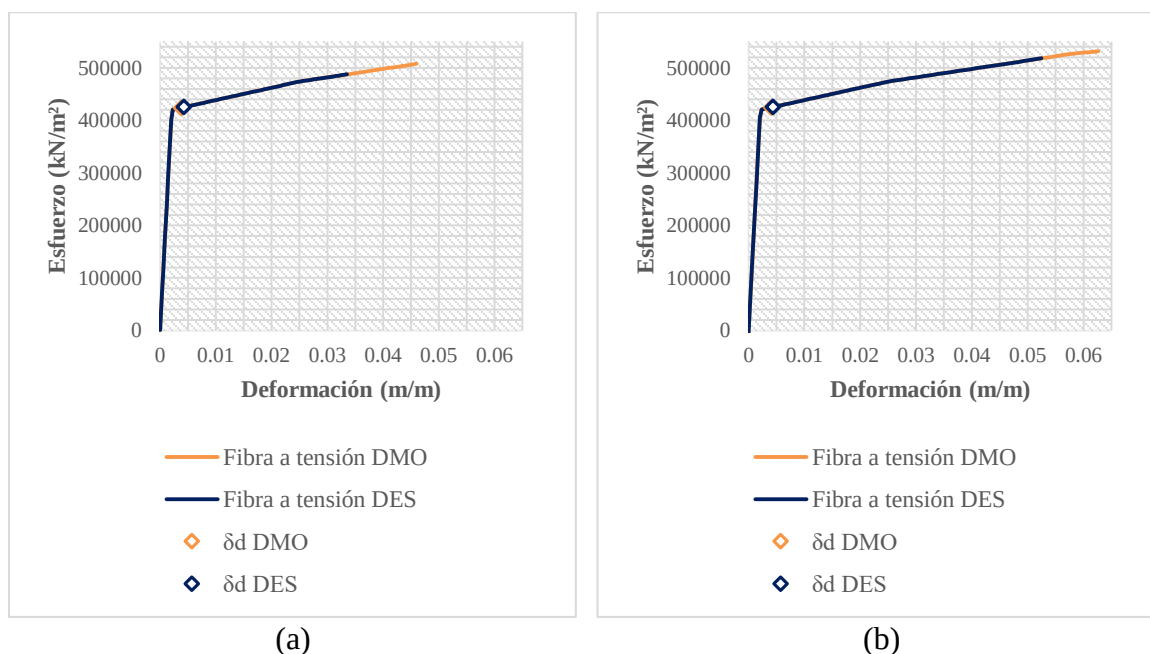
### Muros con relaciones de aspectos inferiores al 11%, (grupo B)

En este grupo se encuentran los muros *H.3*, *H.4*, *H.5*, *H.6* en dirección X y *V.1* y *V.7* en dirección Y, los cuales presentaron un estado similar en las fibras extremas a tensión y compresión en el punto de desempeño de la estructura.

A manera de ejemplo en la Figura 67a se presenta la relación esfuerzo-deformación de la fibra extrema de acero del muro *H.3* y en la Figura 67b la del muro *V.1*, sobre las cuales se observa que para el punto de desempeño, los muros bajo análisis ya iniciaron su incursión en el rango inelástico, superando la deformación límite de fluencia (0.0021).

**Figura 67.**

*Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a tensión muros H.3 y V.1.*

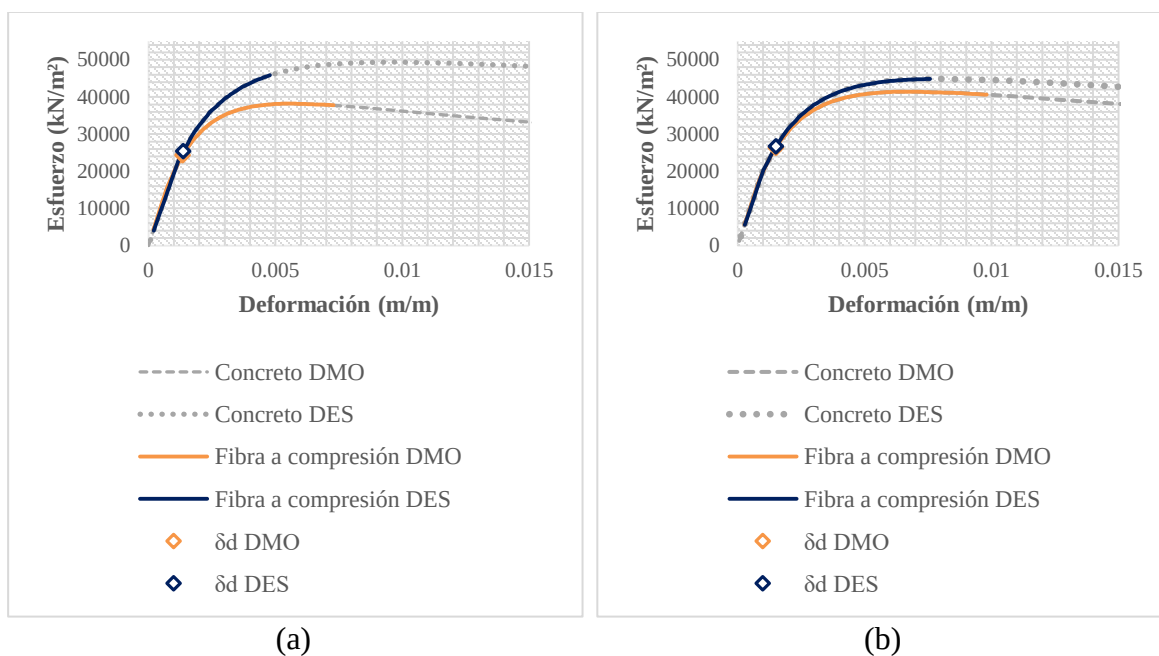


*Nota:* Las figuras representan el comportamiento de la fibra más alejada a tensión, evaluada en el primer piso para los muros (a) H.3 y (b) V.1.

El comportamiento de la fibra extrema de concreto se presenta en la Figura 68a y Figura 68b para los muros H.3 y V.1, respectivamente. Cabe recordar que los muros DMO presentan mayores longitudes de elemento de borde y cuantías de refuerzo longitudinal pero menor cuantía volumétrica respecto al muro DES, a pesar de ello se mantiene el comportamiento en el cual los mayores valores de demanda de esfuerzo y deformación unitaria las presenta el muro DES, lo que permite concluir que el refuerzo transversal tiene un mayor impacto en el mejoramiento del concreto a compresión que el refuerzo longitudinal.

**Figura 68.**

*Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a compresión, primer piso muro H.3 y V.1.*



*Nota:* Las figuras representan el comportamiento de la fibra más alejada a compresión, evaluada en el primer piso para los muros (a) H.3 y (b) V.1.

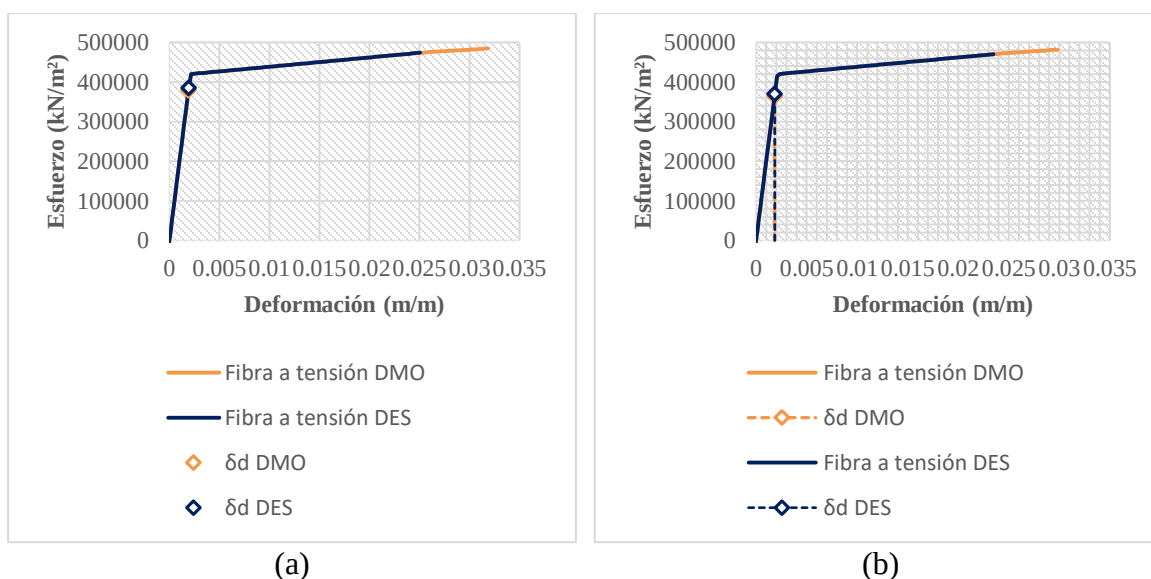
### Muros con relaciones de aspectos entre 11 y 19% (grupo C)

Este grupo lo conforman los muros V.2, V.3 y V.4, todos orientados en dirección Y. al revisar la curva esfuerzo-deformación de la fibra extrema de acero se observa que para el punto de desempeño, los muros aún se encuentran en estado elástico (Figura 69), sin embargo, su deformación se encuentra más cerca de la deformación límite (0.0021) que en los muros pertenecientes al grupo A (muros con  $A_p > 19\%$ ).

Con relación a la fibra extrema de concreto a compresión se encontró un comportamiento similar a los del grupo B, es decir, la capacidad de deformación de la fibra de concreto bajo estudio es mayor en los muros DES que en los DMO, como se observa en la Figura 70.

**Figura 69.**

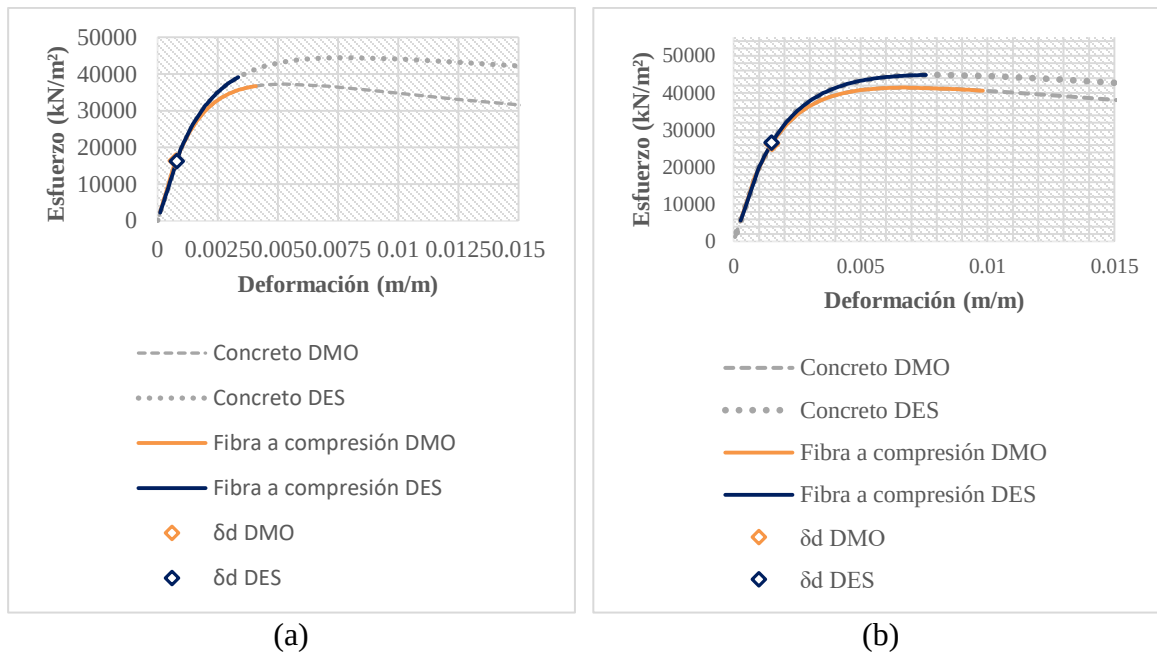
*Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a tensión, primer piso muros V.3 y V.4.*



*Nota:* Las figuras representan el comportamiento de la fibra más alejada a tensión, evaluada en el primer piso para los muros (a) V.3 y (b) V.4.

**Figura 70.**

*Diagrama esfuerzo-deformación fibra extrema a compresión, primer piso V.3 y V.4.*



*Nota:* Las figuras representan el comportamiento de la fibra más alejada a compresión, evaluada en el primer piso para los muros (a) V.3 y (b) V.4.



## 9. Conclusiones

En este trabajo se analizó una edificación con sistema muros de carga en concreto reforzado en una zona de amenaza sísmica intermedia diseñada para capacidades de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES), establecidas en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10). El análisis se hizo mediante un modelo computacional de elementos finitos que incluyó la flexibilidad de la cimentación y los efectos P-Delta. Las principales conclusiones del estudio son:

1. La estructura DMO presenta mayores cuantías de refuerzo longitudinal en los muros estructurales que requieren cuantías superiores a la mínima establecida (muros largos) en comparación a las requeridas por los muros DES, esto debido a que la estructura DMO presenta mayores fuerzas sísmicas de diseño, dado que el coeficiente de disipación de energía ( $R$ ) es menor. A pesar de lo anterior, las cuantías volumétricas del refuerzo transversal de los elementos de borde de los muros en la estructura DES fueron mayores a la de los muros de DMO, esto como resultado de los requisitos establecidos en el capítulo C21 de la NSR10.

2. En los pisos en donde los muros de las dos estructuras requirieron elementos de borde (EB), la longitud en planta del EB de los muros DMO fue mayor que la de los muros DES, aunque los elementos de borde de los muros DES se extienden un mayor número de pisos con respecto al DMO debido a los límites más exigentes de los requisitos sísmicos para los elementos de borde en muros DES y a las mayores demandas de cuantías de refuerzo requeridas en DMO.

3. Del análisis estático no lineal se encontró que la estructura DES presenta mayor capacidad de desplazamiento con respecto al DMO, reflejado en un incremento del desplazamiento último de la edificación DES del 60% en dirección X y del 41% en dirección

Y. Este resultado es acorde a la filosofía de diseño en edificaciones con muros estructurales establecida en el reglamento NSR-10.

4. En el punto de desempeño, la estructura DES presenta un desplazamiento ligeramente mayor al de la estructura DMO (diferencias menores al 6% para las direcciones X y Y). Puesto que el nivel de amenaza sísmica se mantuvo constante para ambas edificaciones, se evidencia que la capacidad de disipación de energía con que se diseñó la edificación tiene poca influencia en la demanda de desplazamiento de diseño sísmico.

5. Los muros de las estructuras DMO y DES con relaciones de aspectos ( $A_p$ ) mayores al 19% se mantuvieron en el rango elástico para la demanda de desplazamiento del punto de desempeño, mientras que aquellos muros con  $A_p$  menor al 19% si entraron en el rango inelástico. Lo anterior fue verificado a partir del análisis de resultados de las fibras extremas a tensión (acero) y compresión (concreto) de cada muro.

6. El orden en que los muros estructurales alcanzaron los límites de rotación de los estados de desempeño ocupación inmediata (IO) y seguridad a la vida (LS) no fue de forma consecutiva en altura de pisos. Lo anterior se atribuye a que las transiciones de refuerzo se realizaron cada tres pisos para la mayoría de los muros DMO y DES, aumentando los valores de rotación en los pisos donde se realiza el cambio de configuración de refuerzo longitudinal, lo que podría ocasionar que la aparición de rotulas plásticas no se presente de forma consecutiva trasladándolas a los niveles superiores.

7. Se encontró que los efectos  $P-\Delta$  en las dos edificaciones (DMO y DES) tienen una mayor afectación en la dirección con menor densidad de muros (dirección X).

### **10.Recomendaciones**

1. Se recomienda realizar un análisis dinámico no lineal siguiendo las recomendaciones de ASCE 41-17, con el objetivo de evaluar los efectos de los modos superiores en la respuesta del edificio.
2. Teniendo en cuenta las limitaciones del método de modelado de rotulas plásticas usado en el desarrollo del trabajo se sugiere un análisis en el que se tome en cuenta la influencia del cortante en el comportamiento de la estructura
3. Dado que el proyecto desarrollado focalizado en la capacidad de desplazamiento de la estructura se recomienda realizar trabajos complementarios que introduzcan la evaluación de posibles fallas que puedan llegar a afectar la estabilidad de la estructura como la fractura del acero o falla por cortante de los muros estructurales.

### Referencias Bibliográficas

- American Concrete Institute: Farmington Hills. (2011). *Building Code Requirements for Structural Concrete ( Aci 318-11 ) and Commentary Reported By Aci Committee 318*.
- ASCE. (2014). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (ASCE/SEI 41-13)*.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10)*.
- Benjumea Royero, J. M., Sotelo Monroy, F. S., Celis Melo, C. E., & Chio Cho, G. (2016). Efecto del grado de capacidad de disipación de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado. *Revista Tecnura*, 20(50), 15–28.  
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a01>
- Chaparro Tarazona, A. C. (2017). *INFLUENCIA DE LA CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA SELECCIONADA EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO Y COSTO DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO REFORZADO LOCALIZADOS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA BAJA E INTERMEDIA EN COLOMBIA*.
- González, V., Botero, J. C., Rochel, R., Julián, V., & Martha, Á. (2005). Propiedades mecánicas del acero de refuerzo. *Ingeniería y Ciencia*, 1, 67–76.
- Idris, Y., & Yahya, J. (2017). The Behaviour Study of Shear Wall on Concrete Structure by Pushover Analysis. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 7(4), 1127–1133.
- Kircher, C. A., Nassar, A. A., Kustu, O., & Holmes, W. T. (1997). Development of building damage functions for earthquake loss estimation. *Earthquake Spectra*, Vol. 13, pp. 663–682. <https://doi.org/10.1193/1.1585974>

- Mwafy, A. M., & Elnashai, A. S. (2001). Static pushover versus dynamic collapse analysis of RC buildings. *Engineering Structures*, 23(5), 407–424. [https://doi.org/10.1016/S0141-0296\(00\)00068-7](https://doi.org/10.1016/S0141-0296(00)00068-7)
- Powell, G. H. (2010). *MODELING FOR STRUCTURAL ANALYSIS* (Computers and structure. Inc, Ed.). Berkeley, California, USA.
- Prada, M., Carrillo, J., & Gélvez, C. (2017). Variación de las cuantías de acero de refuerzo de muros de concreto para las categorías de disipación de energía definidas en NSR-10. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 29–47. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a2>
- Thomsen, J. H., & Wallace, J. W. (2004). Displacement-Based Design of Slender Reinforced Concrete Structural Walls—Experimental Verification. *Journal of Structural Engineering*, 130(4), 618–630. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(2004\)130:4\(618\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(2004)130:4(618))
- Uribe, S. L., & Gutierrez, C. D. (2014). *Influencia En Las Cantidades De Obra De Una Edificación Con Sistemas De Muros De Carga Al Modificar Los Requisitos Mínimos De Capacidad De Disipación De Energía En Zonas De Amenaza Sísmica Intermedia* (UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER). <https://doi.org/153981>
- Wallace, J. W. (2014). Reassessing ACI 318 ShearWall Provisions Based on Recent Earthquake and Test Observations. In M. Fischinger (Ed.), *Performance-Based Seismic Engineering: Vision for an Earthquake Resilient Society* (Vol. 32, pp. 449–467). <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8875-5>
- Wood, S. L. (1992). Design of R/C Structural Walls: Balancing Toughness and Stiffness. In P. Farjfar & H. Krawinkler (Eds.), *Nonlinear seismic analysis and design of reinforced concrete buildings* (Taylor and, Vol. 1, p. 174).

## Apéndices

### Apéndice A. Porcentajes de participación modos de vibración

Para el análisis modal espectral realizado se tuvieron en cuenta 45 modos de vibración, asumiendo tres grados de libertad por piso. En la Tabla 57 se muestran los porcentajes de participación modal (PPM) acumulados de los modos tenidos en cuenta.

**Tabla 57.**

*Modos de vibración de la estructura.*

| <b>Piso</b> | <b>PPM X</b> | <b>PPM Y</b> | <b>PPM Z</b> |
|-------------|--------------|--------------|--------------|
|             | <b>%</b>     | <b>%</b>     | <b>%</b>     |
| Modo 1      | 63.69        | 0            | 0            |
| Modo 2      | 63.69        | 63.83        | 0            |
| Modo 3      | 63.69        | 63.83        | 63.93        |
| Modo 4      | 83.83        | 63.83        | 63.93        |
| Modo 5      | 83.83        | 84.08        | 63.93        |
| Modo 6      | 83.83        | 84.08        | 84.22        |
| Modo 7      | 90.85        | 84.08        | 84.22        |
| Modo 8      | 90.85        | 91.04        | 84.22        |
| Modo 9      | 90.85        | 91.04        | 91.23        |
| Modo 10     | 94.41        | 91.04        | 91.23        |
| Modo 11     | 94.41        | 94.49        | 91.23        |
| Modo 12     | 94.41        | 94.49        | 94.69        |
| Modo 13     | 96.46        | 94.49        | 94.69        |
| Modo 14     | 96.46        | 96.45        | 94.69        |
| Modo 15     | 96.46        | 96.45        | 96.64        |
| Modo 16     | 97.72        | 96.45        | 96.64        |
| Modo 17     | 97.72        | 97.66        | 96.64        |
| Modo 18     | 97.72        | 97.66        | 97.81        |
| Modo 19     | 98.52        | 97.66        | 97.81        |
| Modo 20     | 98.52        | 98.45        | 97.81        |

| <b>Piso</b> | <b>PPM X</b> | <b>PPM Y</b> | <b>PPM Z</b> |
|-------------|--------------|--------------|--------------|
|             | <b>%</b>     | <b>%</b>     | <b>%</b>     |
| Modo 21     | 98.52        | 98.45        | 98.57        |
| Modo 22     | 99.05        | 98.45        | 98.57        |
| Modo 23     | 99.05        | 98.99        | 98.57        |
| Modo 24     | 99.4         | 98.99        | 98.57        |
| Modo 25     | 99.4         | 98.99        | 99.06        |
| Modo 26     | 99.4         | 99.36        | 99.06        |
| Modo 27     | 99.63        | 99.36        | 99.06        |
| Modo 28     | 99.63        | 99.36        | 99.4         |
| Modo 29     | 99.79        | 99.36        | 99.4         |
| Modo 30     | 99.79        | 99.61        | 99.4         |
| Modo 31     | 99.79        | 99.61        | 99.63        |
| Modo 32     | 99.89        | 99.61        | 99.63        |
| Modo 33     | 99.89        | 99.78        | 99.63        |
| Modo 34     | 99.95        | 99.78        | 99.63        |
| Modo 35     | 99.95        | 99.78        | 99.78        |
| Modo 36     | 99.98        | 99.78        | 99.78        |
| Modo 37     | 99.98        | 99.88        | 99.78        |
| Modo 38     | 99.99        | 99.88        | 99.78        |
| Modo 39     | 99.99        | 99.88        | 99.88        |
| Modo 40     | 99.99        | 99.94        | 99.88        |
| Modo 41     | 99.99        | 99.94        | 99.94        |
| Modo 42     | 99.99        | 99.97        | 99.94        |
| Modo 43     | 99.99        | 99.97        | 99.94        |
| Modo 44     | 99.99        | 99.97        | 99.97        |
| Modo 45     | 99.99        | 99.97        | 99.98        |

### Apéndice B.Verificación de irregularidades

Dando cumplimiento a lo establecido en la tabla A.3-6 de NSR-10, se analizan las irregularidades a considerar para el análisis y diseño de las estructuras a evaluar.

#### Irregularidades en planta

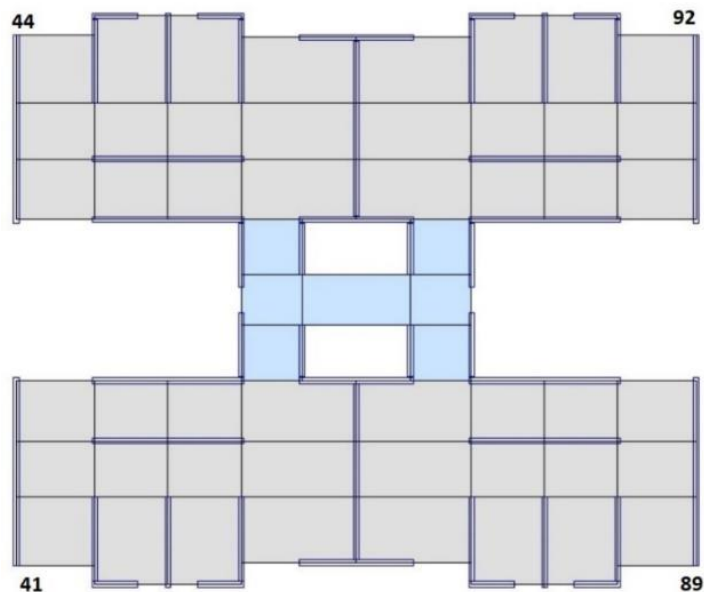
##### *Irregularidad torsional, 1AP y 1BP*

$$1.4 \left( \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right) \geq \Delta_1 > 1.2 \left( \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$$

$$\Delta_1 > 1.4 \left( \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$$

**Figura 71.**

*Identificación de nodos usados en chequeo de irregularidades.*





**Tabla 58.***Derivas Esquina superior izquierda Vs esquina inferior izquierda dirección X*

| Nivel   | $\Delta_1$ (Dir X) | $\Delta_2$ (Dir X) | $1.4((\Delta_1+\Delta_2)/2)$ | $1.2((\Delta_1+\Delta_2)/2)$ | $\Delta_1$ | Verificación |
|---------|--------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------|--------------|
| N+37.50 | 0.0093             | 0.0093             | 0.0131                       | 0.0112                       | 0.0093     | Regular      |
| N+35.00 | 0.0093             | 0.0093             | 0.0131                       | 0.0112                       | 0.0093     | Regular      |
| N+32.50 | 0.0093             | 0.0093             | 0.0130                       | 0.0111                       | 0.0093     | Regular      |
| N+30.00 | 0.0092             | 0.0092             | 0.0128                       | 0.0110                       | 0.0092     | Regular      |
| N+27.50 | 0.0090             | 0.0090             | 0.0126                       | 0.0108                       | 0.0090     | Regular      |
| N+25.00 | 0.0087             | 0.0087             | 0.0122                       | 0.0105                       | 0.0087     | Regular      |
| N+22.50 | 0.0083             | 0.0083             | 0.0117                       | 0.0100                       | 0.0083     | Regular      |
| N+20.00 | 0.0079             | 0.0079             | 0.0110                       | 0.0094                       | 0.0079     | Regular      |
| N+17.50 | 0.0073             | 0.0073             | 0.0102                       | 0.0087                       | 0.0073     | Regular      |
| N+15.00 | 0.0065             | 0.0065             | 0.0092                       | 0.0079                       | 0.0065     | Regular      |
| N+12.50 | 0.0057             | 0.0057             | 0.0080                       | 0.0068                       | 0.0057     | Regular      |
| N+10.00 | 0.0047             | 0.0047             | 0.0066                       | 0.0057                       | 0.0047     | Regular      |
| N+7.50  | 0.0036             | 0.0036             | 0.0050                       | 0.0043                       | 0.0036     | Regular      |
| N+5.00  | 0.0023             | 0.0023             | 0.0032                       | 0.0028                       | 0.0023     | Regular      |
| N+2.50  | 0.0009             | 0.0009             | 0.0012                       | 0.0011                       | 0.0009     | Regular      |

**Tabla 59.***Esquina superior izquierda vs esquina superior derecha, dirección Y*

| Nivel   | $\Delta_1$ (Dir X) | $\Delta_2$ (Dir X) | $1.4((\Delta_1+\Delta_2)/2)$ | $1.2((\Delta_1+\Delta_2)/2)$ | $\Delta_1$ | Verificación |
|---------|--------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------|--------------|
| N+37.50 | 0.0085             | 0.0085             | 0.0120                       | 0.0103                       | 0.0085     | Regular      |
| N+35.00 | 0.0085             | 0.0085             | 0.0120                       | 0.0103                       | 0.0085     | Regular      |
| N+32.50 | 0.0085             | 0.0085             | 0.0119                       | 0.0102                       | 0.0085     | Regular      |
| N+30.00 | 0.0084             | 0.0084             | 0.0118                       | 0.0101                       | 0.0084     | Regular      |
| N+27.50 | 0.0083             | 0.0083             | 0.0116                       | 0.0099                       | 0.0083     | Regular      |
| N+25.00 | 0.0080             | 0.0080             | 0.0112                       | 0.0096                       | 0.0080     | Regular      |
| N+22.50 | 0.0077             | 0.0077             | 0.0107                       | 0.0092                       | 0.0077     | Regular      |
| N+20.00 | 0.0072             | 0.0072             | 0.0101                       | 0.0087                       | 0.0072     | Regular      |
| N+17.50 | 0.0067             | 0.0067             | 0.0094                       | 0.0080                       | 0.0067     | Regular      |
| N+15.00 | 0.0060             | 0.0060             | 0.0085                       | 0.0073                       | 0.0060     | Regular      |
| N+12.50 | 0.0053             | 0.0053             | 0.0074                       | 0.0063                       | 0.0053     | Regular      |
| N+10.00 | 0.0044             | 0.0044             | 0.0061                       | 0.0052                       | 0.0044     | Regular      |
| N+7.50  | 0.0033             | 0.0033             | 0.0047                       | 0.0040                       | 0.0033     | Regular      |
| N+5.00  | 0.0022             | 0.0022             | 0.0030                       | 0.0026                       | 0.0022     | Regular      |
| N+2.50  | 0.0008             | 0.0008             | 0.0012                       | 0.0010                       | 0.0008     | Regular      |

**Tabla 60.***Esquina superior derecha vs esquina inferior derecha, dirección X.*

| Nivel   | $\Delta_1$ (Dir X) | $\Delta_2$ (Dir X) | $1.4((\Delta_1+\Delta_2)/2)$ | $1.2((\Delta_1+\Delta_2)/2)$ | $\Delta_1$ | Verificación |
|---------|--------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------|--------------|
| N+37.5  | 0.0093             | 0.0093             | 0.0131                       | 0.0112                       | 0.0093     | Regular      |
| N+35.00 | 0.0093             | 0.0093             | 0.0131                       | 0.0112                       | 0.0093     | Regular      |
| N+32.5  | 0.0093             | 0.0093             | 0.0130                       | 0.0111                       | 0.0093     | Regular      |
| N+30.00 | 0.0092             | 0.0092             | 0.0128                       | 0.0110                       | 0.0092     | Regular      |
| N+27.5  | 0.0090             | 0.0090             | 0.0126                       | 0.0108                       | 0.0090     | Regular      |
| N+25.00 | 0.0087             | 0.0087             | 0.0122                       | 0.0105                       | 0.0087     | Regular      |
| N+22.5  | 0.0083             | 0.0083             | 0.0117                       | 0.0100                       | 0.0083     | Regular      |
| N+20.00 | 0.0079             | 0.0079             | 0.0110                       | 0.0094                       | 0.0079     | Regular      |
| N+17.50 | 0.0073             | 0.0073             | 0.0102                       | 0.0087                       | 0.0073     | Regular      |
| N+15.00 | 0.0065             | 0.0065             | 0.0092                       | 0.0079                       | 0.0065     | Regular      |
| N+12.5  | 0.0057             | 0.0057             | 0.0080                       | 0.0068                       | 0.0057     | Regular      |
| N+10.00 | 0.0047             | 0.0047             | 0.0066                       | 0.0057                       | 0.0047     | Regular      |
| N+7.50  | 0.0036             | 0.0036             | 0.0050                       | 0.0043                       | 0.0036     | Regular      |
| N+5.00  | 0.0023             | 0.0023             | 0.0032                       | 0.0028                       | 0.0023     | Regular      |
| N+2.50  | 0.0009             | 0.0009             | 0.0012                       | 0.0011                       | 0.0009     | Regular      |

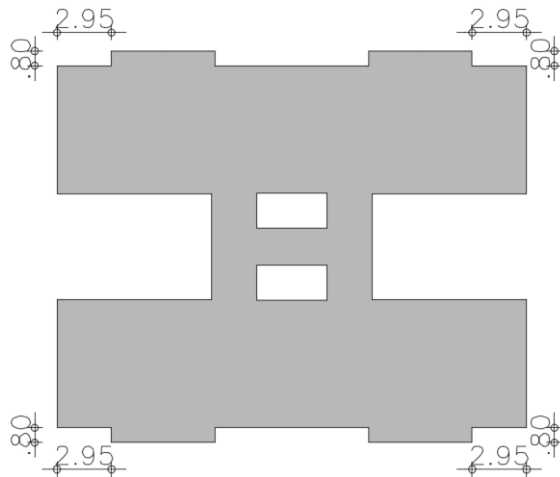
**Tabla 61.***Esquina inferior izquierda vs esquina inferior derecha, dirección Y.*

| Nivel   | $\Delta_1$ (Dir X) | $\Delta_2$ (Dir X) | $1.4((\Delta_1+\Delta_2)/2)$ | $1.2((\Delta_1+\Delta_2)/2)$ | $\Delta_1$ | Verificación |
|---------|--------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------|--------------|
| N+37.5  | 0.0085             | 0.0085             | 0.0120                       | 0.0103                       | 0.0085     | Regular      |
| N+35.00 | 0.0085             | 0.0085             | 0.0120                       | 0.0103                       | 0.0085     | Regular      |
| N+32.5  | 0.0085             | 0.0085             | 0.0119                       | 0.0102                       | 0.0085     | Regular      |
| N+30.00 | 0.0084             | 0.0084             | 0.0118                       | 0.0101                       | 0.0084     | Regular      |
| N+27.5  | 0.0083             | 0.0083             | 0.0116                       | 0.0099                       | 0.0083     | Regular      |
| N+25.00 | 0.0080             | 0.0080             | 0.0112                       | 0.0096                       | 0.0080     | Regular      |
| N+22.5  | 0.0077             | 0.0077             | 0.0107                       | 0.0092                       | 0.0077     | Regular      |
| N+20.00 | 0.0072             | 0.0072             | 0.0101                       | 0.0087                       | 0.0072     | Regular      |
| N+17.50 | 0.0067             | 0.0067             | 0.0094                       | 0.0080                       | 0.0067     | Regular      |
| N+15.00 | 0.0060             | 0.0060             | 0.0085                       | 0.0073                       | 0.0060     | Regular      |
| N+12.5  | 0.0053             | 0.0053             | 0.0074                       | 0.0063                       | 0.0053     | Regular      |
| N+10.00 | 0.0044             | 0.0044             | 0.0061                       | 0.0052                       | 0.0044     | Regular      |
| N+7.50  | 0.0033             | 0.0033             | 0.0047                       | 0.0040                       | 0.0033     | Regular      |
| N+5.00  | 0.0022             | 0.0022             | 0.0030                       | 0.0026                       | 0.0022     | Regular      |
| N+2.50  | 0.0008             | 0.0008             | 0.0012                       | 0.0010                       | 0.0008     | Regular      |

***Retrocesos excesivos en las esquinas, 2p***

Se considera que la configuración en planta de la estructura no tiene retrocesos excesivos en sus esquinas. A continuación, se anexan los cálculos realizados:

$$A > 0.15B \text{ y } C > 0.15D$$

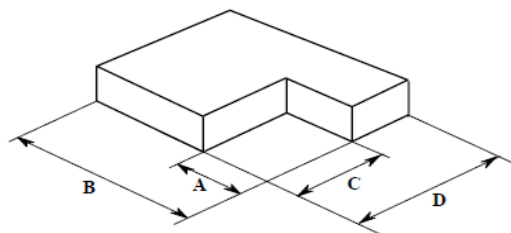
**Figura 72.***Datos geométricos de la estructura irregularidad 2P***Nomenclatura**

A 0.80 m

B 21.20 m

C 2.95 m

D 25.40 m



$$0.80 < 0.15 \times 21.20$$

$$0.80 < 3.18, \text{clasificación: regular}$$

$$2.95 < 0.15 \times 25.40$$

$$0.80 < 3.81, \text{clasificación: regular}$$

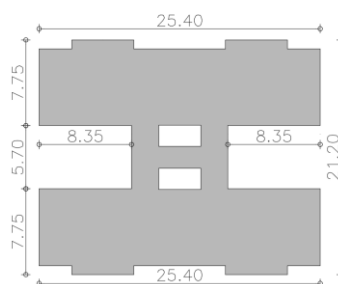
**Discontinuidades en el diafragma, 3p**

Se considera que una estructura presenta discontinuidad en el diafragma cuando las áreas de aberturas, entradas, retrocesos o huecos son mayores al 50 por ciento del área bruta. Teniendo en cuenta que la estructura bajo estudio no cumple con dicha condición, no se presenta irregularidad tipo 3P. A continuación, se presentan los cálculos realizados para la verificación:

$$C \times D + C \times E > 0.5 A \times B$$

**Figura 73.**

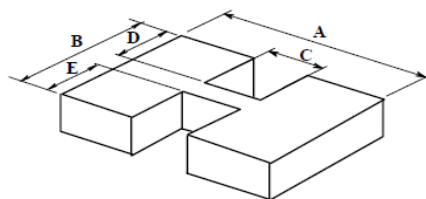
*Irregularidad por discontinuidad en el diafragma*

**Figura 74.**

*Datos geométricos de la estructura irregularidad 3P*

**Nomenclatura**

|   |         |
|---|---------|
| A | 21.20 m |
| B | 25.4 m  |
| C | 5.7 m   |
| D | 8.35 m  |
| E | 8.35 m  |



$$5.70 \times 8.35 + 5.70 \times 8.35 < 0.5 \times 21.20 \times 25.40$$

$95.19 < 269.24$ , clasificación: regular

***Desplazamiento del plano de acción de elementos verticales, 4p***

La estructura se considera regular dado que todos los elementos verticales (muros portantes) del sistema de resistencia sísmica no tienen desplazamientos en el plano, es decir son continuos a lo largo de toda su altura.

***Sistemas no paralelos, 5p***

La estructura no presenta este tipo de irregularidad, teniendo en cuenta que las direcciones de acción horizontal de los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica son paralelos y simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales del sistema de resistencia sísmica.

**Irregularidades en altura**

***Piso flexible (irregularidad en rigidez, irregularidad extrema en rigidez), 1aA y 1bA, irregularidad en la distribución de masas, 2A, irregularidad geométrica, 3A***

En cumplimiento en lo encontrado en la tabla A.3-7 Nota 1, cuando la deriva de cualquier piso es menor de 1.3 veces la deriva del piso siguiente hacia arriba, se considera que la estructura no presenta irregularidad de piso flexible ni irregularidad en la distribución de masas, como es el caso de la estructura bajo estudio. En la Tabla 62 se muestran los cálculos realizados para los valores de derivas de la estructura.

**Tabla 62.****Relación de derivas de entrepiso.**

| Niveles | Sismo dirección x |                       | Sismo dirección y |                       |
|---------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
|         | Deriva X          | Comparación           | Deriva Y          | Comparación           |
|         | $\Delta$          | $\Delta i/\Delta i+1$ | $\Delta$          | $\Delta i/\Delta i+1$ |
|         | %                 | %                     | %                 | %                     |
| Piso 15 | 0.936             |                       | 0.0604            |                       |
| Piso 14 | 0.9355            | 0.9995                | 0.0605            | 1.0017                |
| Piso 13 | 0.9308            | 0.9950                | 0.0602            | 0.9950                |
| Piso 12 | 0.920             | 0.9885                | 0.0595            | 0.9884                |
| Piso 11 | 0.9016            | 0.9799                | 0.0584            | 0.9815                |
| Piso 10 | 0.8743            | 0.9697                | 0.0567            | 0.9709                |
| Piso 9  | 0.837             | 0.9573                | 0.0543            | 0.9577                |
| Piso 8  | 0.7888            | 0.9424                | 0.0513            | 0.9448                |
| Piso 7  | 0.729             | 0.9242                | 0.0475            | 0.9259                |
| Piso 6  | 0.6569            | 0.9011                | 0.0429            | 0.9032                |
| Piso 5  | 0.5717            | 0.8703                | 0.0374            | 0.8718                |
| Piso 4  | 0.4729            | 0.8272                | 0.0311            | 0.8316                |
| Piso 3  | 0.3598            | 0.7608                | 0.0238            | 0.7653                |
| Piso 2  | 0.2323            | 0.6456                | 0.0155            | 0.6513                |
| Piso 1  | 0.0881            | 0.3793                | 0.006             | 0.3871                |
| Base    | 0                 |                       | 0                 |                       |

**Desplazamientos dentro del plano de acción, 4A**

Considerando lo descrito en la tabla A.3-7 de NSR-10 ítem 4A, las estructuras bajo estudio no presentan irregularidad por desplazamiento dentro del plano de acción, dado que las edificaciones no presentan deslizamientos en el alineamiento de los elementos verticales y del sistema de resistencia sísmica. Por el contrario, los elementos son continuos desde la cimentación hasta la planta del último nivel.



***Piso débil- discontinuidad en la resistencia, discontinuidad extrema en la resistencia, 5aA y 5bAa***

Teniendo en cuenta que las edificaciones bajo estudio no presentan cambios de rigidez en altura y sus elementos estructurales presentan la misma geometría y materiales en todos los niveles, no se presentan discontinuidades de resistencia en la estructura, es decir la estructura no presenta irregularidad del tipo 5aA y 5bA.

### Apéndice C. Verificación de derivas

En la Tabla 63 y Tabla 64 se muestran los valores de deriva obtenidos en el análisis de la edificación bajo estudio.

**Tabla 63.**

*Valores de deriva sismo dirección X.*

| Piso    | Derivas de entrepiso |             |             |
|---------|----------------------|-------------|-------------|
|         | Niveles              | Dirección X | Dirección Y |
|         | m                    | %           | %           |
| Piso 15 | 37.5                 | 0.936       | 0.0502      |
| Piso 14 | 35                   | 0.9355      | 0.0502      |
| Piso 13 | 32.5                 | 0.9308      | 0.05        |
| Piso 12 | 30                   | 0.9201      | 0.0494      |
| Piso 11 | 27.5                 | 0.9016      | 0.0484      |
| Piso 10 | 25                   | 0.8743      | 0.0469      |
| Piso 9  | 22.5                 | 0.837       | 0.045       |
| Piso 8  | 20                   | 0.7888      | 0.0424      |
| Piso 7  | 17.5                 | 0.729       | 0.0393      |
| Piso 6  | 15                   | 0.6569      | 0.0355      |
| Piso 5  | 12.5                 | 0.5717      | 0.031       |
| Piso 4  | 10                   | 0.4729      | 0.0258      |
| Piso 3  | 7.5                  | 0.3598      | 0.0197      |
| Piso 2  | 5                    | 0.2323      | 0.0129      |
| Piso 1  | 2.5                  | 0.0881      | 0.005       |
| Base    | 0                    | 0           | 0           |

**Tabla 64.***Valores de deriva sismo dirección Y.*

|         | Derivas de entrepiso |             |             |
|---------|----------------------|-------------|-------------|
|         | Niveles              | Dirección Y | Dirección X |
|         | m                    | %           | %           |
| Piso 15 | 37.5                 | 0.0604      | 0.8542      |
| Piso 14 | 35                   | 0.0605      | 0.8542      |
| Piso 13 | 32.5                 | 0.0602      | 0.8507      |
| Piso 12 | 30                   | 0.0595      | 0.8416      |
| Piso 11 | 27.5                 | 0.0584      | 0.8255      |
| Piso 10 | 25                   | 0.0567      | 0.8013      |
| Piso 9  | 22.5                 | 0.0543      | 0.7678      |
| Piso 8  | 20                   | 0.0513      | 0.7243      |
| Piso 7  | 17.5                 | 0.0475      | 0.6699      |
| Piso 6  | 15                   | 0.0429      | 0.6042      |
| Piso 5  | 12.5                 | 0.0374      | 0.5265      |
| Piso 4  | 10                   | 0.0311      | 0.4362      |
| Piso 3  | 7.5                  | 0.0238      | 0.3329      |
| Piso 2  | 5                    | 0.0155      | 0.2161      |
| Piso 1  | 2.5                  | 0.006       | 0.0826      |
| Base    | 0                    | 0           | 0           |

## **Apéndice D. Diseño placa de entrepiso**

### ***Diseño a flexión***

En esta sección se muestra el resumen de los parámetros y los cálculos realizados para el diseño de las losas de entrepiso que hacen parte de la edificación bajo estudio, tomando una resistencia a la compresión del concreto de 28 MPa y una resistencia a la fluencia del acero de 420 MPa.

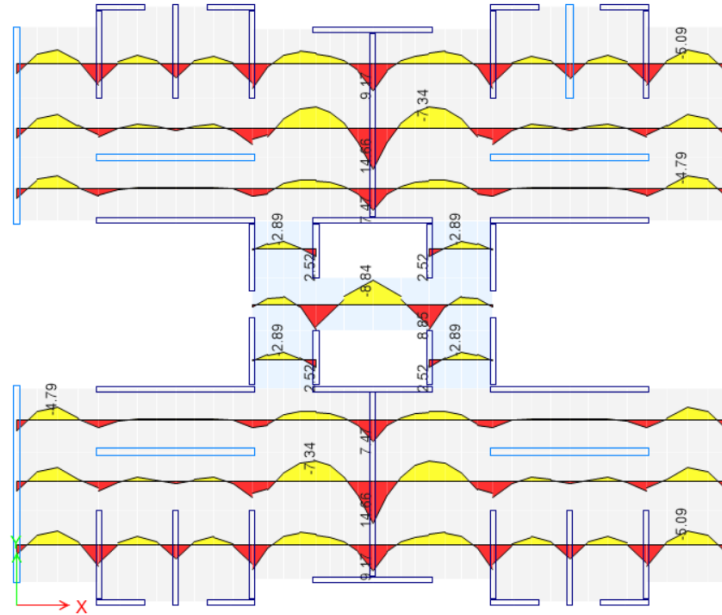
El recubrimiento usado para el diseño de las placas macizas de la estructura bajo estudio es igual a 25 mm, garantizado el cumplimiento de lo definido en la sección C.7.7.1 de NSR-10.

En la Figura 75 y Figura 76 se muestran los momentos provenientes de las combinaciones de diseño.

Se calcularon los momentos máximos resistentes para las distribuciones de refuerzo suministradas y se verificó que fueran inferiores a los momentos últimos provenientes de las combinaciones de diseño mostrados anteriormente. En la Tabla 65 y Tabla 66 se muestran los cálculos realizados para cumplir con las solicitudes.

**Figura 75.**

***Momentos de diseño placa de entrepiso (alrededor del eje X).***



**Figura 76.**

***Momentos de diseño placa de entrepiso (alrededor del eje Y).***

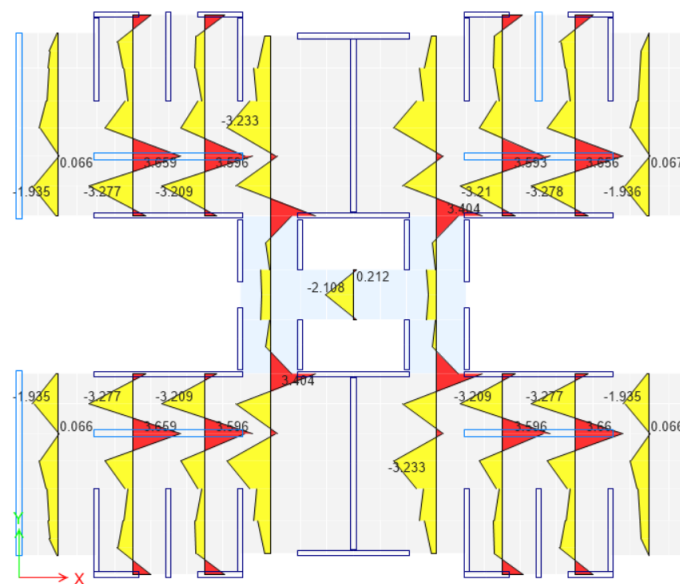


Tabla 65.

*Momento ultimo resistente, Placa apartamentos (e=0.125).*

| Geometría       |          |     | Cuantía Suministrada                                         |             |                 |
|-----------------|----------|-----|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|
| <b>b</b>        | 1        | m   |                                                              |             |                 |
| <b>h</b>        | 0.125    | m   | <b>As</b>                                                    | 2.565634    | Cm <sup>2</sup> |
| <b>r</b>        | 0.025    | m   | <b>ρ</b>                                                     | 0.0026      |                 |
| <b>d</b>        | 0.1      | m   |                                                              |             |                 |
| Materiales      |          |     | Momento Máximo Resistente                                    |             |                 |
| <b>f'c</b>      | 28       | MPa |                                                              |             |                 |
| <b>fy</b>       | 420      | MPa | <b>Mu</b>                                                    | 0.947855153 | Ton-m           |
| <b>φ</b>        | 0.9      |     | <b>Mu</b>                                                    | 9.478551526 | kN-m            |
| <b>Refuerzo</b> |          |     |                                                              |             |                 |
| <b>Φdb</b>      | 7        | mm  | <b>Mu= φ ρ fy (1- ( ρ (fy/0.85f'c) 0.5 ) b d<sup>2</sup></b> |             |                 |
| <b>Sep</b>      | 0.15     | m   |                                                              |             |                 |
| <b>Cant</b>     | 6.666667 | und |                                                              |             |                 |

Tabla 66.

*Momento ultimo resistente, Placa pasillos (e=0.15).*

| Geometría       |          |     | Cuantía Suministrada                                         |             |                 |
|-----------------|----------|-----|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|
| <b>b</b>        | 1        | m   |                                                              |             |                 |
| <b>h</b>        | 0.15     | m   | <b>As</b>                                                    | 2.945243    | Cm <sup>2</sup> |
| <b>r</b>        | 0.025    | m   | <b>ρ</b>                                                     | 0.002356    |                 |
| <b>d</b>        | 0.125    | m   |                                                              |             |                 |
| Materiales      |          |     | Momento Máximo Resistente                                    |             |                 |
| <b>f'c</b>      | 28       | MPa |                                                              |             |                 |
| <b>fy</b>       | 420      | MPa | <b>Mu</b>                                                    | 1.362695505 | Ton-m           |
| <b>φ</b>        | 0.9      |     | <b>Mu</b>                                                    | 13.62695505 | kN-m            |
| <b>Refuerzo</b> |          |     |                                                              |             |                 |
| <b>Φdb</b>      | 7.5      | mm  | <b>Mu= φ ρ fy (1- ( ρ (fy/0.85f'c) 0.5 ) b d<sup>2</sup></b> |             |                 |
| <b>Sep</b>      | 0.15     | m   |                                                              |             |                 |
| <b>Cant</b>     | 6.666667 | und |                                                              |             |                 |

**Diseño a cortante.**

Para el diseño a cortante de la losa de entrepiso, se da cumplimiento a las especificaciones dadas en C.11.2 de NSR-10. Se revisó que el cortante de la losa para las combinaciones de diseño no superara el valor dado por la expresión:

$$v_c = \phi 0.17 \lambda \sqrt{f'_c} b d$$

En la Tabla 67 y Tabla 68 se muestran los valores de cortantes calculados para los espesores de placa del proyecto, los cuales son inferiores a los encontrados en los modelos realizados, mostrados en la Figura 77 y Figura 78.

**Tabla 67.**

**Cortante resistente, Placa apartamentos ( $e=0.125$ ).**

| Geometría                       |       |     | Cortante                         |        |       |
|---------------------------------|-------|-----|----------------------------------|--------|-------|
| b                               | 1     | m   | Vu                               | 19.6   | kN    |
| h                               | 0.125 | m   |                                  |        |       |
| r                               | 0.025 | m   |                                  |        |       |
| d                               | 0.125 | m   |                                  |        |       |
| Materiales                      |       |     | Cortante que Resiste el Concreto |        |       |
| f'c                             | 28    | MPa | φvc                              | 674.70 | kN/m² |
| fy                              | 420   | MPa | φVc                              | 67.47  | kN    |
| φ                               | 0.75  |     | Vu ≤ φVc                         |        |       |
| No requiere Refuerzo a Cortante |       |     |                                  |        |       |







El cálculo de la fuerza sísmica  $F_s$ , se realizó a través del método fuerza horizontal equivalente y fue asignada como carga lineal al diagrama.

Como criterio se asumieron elementos colectores con sección transversal de .30x0.125, garantizando que el esfuerzo en los elementos no superan el límite establecido en la sección C.21 de NSR-10 ( $0.20 f'_c$ ), y se verifico que el refuerzo asignado satisficiera las fuerzas de compresión y tensión a las que estaban sometidos para las combinaciones de diseño B.2.4.5 y B.2.4.9.

A continuación se presenta a manera de ejemplo el cálculo detallado del elemento sobre el eje A de las estructuras bajo estudio.

**Tabla 69.**

**Parámetros diseño de elementos colectores DMO.**

| <b>Geometría Muros</b>   |              |        |                       |              |     |
|--------------------------|--------------|--------|-----------------------|--------------|-----|
| LW <sub>H.1.3</sub>      | 1.7          | m      | LW <sub>H.2.3</sub>   | 1.7          | m   |
| tw <sub>H.1.3</sub>      | 0.2          | m      | tw <sub>H.2.3</sub>   | 0.2          | m   |
| <b>Cargas Puntuales</b>  |              |        |                       |              |     |
| V <sub>H.1.3</sub>       | 56.35292     | kN     | V <sub>H.2.3</sub>    | 60.09972     | kN  |
| <b>Geometria placa</b>   |              |        |                       |              |     |
| t <sub>placa</sub>       | 0.12         | m      | t <sub>placa</sub>    | 0.12         | m   |
| <b>Esquema en planta</b> |              |        |                       |              |     |
| L <sub>placa</sub>       | 5.6          | m      |                       |              |     |
|                          | <b>V.4.1</b> |        |                       | <b>V.5.1</b> |     |
|                          | 1.70 m       |        |                       | 1.70 m       |     |
| S <sub>placa</sub>       |              | 2.20 m |                       |              |     |
| <b>Materiales</b>        |              |        |                       |              |     |
| F' <sub>c</sub>          | 28           | Mpa    | F' <sub>c</sub>       | 28           | Mpa |
| F <sub>y</sub>           | 420          | Mpa    | F <sub>y</sub>        | 420          | Mpa |
| Φ <sub>Flexion</sub>     | 0.9          |        | Φ <sub>Flexion</sub>  | 0.9          |     |
| Φ <sub>Cortante</sub>    | 0.75         |        | Φ <sub>Cortante</sub> | 0.75         |     |
| Ω                        | 2.5          |        | Ω                     | 2.5          |     |

Tabla 70.

*Fuerza de diseño de los elementos colectores*

| 1. Cargas Repartidas en la placa  |             |       |                 |          |       |
|-----------------------------------|-------------|-------|-----------------|----------|-------|
| $V_{u_{placa}}$                   | 20.79511429 | kN /m |                 |          |       |
| 2. Cargas Repartidas en los muros |             |       |                 |          |       |
| $V_{u_{H.1.3}}$                   | 33.14877647 | kN /m | $V_{u_{H.2.3}}$ | 35.35278 | kN /m |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |
|                                   |             |       |                 |          |       |

Tabla 71.

*Diseño de elementos colectores*

| 5. Acero paralelo al eje del muro                                       |                             |                           |                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Acero total                                                             |                             | Acero total               |                          |
| As <sub>H.1.3</sub>                                                     | 1.388969955 cm <sup>2</sup> | As <sub>H.2.3</sub>       | 1.636774 cm <sup>2</sup> |
| As <sub>H.1.3</sub>                                                     | 0.000138897 m <sup>2</sup>  | As <sub>H.2.3</sub>       | 0.000164 m <sup>2</sup>  |
| As <sub>sum.H.1.3</sub>                                                 | 7.74 cm <sup>2</sup>        | As <sub>sum.H.2.3</sub>   | 7.74 cm <sup>2</sup>     |
| As <sub>sum.H.1.3</sub>                                                 | 0.000774 cm <sup>2</sup>    | As <sub>sum.H.2.3</sub>   | 0.000774 cm <sup>2</sup> |
| Acero sobre muro                                                        |                             |                           |                          |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                | 5.16 cm <sup>2</sup>        | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 5.16 cm <sup>2</sup>     |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                | 0.000516 cm <sup>2</sup>    | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0.000516 cm <sup>2</sup> |
| Acero sobre placa                                                       |                             |                           |                          |
| As <sub>placa.H.1.3</sub>                                               | 2.58 cm <sup>2</sup>        | As <sub>placa.H.2.3</sub> | 2.58 cm <sup>2</sup>     |
| As <sub>placa.H.1.3</sub>                                               | 0.000258 cm <sup>2</sup>    | As <sub>placa.H.2.3</sub> | 0.000258 cm <sup>2</sup> |
| Cumple                                                                  |                             | Cumple                    |                          |
| 6.Excentricidad                                                         |                             |                           |                          |
| eTensión H.1.3                                                          | 0.15 m                      | eTensión H.2.3            | 0.15                     |
| eCompresión H.1.3                                                       | 0.015625912 m               | eCompresión H.2.3         | 0.018414                 |
| 7. Cargas                                                               |                             |                           |                          |
| T <sub>p H.1.3</sub>                                                    | 17.50102143                 | T <sub>p H.2.3</sub>      | 20.62335                 |
| C <sub>p H.1.3</sub>                                                    | 0                           | C <sub>p H.2.3</sub>      | 0                        |
| 8. Cortante refuerzo placa                                              |                             |                           |                          |
| φplaca                                                                  | 7 mm                        | φplaca                    | 7 mm                     |
| separación                                                              | 0.15 m                      | separación                | 0.15 m                   |
| # Capas                                                                 | 2 und                       | # Capas                   | 2 und                    |
| ρ <sub>t</sub>                                                          | 0.004276057 adm             | ρ <sub>t</sub>            | 0.004276 adm             |
| V <sub>S H.1.3</sub>                                                    | 26.939157                   | V <sub>S H.2.3</sub>      | 26.93916                 |
| 9. Momento debido a excentricidad de refuerzo                           |                             |                           |                          |
| M <sub>H.1.3</sub>                                                      | 0 kN-m                      | M <sub>H.2.3</sub>        | 0 kN-m                   |
| 10. Acero requerido perpendicular al muro por excentricidad de refuerzo |                             |                           |                          |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                | 0 m <sup>2</sup>            | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0 m <sup>2</sup>         |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                | 0 cm <sup>2</sup>           | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0 cm <sup>2</sup>        |
| 11. Acero requerido perpendicular al muro por transferencia de cortante |                             |                           |                          |
| Fr <sub>H.1.3</sub>                                                     | 105.8802571 kN              | Fr <sub>H.1.3</sub>       | 109.0026 kN              |
| μ <sub>H.1.3</sub>                                                      | 1                           | μ <sub>H.2.3</sub>        | 1                        |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                | 0.000336128 m <sup>2</sup>  | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0.000346 m <sup>2</sup>  |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                | 3.361278005 cm <sup>2</sup> | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 3.4604 cm <sup>2</sup>   |
| 12. Acero total perpendicular al muro                                   |                             |                           |                          |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                | 0.000336128 m <sup>2</sup>  | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0.000346 m <sup>2</sup>  |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                | 3.361278005 cm <sup>2</sup> | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 3.4604 cm <sup>2</sup>   |

Tabla 72.

*Parámetros diseño de elementos colectores DES*

| <b>Geometría Muros</b>   |              |        |                       |          |     |
|--------------------------|--------------|--------|-----------------------|----------|-----|
| L <sub>W H.1.3</sub>     | 1.7          | m      | L <sub>W H.2.3</sub>  | 1.7      | m   |
| tw <sub>H.1.3</sub>      | 0.2          | m      | tw <sub>H.2.3</sub>   | 0.2      | m   |
| <b>Cargas Puntuales</b>  |              |        |                       |          |     |
| V <sub>H.1.3</sub>       | 46.40448     | kN     | V <sub>H.2.3</sub>    | 50.16064 | kN  |
| <b>Geometría placa</b>   |              |        |                       |          |     |
| t <sub>placa</sub>       | 0.12         | m      | t <sub>placa</sub>    | 0.12     | m   |
| <b>Esquema en planta</b> |              |        |                       |          |     |
| L <sub>placa</sub>       | 5.6          | m      |                       |          |     |
|                          | <b>V.4.1</b> |        | <b>V.5.1</b>          |          |     |
|                          | 1.70 m       |        | 1.70 m                |          |     |
| S <sub>placa</sub>       |              | 2.20 m |                       |          |     |
| <b>Materiales</b>        |              |        |                       |          |     |
| F'c                      | 28           | Mpa    | F'c                   | 28       | Mpa |
| Fy                       | 420          | Mpa    | Fy                    | 420      | Mpa |
| Φ <sub>Flexion</sub>     | 0.9          |        | Φ <sub>Flexion</sub>  | 0.9      |     |
| Φ <sub>Cortante</sub>    | 0.75         |        | Φ <sub>Cortante</sub> | 0.75     |     |
| Ω                        | 2.5          |        | Ω                     | 2.5      |     |



Tabla 74.

*Diseño de elementos colectores*

| 5. Acero paralelo al eje del muro                                               |                             |                           |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Acero total                                                                     |                             | Acero total               |                          |
| As <sub>H.1.3</sub>                                                             | 1.13029554 cm <sup>2</sup>  | As <sub>H.2.3</sub>       | 1.378719 cm <sup>2</sup> |
| As <sub>H.1.3</sub>                                                             | 0.00011303 m <sup>2</sup>   | As <sub>H.2.3</sub>       | 0.000138 m <sup>2</sup>  |
| As <sub>sum.H.1.3</sub>                                                         | 4.26 cm <sup>2</sup>        | As <sub>sum.H.2.3</sub>   | 4.26 cm <sup>2</sup>     |
| As <sub>sum.H.1.3</sub>                                                         | 0.000426 cm <sup>2</sup>    | As <sub>sum.H.2.3</sub>   | 0.000426 cm <sup>2</sup> |
| Acero sobre muro                                                                |                             |                           |                          |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                        | 2.84 cm <sup>2</sup>        | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 2.84 cm <sup>2</sup>     |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                        | 0.000284 cm <sup>2</sup>    | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0.000284 cm <sup>2</sup> |
| Acero sobre placa                                                               |                             |                           |                          |
| As <sub>placa.H.1.3</sub>                                                       | 1.42 cm <sup>2</sup>        | As <sub>placa.H.2.3</sub> | 1.42 cm <sup>2</sup>     |
| As <sub>placa.H.1.3</sub>                                                       | 0.000142 cm <sup>2</sup>    | As <sub>placa.H.2.3</sub> | 0.000142 cm <sup>2</sup> |
| Cumple                                                                          |                             | Cumple                    |                          |
| 6.Excentricidad                                                                 |                             |                           |                          |
| eTensión H.1.3                                                                  | 0.15 m                      | eTensión H.2.3            | 0.15                     |
| eCompresión H.1.3                                                               | 0.012715825 m               | eCompresión H.2.3         | 0.015511                 |
| 7. Cargas                                                                       |                             |                           |                          |
| T <sub>p H.1.3</sub>                                                            | 14.24172381                 | T <sub>p H.2.3</sub>      | 17.37186                 |
| C <sub>p H.1.3</sub>                                                            | 0                           | C <sub>p H.2.3</sub>      | 0                        |
| 8. Cortante refuerzo placa                                                      |                             |                           |                          |
| φplaca                                                                          | 7 mm                        | φplaca                    | 7 mm                     |
| separación                                                                      | 0.15 m                      | separación                | 0.15 m                   |
| # Capas                                                                         | 2 und                       | # Capas                   | 2 und                    |
| pt                                                                              | 0.004276057 adm             | pt                        | 0.004276 adm             |
| V <sub>S H.1.3</sub>                                                            | 26.939157                   | V <sub>S H.2.3</sub>      | 26.93916                 |
| 9. Momento debido a excentricidad de refuerzo                                   |                             |                           |                          |
| M <sub>H.1.3</sub>                                                              | 0 kN-m                      | M <sub>H.2.3</sub>        | 0 kN-m                   |
| 10. Acero requerido perpendicular al muro momento por excentricidad de refuerzo |                             |                           |                          |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                        | 0 m <sup>2</sup>            | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0 m <sup>2</sup>         |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                        | 0 cm <sup>2</sup>           | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0 cm <sup>2</sup>        |
| 11. Acero requerido perpendicular al muro por transferencia de cortante         |                             |                           |                          |
| Fr <sub>H.1.3</sub>                                                             | 43.55613524 kN              | Fr <sub>H.1.3</sub>       | 46.68627 kN              |
| μ <sub>H.1.3</sub>                                                              | 1                           | μ <sub>H.2.3</sub>        | 1                        |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                        | 0.000138273 m <sup>2</sup>  | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0.000148 m <sup>2</sup>  |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                        | 1.382734452 cm <sup>2</sup> | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 1.482104 cm <sup>2</sup> |
| 12. Acero total perpendicular al muro                                           |                             |                           |                          |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                        | 0.000138273 m <sup>2</sup>  | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 0.000148 m <sup>2</sup>  |
| As <sub>muro.H.1.3</sub>                                                        | 1.382734452 cm <sup>2</sup> | As <sub>muro.H.2.3</sub>  | 1.482104 cm <sup>2</sup> |

### Verificación de deflexiones

Teniendo en cuenta lo descrito en el capítulo C.9.5 de NSR-10, los elementos de concreto reforzado sometidos a flexión deben diseñarse para que posean una rigidez que evite deflexiones que puedan afectar el funcionamiento de la estructura. Por tal razón, se realiza el chequeo de deflexiones en las losas macizas de la estructura bajo estudio, dando cumplimiento a lo descrito en la sección C.9.5.3 de NSR-10. En la Tabla 75 y Tabla 78 se presentan los parámetros usados para la verificación de deflexiones de las losas con espesores 0.125y 0.15, respectivamente.

La deflexión se chequea estimando que las losas de entrepiso y cubierta soportan y están ligado a elementos no estructurales susceptibles a sufrir daño debido a grandes deflexiones, situación para la cual se establece un límite igual a  $\delta_{maxima} = L/480$ . En la Tabla 76 y Tabla 79 se muestra el resumen de resultados obtenidos para las deflexiones inmediatas, para la losa de entrepiso de 0.125m y 0.15m, respectivamente.

Teniendo en cuenta lo descrito en la tabla C.9.5 (b) de NSR-10, la deflexión evaluada es la que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (suma de la deflexión a largo plazo debido a todas las cargas permanentes después de unir los elementos no estructurales y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional). En la Tabla 77 y Tabla 80 se muestran los valores de deflexión a largo plazo obtenidos durante el análisis para la losa de entrepiso de 0.125m y 0.15m, respectivamente.



Tabla 75.

*Parámetros para Verificación de deflexiones, placa de entrepiso, espesor 0.125m.*

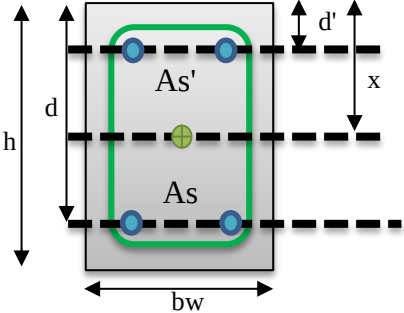
| Geometría        |        |                 |                                                                                    |            |                 |
|------------------|--------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| bw               | 1000   | mm              |  |            |                 |
| h                | 125    | mm              |                                                                                    |            |                 |
| rv               | 25.00  | mm              |                                                                                    |            |                 |
| d                | 96.50  | mm              |                                                                                    |            |                 |
| d'               | 28.50  | mm              |                                                                                    |            |                 |
| Ref. transversal |        |                 | Propiedades de los materiales                                                      |            |                 |
| de               | 0      |                 |                                                                                    |            |                 |
| Ref. superior    |        |                 |                                                                                    |            |                 |
| db1              | 7      | mm              | f'c                                                                                | 28         | Mpa             |
| db2              | 0      | mm              | Ec                                                                                 | 24,870     | Mpa             |
| db3              | 0      | mm              | Es                                                                                 | 200,000    | Mpa             |
| # db1            | 7      | und             | n                                                                                  | 8.04       |                 |
| # db2            | 0      | und             | Inercia bruta                                                                      |            |                 |
| # db3            | 0      | und             | Ig                                                                                 | 16,276.04  | cm <sup>4</sup> |
| A's              | 253.33 | mm <sup>2</sup> |                                                                                    |            |                 |
| Ref. inferior    |        |                 | Sección transformada                                                               |            |                 |
| db1              | 7      | mm              | (2n-1)A's                                                                          | 3,821.19   | mm <sup>2</sup> |
| db2              | 0      | mm              | nAs                                                                                | 2,037.26   | mm <sup>2</sup> |
| db3              | 0      | mm              | a                                                                                  | 500.00     |                 |
| # db1            | 7      | und             | b                                                                                  | 5,858.45   |                 |
| # db2            | 0      | und             | c                                                                                  | -3.055E+05 |                 |
| # db3            | 0      | und             | x                                                                                  | 19.54      | mm              |
| As               | 253.33 | mm <sup>2</sup> | I <sub>cr</sub>                                                                    | 1,486.0    | cm <sup>4</sup> |

Tabla 76.

*Deflexiones inmediatas placa de entrepiso espesor 0.125m.*

| Momento actuante |        |      |                 | Deflexión, sección bruta |    |
|------------------|--------|------|-----------------|--------------------------|----|
| fr               | 3.28   | Mpa  | $\xi$           | 2.00                     |    |
| yt               | 105.46 | mm   | $p'$            | 0.002625216              |    |
| Mcr              | 5.06   | kN-m | $\lambda\Delta$ | 1.768                    |    |
| MD               | 2.16   | kN-m | $\Delta D$      | 0.64                     | mm |
| MSD              | 2.20   | kN-m | $\Delta SD$     | 0.65                     | mm |
| ML               | 1.32   | kN-m | $\Delta L$      | 0.39                     | mm |

Tabla 77.

*Deflexión a largo plazo-losa de entrepiso, espesor 0.125m.*

| Deflexión $\Delta 1$                         |           |                 | Deflexión $\Delta 2$              |           |                 | Deflexión $\Delta 3$  |            |                 |
|----------------------------------------------|-----------|-----------------|-----------------------------------|-----------|-----------------|-----------------------|------------|-----------------|
| $\Delta 1 = \Delta D + \Delta SD + \Delta L$ |           |                 | $\Delta 2 = \Delta D + \Delta SD$ |           |                 | $\Delta 3 = \Delta D$ |            |                 |
| $M_A$                                        | 5.68      | kN-m            | $M_A$                             | 4.36      | kN-m            | $M_A$                 | 2.16       | kN-m            |
| $(M_{cr}/M_A)^3$                             | 0.709     | kN-m            | $(M_{cr}/M_A)^3$                  | 1.57      | kN-m            | $(M_{cr}/M_A)^3$      | 12.89      | kN-m            |
| $I_e$                                        | 11,967.31 | cm <sup>4</sup> | $I_e$                             | 24,660.62 | cm <sup>4</sup> | $I_e$                 | 192,094.59 | cm <sup>4</sup> |
| $I$                                          | 11,967.31 | cm <sup>4</sup> | $I$                               | 16,276.04 | cm <sup>4</sup> | $I$                   | 16,276.04  | cm <sup>4</sup> |
| $I/I_g$                                      | 0.74      |                 | $I/I_g$                           | 1.00      |                 | $I/I_g$               | 1.00       |                 |
| $\Delta 1$                                   | 2.29      | mm              | $\Delta 2$                        | 1.30      | mm              | $\Delta 3$            | 0.64       | mm              |

| Deflexión total |      |    |
|-----------------|------|----|
| $\Delta_L$      | 1.00 | mm |
| $\Delta_P$      | 2.29 | mm |
| $\Delta_{PP}$   | 0.64 | mm |
| $\Delta_T$      | 2.65 | mm |

Tabla 78.

*Parámetros para Verificación de deflexiones, placa de entrepiso, espesor 0.15m.*

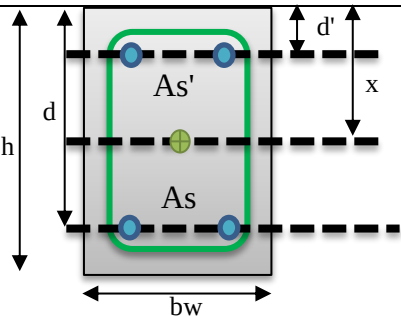
| Geometría        |        |                 |                                                                                    |            |                 |
|------------------|--------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| bw               | 1000   | mm              |  |            |                 |
| h                | 150    | mm              |                                                                                    |            |                 |
| rv               | 25.00  | mm              |                                                                                    |            |                 |
| d                | 96.50  | mm              |                                                                                    |            |                 |
| d'               | 28.50  | mm              |                                                                                    |            |                 |
| Ref. transversal |        |                 | Propiedades de los materiales                                                      |            |                 |
| de               | 0      |                 |                                                                                    |            |                 |
| Ref. superior    |        |                 | Propiedades de los materiales                                                      |            |                 |
| db1              | 7.5    | mm              | f'c                                                                                | 28         | Mpa             |
| db2              | 0      | mm              | Ec                                                                                 | 24,870     | Mpa             |
| db3              | 0      | mm              | Es                                                                                 | 200,000    | Mpa             |
| # db1            | 7      | und             | n                                                                                  | 8.04       |                 |
| # db2            | 0      | und             | Inercia bruta                                                                      |            |                 |
| # db3            | 0      | und             | Ig                                                                                 | 16,276.04  | cm <sup>4</sup> |
| A's              | 253.33 | mm <sup>2</sup> |                                                                                    |            |                 |
| Ref. inferior    |        |                 | Sección transformada                                                               |            |                 |
| db1              | 7.5    | mm              | (2n-1)A's                                                                          | 4,424.53   | mm <sup>2</sup> |
| db2              | 0      | mm              | nAs                                                                                | 2,358.93   | mm <sup>2</sup> |
| db3              | 0      | mm              | a                                                                                  | 500.00     |                 |
| # db1            | 7      | und             | b                                                                                  | 6,783.47   |                 |
| # db2            | 0      | und             | c                                                                                  | -4.132E+05 |                 |
| # db3            | 0      | und             | x                                                                                  | 22.75      | mm              |
| As               | 253.33 | mm <sup>2</sup> | I <sub>cr</sub>                                                                    | 2,697.1    | cm <sup>4</sup> |

Tabla 79.

*Deflexiones inmediatas placa de entrepiso espesor 0.15m.*

| Momento actuante |        |      |                    | Deflexión, sección bruta |    |
|------------------|--------|------|--------------------|--------------------------|----|
| $f_r$            | 3.28   | Mpa  | $\xi$              | 2.00                     |    |
| $y_t$            | 127.25 | mm   | $p'$               | 0.002419244              |    |
| $M_{cr}$         | 7.25   | kN-m | $\lambda_{\Delta}$ | 1.784                    |    |
| $M_D$            | 2.72   | kN-m | $\Delta_D$         | 0.467                    | mm |
| $M_{SD}$         | 2.31   | kN-m | $\Delta_{SD}$      | 0.395                    | mm |
| $M_L$            | 1.39   | kN-m | $\Delta_L$         | 0.237                    | mm |

Tabla 80.

*Deflexión a largo plazo-losa de entrepiso, espesor 0.15m.*

| Deflexión $\Delta_1$                           |           |                 | Deflexión $\Delta_2$                |           |                 | Deflexión $\Delta_3$  |            |                 |
|------------------------------------------------|-----------|-----------------|-------------------------------------|-----------|-----------------|-----------------------|------------|-----------------|
| $\Delta_1 = \Delta_D + \Delta_{SD} + \Delta_L$ |           |                 | $\Delta_2 = \Delta_D + \Delta_{SD}$ |           |                 | $\Delta_3 = \Delta_D$ |            |                 |
| $M_A$                                          | 6.42      | kN-m            | $M_A$                               | 5.03      | kN-m            | $M_A$                 | 2.72       | kN-m            |
| $(M_{cr}/M_A)^3$                               | 1.439     | kN-m            | $(M_{cr}/M_A)^3$                    | 2.99      | kN-m            | $(M_{cr}/M_A)^3$      | 18.92      | kN-m            |
| $I_e$                                          | 39,288.18 | cm <sup>4</sup> | $I_e$                               | 78,659.05 | cm <sup>4</sup> | $I_e$                 | 483,695.43 | cm <sup>4</sup> |
| $I$                                            | 28,125.00 | cm <sup>4</sup> | $I$                                 | 28,125.00 | cm <sup>4</sup> | $I$                   | 28,125.00  | cm <sup>4</sup> |
| $I/I_g$                                        | 1.00      |                 | $I/I_g$                             | 1.00      |                 | $I/I_g$               | 1.00       |                 |
| $\Delta_1$                                     | 1.10      | mm              | $\Delta_2$                          | 0.86      | mm              | $\Delta_3$            | 0.47       | mm              |

| Deflexión total |      |    |
|-----------------|------|----|
| $\Delta_L$      | 0.24 | mm |
| $\Delta_P$      | 1.54 | mm |
| $\Delta_{PP}$   | 0.47 | mm |
| $\Delta_T$      | 1.31 | mm |

### **Apéndice E. Diseño de cimentación**

Para el diseño estructural de la cimentación se tomaron en cuenta los lineamientos descritos en la sección 8.4 de ASCE 41-17. En la Tabla 81 se muestran los parámetros geotécnicos de entrada usados para el análisis de la cimentación de las edificaciones bajo estudio.

Con los parámetros se calculó la rigidez elástica inicial del suelo de soporte para sus grados de libertad por medio de resortes desacoplados como lo indica la tabla 2-2a de NISTGCR-917-21. Se realizó la corrección debido al empotramiento de la cimentación (distancia  $d_e$  por debajo de la superficie) tomando las ecuaciones tabla 2-2b del NISTGCR-917-21. En la Tabla 82 se muestran los cálculos realizados.

Teniendo en cuenta que la losa de cimentación se considera un elemento flexible, se aplicó la ecuación 2.20-a de NIST GCR 12-917-21, con el fin de corregir la rigidez rotacional se aplican las ecuaciones 2.21a y 2-21b de NIST GCR 12-917-21 y se calcularon las rigideces asignadas a las áreas de la losa de cimentación como se observa en la Tabla 83 y en la Figura 79.

**Tabla 81.****Datos de entrada análisis de cimentación.**

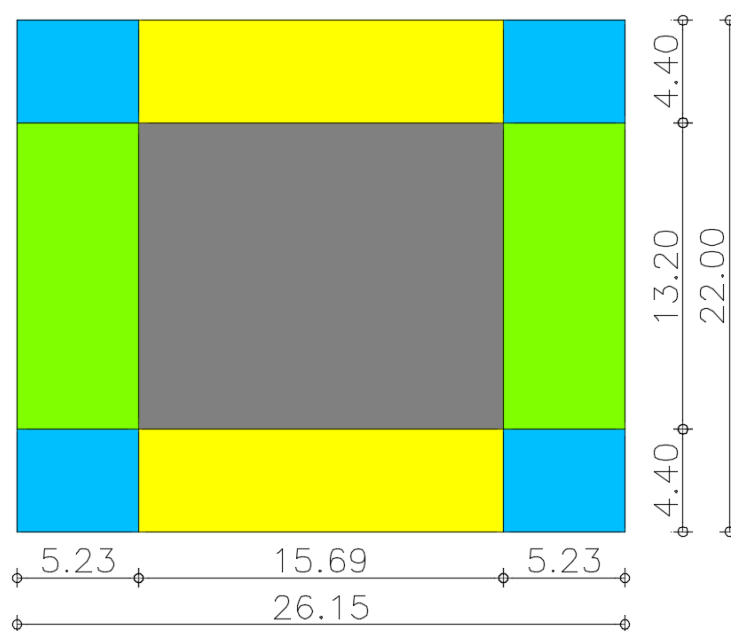
| Parámetros geotécnicos                                                                      |         |                   |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|-------|
| Clasificación del Suelo                                                                     | Suelo   |                   | D     |
| Módulo de Elasticidad del suelo                                                             | E       | Mpa               | 25    |
| Velocidad de Onda                                                                           | Vso     | m/s               | 300   |
| Gravedad                                                                                    | g       | m/s <sup>2</sup>  | 9.81  |
| Peso específico del suelo                                                                   | γs      | kN/m <sup>3</sup> | 18    |
| Capacidad Portante                                                                          | Qa      | kN/m <sup>2</sup> | 250   |
| Coeficiente de Poisson                                                                      | v       |                   | 0.3   |
| Factor de seguridad                                                                         | FS      |                   | 3     |
| Parámetros Sísmicos                                                                         |         |                   |       |
|                                                                                             | Fa      |                   | 1.4   |
| aceleración horizontal pico efectiva                                                        | Aa, Ss  |                   | 0.2   |
| Aceleración de respuesta espectral                                                          | Sxs     |                   | 0.28  |
| Aceleración pico efectiva                                                                   | Sxs/2.5 |                   | 0.112 |
| Datos Geométricos                                                                           |         |                   |       |
| Ancho Losa Cimentación                                                                      | B       | m                 | 22    |
| Largo de la Losa                                                                            | L       | m                 | 26.15 |
| Distancia desde la superficie hasta la parte inferior del elemento en contacto con el suelo | D       | m                 | 1.1   |
| Inercia dirección X                                                                         | Ix      | m <sup>4</sup>    | 23204 |
| Inercia dirección Y                                                                         | Iy      | m <sup>4</sup>    | 32784 |
| Suma de inercias                                                                            | Jt      | m <sup>4</sup>    | 55987 |

**Tabla 82.*****Rigidez estática en la losa de cimentación.***

| <b>Parámetros calculados del suelo</b>                      |                     |                   |              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------|
| Módulo de Cortante inicial ASCE 8.4.2.2                     | GO                  | kN/m <sup>2</sup> | 165137.61468 |
| Relación de módulos de cortante                             | G/GO                |                   | 0.48         |
| Módulo de Corte efectivo                                    | G                   | kN/m <sup>2</sup> | 79266.05505  |
| Mitad del Ancho                                             | B/2                 | m                 | 11           |
| Mitad del Largo                                             | L/2                 | m                 | 13.075       |
| <b>Rigidez de la cimentación en la superficie</b>           |                     |                   |              |
| Grado de libertad x                                         | K <sub>x,sur</sub>  | kN/m              | 5133265      |
| Grado de libertad y                                         | K <sub>y,sur</sub>  | kN/m              | 5210666      |
| Grado de libertad z                                         | K <sub>z,sur</sub>  | kN/m              | 6388698      |
| Grado de libertad x                                         | K <sub>xx,sur</sub> | kN/m              | 693854280    |
| Grado de libertad y                                         | K <sub>yy,sur</sub> | kN/m              | 898966747    |
| <b>Factor de corrección por empotramiento</b>               |                     |                   |              |
| Grado de libertad x                                         | $\beta_x$           |                   | 1.14933710   |
| Grado de libertad y                                         | $\beta_y$           |                   | 1.14933710   |
| Grado de libertad z                                         | $\beta_z$           |                   | 1.07295660   |
| Grado de libertad x                                         | $\beta_{xx}$        |                   | 1.11039882   |
| Grado de libertad y                                         | $\beta_{yy}$        |                   | 1.10681964   |
| <b>Rigidez de la cimentación en la superficie corregida</b> |                     |                   |              |
| Grado de libertad x                                         | K <sub>x,sur</sub>  | kN/m              | 5899852.253  |
| Grado de libertad y                                         | K <sub>y,sur</sub>  | kN/m              | 5988812.061  |
| Grado de libertad z                                         | K <sub>z,sur</sub>  | kN/m              | 6854796.09   |
| Grado de libertad x                                         | K <sub>xx,sur</sub> | kN/m              | 770454973.1  |
| Grado de libertad y                                         | K <sub>yy,sur</sub> | kN/m              | 994994055.3  |

**Tabla 83.****Rigidez asignada a la losa de cimentación simulando comportamiento flexible.**

| Corrección de rigidez Rotacional-cimentación flexible |          |                   |             |
|-------------------------------------------------------|----------|-------------------|-------------|
| <b>Coefficiente de reacción de la subrasante</b>      | kiz      | kN/m <sup>3</sup> | 11915.1679  |
| Relación de longitud                                  | Re       |                   | 0.4         |
| Rocking yy                                            | Rk,yy    |                   | 2.973475068 |
| Roking xx                                             | Rk,xx    |                   | 3.278940899 |
| Rigidez en los resortes asignados                     |          |                   |             |
| Longitud en la esquina                                | Re*L Hz  | m                 | 5.230       |
| Longitud en la esquina                                | Re*L Vt  | m                 | 4.400       |
| zona                                                  | Gris     | kN/m <sup>3</sup> | 11915.1679  |
| zona                                                  | Amarillo | kN/m <sup>3</sup> | 35429.45467 |
| zona                                                  | Azul     | kN/m <sup>3</sup> | 39069.13132 |
| zona                                                  | Verde    | kN/m <sup>3</sup> | 37249.29299 |

**Figura 79.***Distribución de rigidez en el área de cimentación.*

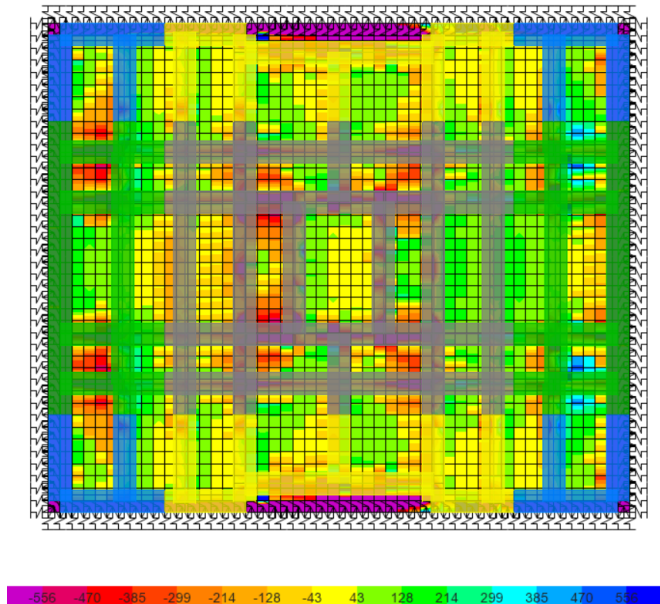


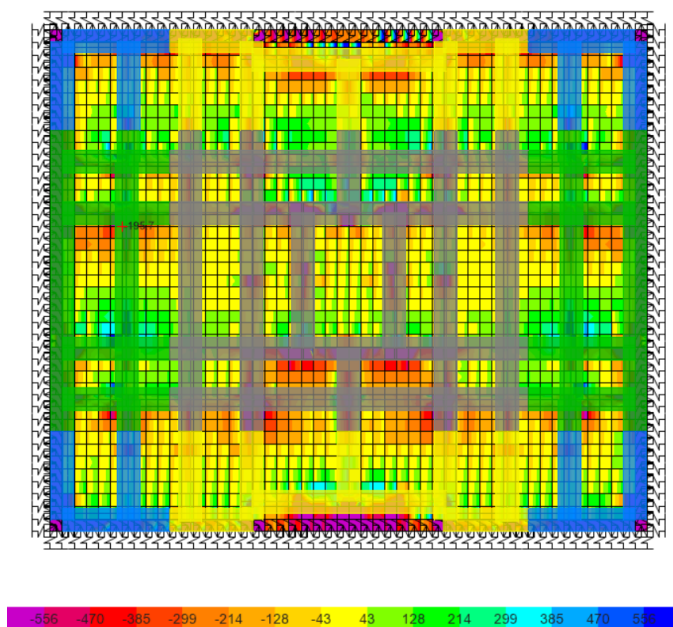
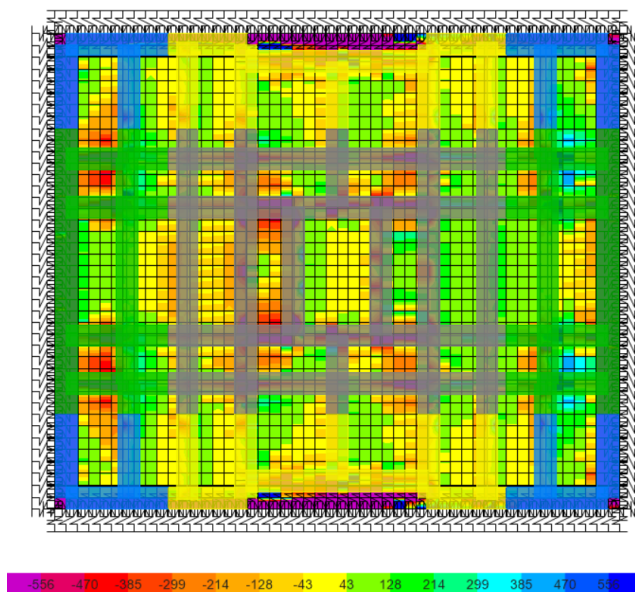
### ***Verificación a cortante losa de cimentación***

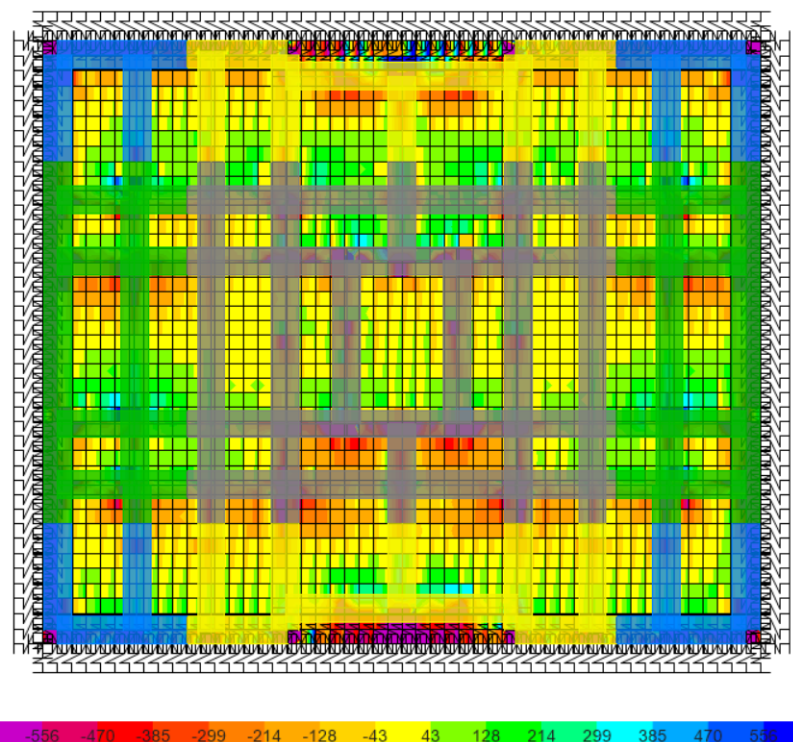
Para el diseño a cortante de la losa de entrepiso, se dio cumplimiento a las especificaciones dadas en C.11.2 de NSR-10. Se revisó que los cortantes para las combinaciones de diseño no superaran el valor dado por la expresión,  $v_c = \phi 0.17\lambda\sqrt{f'_c} b d$ , donde,  $b$ , es el ancho aferente y  $d$ , distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. Con la altura suministrada se garantizó que la losa de cimentación no requiriera refuerzo para resistir cortante. En las Figura 80 y Figura 81 se muestra el diagrama de esfuerzos para la estructura DMO y en la Figura 82 y Figura 83 la estructura DES.

**Figura 80.**

*Diagrama de cortantes V13 estructura DMO.*



**Figura 81.***Diagrama de cortantes V23 estructura DMO.***Figura 82.***Diagrama de cortantes V13 estructura DES.*

**Figura 83.***Diagrama de cortantes V23 estructura DES.****Diseño a Flexión losa de cimentación.***Refuerzo mínimo por retracción.

Teniendo en cuenta lo descrito en C.7 de NSR-10, la cuantía mínima de refuerzo,  $\rho_{\text{Retracción}}$ , es de 0.0018. Tomando un ancho aferente de diseño de un metro se calculó el área mínima de refuerzo mediante la ecuación  $A_{S_{\text{Retracción}}} = \rho_{\text{Retracción}} b h$ , donde  $b$  es el ancho aferente y  $h$  la altura total de la placa. El área mínima de refuerzo resultante para una altura de placa de 0.90m es de 16.2 cm<sup>2</sup>/m. Una vez calculada el área mínima de refuerzo se busca una distribución que satisfaga el área encontrada. En la Tabla 84 se encuentra la configuración seleccionada para el refuerzo de la placa.

**Tabla 84.***Distribución y área de refuerzo suministrado a la placa de cimentación..*

| <b>Espesores</b> | <b>Diámetro de la Varilla</b> | <b>Separación</b> | <b>AsminSuministrado</b> |
|------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------|
| <b>m</b>         | <b><math>\phi</math></b>      | <b>m</b>          | <b>cm<sup>2</sup>/m</b>  |
| 0.900            | 3/4" pulg                     | 0.15              | 18.9                     |

Refuerzo por solicitaciones a flexión.

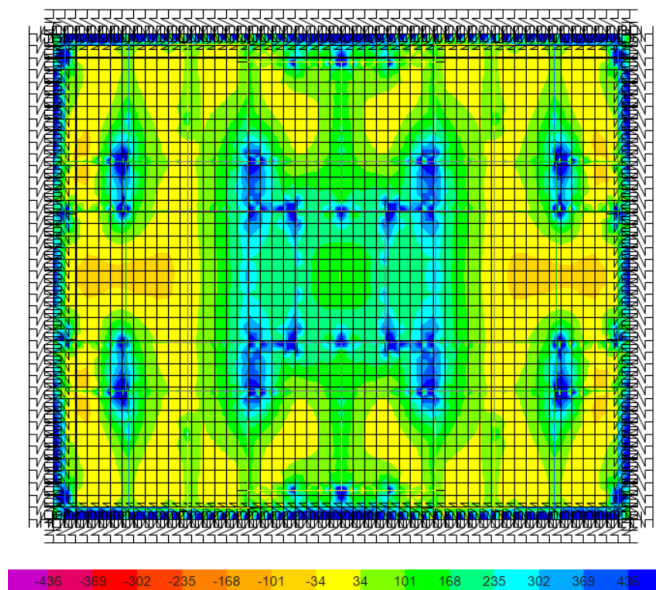
Para el diseño por flexión de la placa de cimentación se calcularon los momentos máximos resistentes para las distribuciones de refuerzo indicadas en la Tabla 39. Estos se compararon con las solicitaciones de momentos obtenidas de las combinaciones de diseño (Figura 84 y Figura 85 momentos de diseño edificación DES. Figura 86 y Figura 87 los momentos de diseño edificación DMO). En los casos donde el refuerzo base (Tabla 84) no superaba la demanda de momento, se suministró refuerzo adicional hasta satisfacer dichas condiciones. En la Tabla 85 se listan los momentos resistentes usados en el diseño de la losa.

**Tabla 85.***Momentos resistentes en losa de cimentación.*

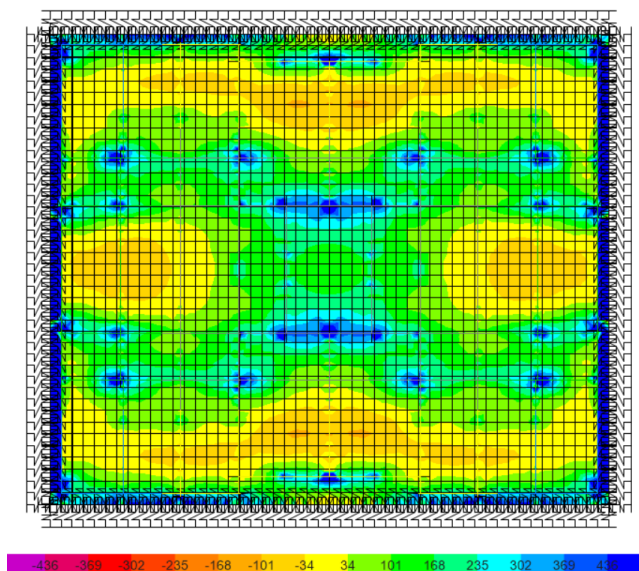
| <b>Espesor</b> | <b>Refuerzo Suministrado</b>            | <b>Momento Resistente</b> |
|----------------|-----------------------------------------|---------------------------|
| <b>m</b>       |                                         | <b>kN-m/m</b>             |
| 0.90           | 1 $\phi$ 3/4" C/.15                     | 580.52                    |
| 0.90           | 1 $\phi$ 3/4" C/.15+1 $\phi$ 5/8" C/.15 | 969.49                    |
| 0.90           | 1 $\phi$ 3/4" C/.15+1 $\phi$ 3/4" C/.15 | 1136.96                   |

**Figura 84.**

*Diagrama de momentos  $M_{11}$  estructura DES.*

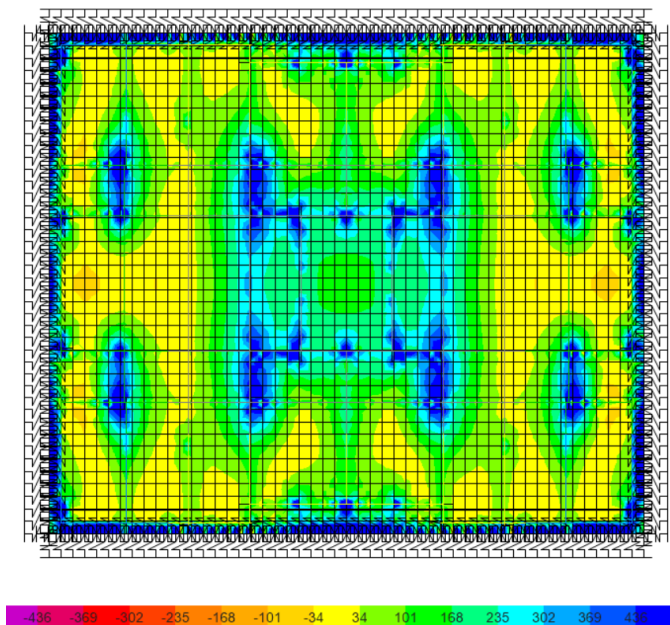
**Figura 85.**

*Diagrama de momentos  $M_{22}$  estructura DES.*



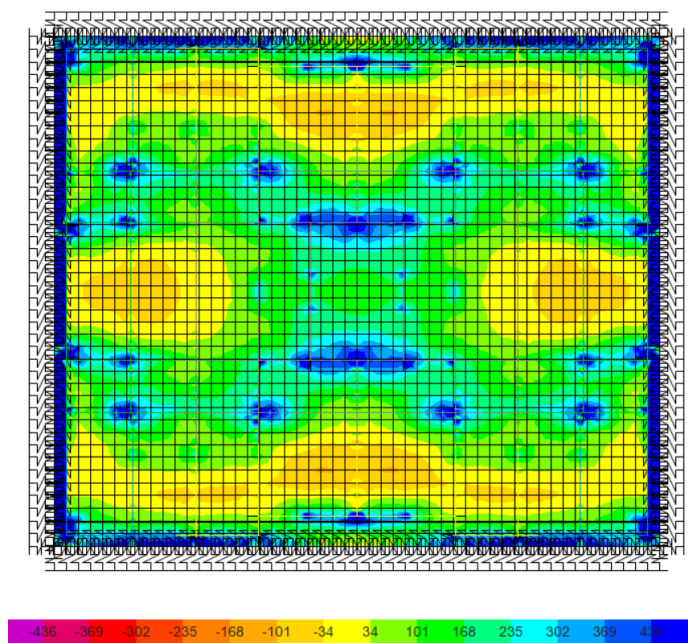
**Figura 86.**

*Diagrama de momentos  $M_{11}$  estructura DMO.*



**Figura 87.**

*Diagrama de momentos  $M_{22}$  estructura DMO.*



***Diseño a cortante vigas de cimentación.***

En la Tabla 86 se muestran los resultados obtenidos para el refuerzo proporcionado y en la Figura 88 y Figura 89 los diagramas de cortante para las capacidades de disipación DMO y DES obtenidas mediante el modelamiento.

**Tabla 86.**

*Cortante resistente vigas de cimentación.*

| Geometría        |       |      | Cortantes                              |             |                    |
|------------------|-------|------|----------------------------------------|-------------|--------------------|
| b                | 1     | m    | a)Avs                                  | 0.000276117 | m <sup>2</sup>     |
| h                | 0.9   | m    | b)Avs                                  | 0.000156225 | m <sup>2</sup>     |
| r                | 0.075 | m    | c)Avs                                  | 1.66667E-07 | m <sup>2</sup>     |
| d                | 0.825 | m    |                                        |             |                    |
| Materiales       |       |      | Cortantes Resistente acero de refuerzo |             |                    |
| f <sub>C</sub>   | 28    | Mpa  | φV <sub>smax</sub>                     | 2160.917383 | kN                 |
| f <sub>y</sub>   | 420   | Mpa  | a).φV <sub>s</sub>                     | 358.7789315 | kN                 |
| φ                | 0.75  |      | b).φV <sub>s</sub>                     | 202.9952693 | kN                 |
|                  |       |      |                                        |             | c).φV <sub>s</sub> |
| Refuerzo         |       |      | Verificación de diseño                 |             |                    |
| cant ramas       | 4     |      |                                        |             |                    |
| Φ <sub>est</sub> | 3/8   | pulg | φV <sub>c</sub>                        | 556.5999321 | kN                 |
| s                | 0.2   |      | V <sub>u</sub>                         | 915.379     | kN                 |



Figura 88.

Diagrama de cortante vigas estructura DES.

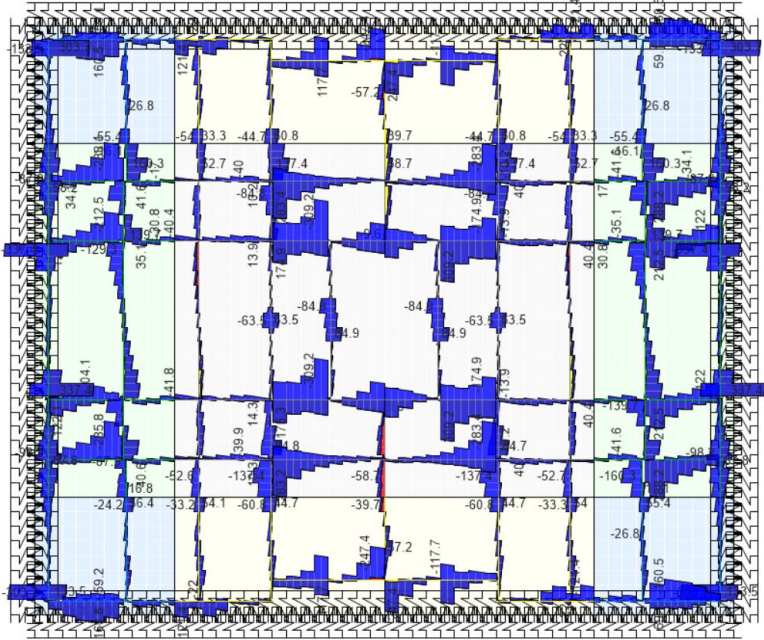
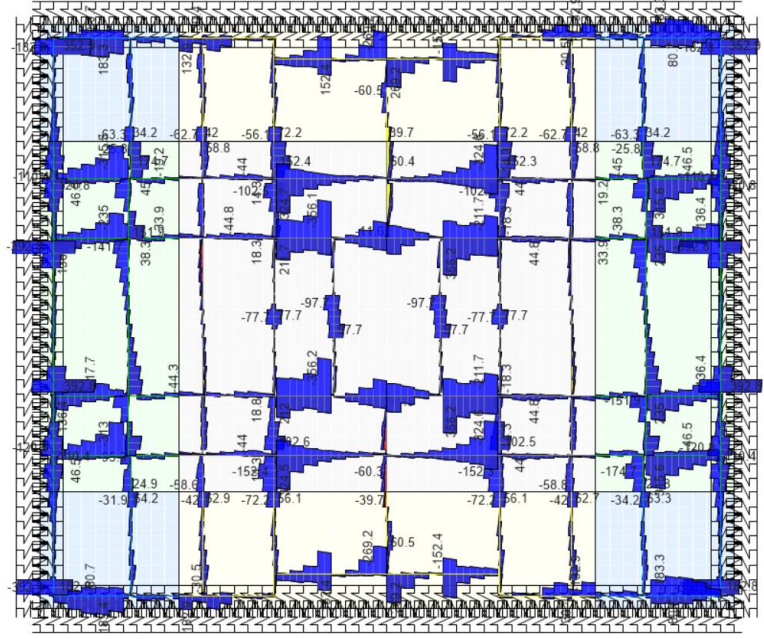


Figura 89.

Diagrama de cortante vigas estructura DMO.





***Diseño a flexión vigas de cimentación.***Refuerzo mínimo vigas de cimentación.

Teniendo en cuenta lo descrito en C.10.5.1 de NSR-10, el área mínima por flexión,  $A_{s_{\text{minimo}}}$ , se calculó mediante la ecuación  $A_{s_{\text{minimo}}} = 0.25\sqrt{f'_c}b_wd/f_y \geq 1.4b_wd/f_y$ , donde  $b$ , es el ancho de la viga y  $d$ , la distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción, encontrando que el área mínima de refuerzo para una sección transversal de 1.00x0.90m es de 27.23 cm<sup>2</sup>. Una vez calculada el área mínima de refuerzo se buscó una distribución que cumpliera el área exigida. En la Tabla 87 se encuentra la configuración seleccionada para el refuerzo proporcionado a la viga.

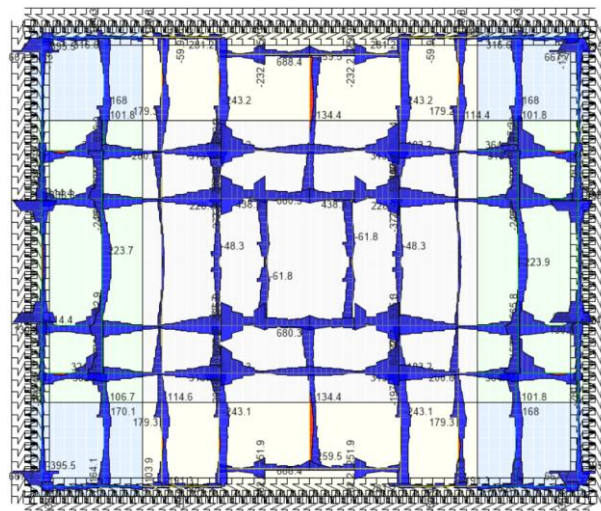
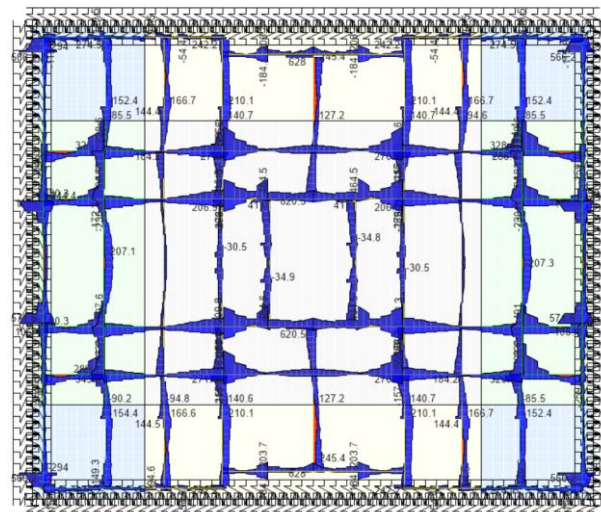
**Tabla 87.*****Distribución y área de refuerzo suministrado a las vigas de cimentación.***

| Sección transversal<br>m | Diámetro de la Varilla<br>$\phi$ | cantidad<br>und | AsminSuministrado<br>cm <sup>2</sup> |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| 1.00X.90                 | 7/8" pulg                        | 8               | 30.96                                |

Refuerzo por solicitaciones a flexión.

Para el diseño por flexión de las vigas de cimentación se calcularon los momentos máximos resistentes (935.73kN-m) para las distribuciones de refuerzo indicadas en la Tabla 87, y se comparan con los momentos dados por las combinaciones de diseño mostrados en la Figura 90 y

Figura 91 para las vigas de cimentación de la estructura DMO y DES, respectivamente.

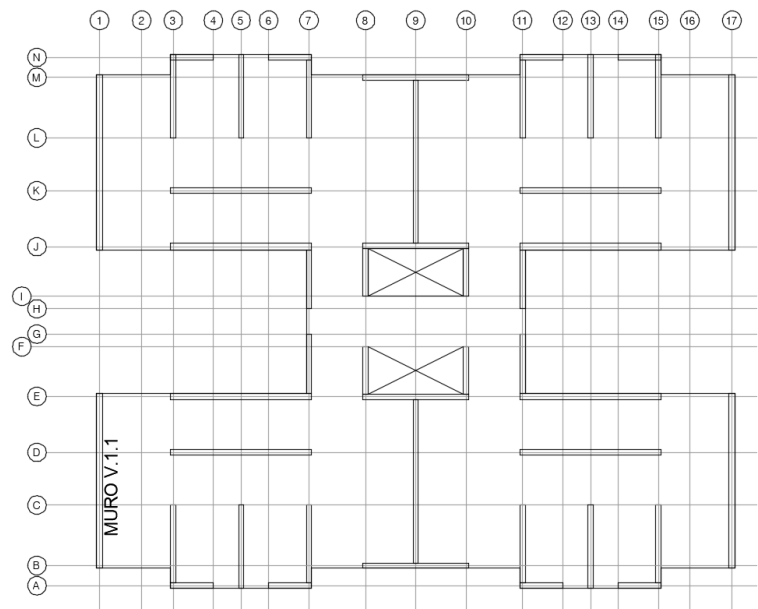
**Figura 90.***Diagrama de Momentos de diseño DMO.***Figura 91.***Diagrama de Momentos de diseño DES.*

**Apéndice F. Diseño de muros estructurales**

En esta sección se muestran los cálculos realizados para el primer piso de un muro tipo (V.1.1 en Figura 92 ) para cada una de las capacidades de disipación.

**Figura 92.**

*Identificación muro diseñado.*



En la Tabla 88 y Tabla 89 se muestra las solicitaciones obtenidas del análisis para la capacidad DMO y DES, respectivamente. Los cálculos de diseño se realizaron teniendo en cuenta que todos los muros de la edificación DMO y DES presentan los mismos materiales, al igual que una misma distribución geométrica en planta y altura. En la Tabla 90 se muestran los valores usados en las edificaciones diseñadas. Los parámetros normativos tomados en el diseño estructural se muestran en la Tabla 91 y Tabla 92 para capacidad DMO y DES

respectivamente. Una vez mostrados los parámetros de entrada se realiza la verificación de las dimensiones del muro tipo en la Tabla 93 y Tabla 94 se realiza el resumen de los cálculos realizados.

**Tabla 88.**

***Solicitaciones obtenidas para estructura DMO.***

| Solicitaciones |                      |                   |                     |               |                   |
|----------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------------|
| Nombre         | Combos               | Mu (Kn-m)<br>kN-m | Pu oNu (Kn)<br>kN-m | Vu (Kn)<br>kN | $\delta u =$<br>m |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.1       | 5.522             | 3384.041            | 2.025         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.2       | 6.643             | 3327.800            | 2.436         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.3       | 6.643             | 3327.800            | 2.436         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.4       | 5.927             | 3167.602            | 2.173         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.5.A Max | 9005.125          | 3167.602            | 279.373       | 0.021             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.5.A Min | 8993.271          | 3167.603            | 275.026       | 0.021             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.5.B Max | 25468.648         | 3167.602            | 781.224       | 0.060             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.5.B Min | 25456.794         | 3167.603            | 776.877       | 0.060             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.6       | 3.550             | 2175.455            | 1.302         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.7.A Max | 9002.747          | 2175.454            | 278.501       | 0.021             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.7.A Min | 8995.648          | 2175.455            | 275.898       | 0.021             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.7.B Max | 25466.271         | 2175.455            | 780.352       | 0.060             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.7.B Min | 25459.172         | 2175.455            | 777.749       | 0.060             |

**Tabla 89.***Solicitaciones obtenidas para estructura DES.*

| Solicitaciones |                      |                   |                     |               |                   |
|----------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------------|
| Nombre         | Combos               | Mu (Kn-m)<br>kN-m | Pu oNu (Kn)<br>kN-m | Vu (Kn)<br>kN | $\delta u =$<br>m |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.1       | 5.522             | 3384.041            | 2.025         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.2       | 6.643             | 3327.800            | 2.436         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.3       | 6.643             | 3327.800            | 2.436         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.4       | 5.927             | 3167.602            | 2.173         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.5.A Max | 7205.285          | 3167.602            | 223.933       | 0.017             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.5.A Min | 7193.431          | 3167.603            | 219.587       | 0.017             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.5.B Max | 20376.104         | 3167.602            | 625.414       | 0.048             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.5.B Min | 20364.250         | 3167.603            | 621.067       | 0.048             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.6       | 3.550             | 2175.455            | 1.302         | 0.000             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.7.A Max | 7202.908          | 2175.454            | 223.061       | 0.017             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.7.A Min | 7195.809          | 2175.455            | 220.458       | 0.017             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.7.B Max | 20373.727         | 2175.455            | 624.542       | 0.048             |
| V.1.1          | Diseño B.2.4.7.B Min | 20366.627         | 2175.455            | 621.939       | 0.048             |

**Tabla 90.***Propiedades geométricas muro tipo estructura DES y DMO.*

| Geometría |         |         |        |        |      | Materiales           |            |            |           |           |
|-----------|---------|---------|--------|--------|------|----------------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Lw=<br>m  | hw<br>m | hp<br>m | e<br>m | r<br>m | d    | Ag<br>m <sup>2</sup> | F'c<br>Mpa | F'y<br>Mpa | Es<br>Mpa | $\beta 1$ |
| C.11.9.4  |         |         |        |        |      | C.10.2.7.3           |            |            |           |           |
| 6.95      | 37.5    | 2.5     | 0.25   | 0.025  | 5.56 | 1.7375               | 28         | 420        | 200000    | 0.85      |

Tabla 91.

*Parámetros muro tipo estructura DMO.*

| Parámetros            |             |                  |                  |                             |                   |                |                  |                    |       |              |                |
|-----------------------|-------------|------------------|------------------|-----------------------------|-------------------|----------------|------------------|--------------------|-------|--------------|----------------|
| $C_{transicion}$<br>m | $C_b$<br>cm | $P_{umin}$<br>kN | $\Phi P_b$<br>kN | $\Phi P_{transicion}$<br>kN | $\Phi_{cortante}$ | $\Phi_{comp.}$ | $\Phi_{Tension}$ | $\Phi_{FlexoCom.}$ | $e_c$ | $e_{SComp.}$ | $e_{SFlexión}$ |
| Sec C.9.3.2.3         |             |                  |                  |                             |                   |                |                  |                    |       |              |                |
| 2.60                  | 4.07        | 4865             | 14228.4          | 9523.73                     | 0.75              | 0.65           | 0.9              | 0.9                | 0.003 | 0.0021       | 0.005          |

Tabla 92.

*Parámetros muro tipo estructura DES.*

| Parámetros            |             |                  |                  |                             |                   |                |                  |                    |       |              |                |
|-----------------------|-------------|------------------|------------------|-----------------------------|-------------------|----------------|------------------|--------------------|-------|--------------|----------------|
| $C_{transicion}$<br>m | $C_b$<br>cm | $P_{umin}$<br>kN | $\Phi P_b$<br>kN | $\Phi P_{transicion}$<br>kN | $\Phi_{cortante}$ | $\Phi_{comp.}$ | $\Phi_{Tension}$ | $\Phi_{FlexoCom.}$ | $e_c$ | $e_{SComp.}$ | $e_{SFlexión}$ |
| Sec C.9.3.2.3         |             |                  |                  |                             |                   |                |                  |                    |       |              |                |
| 2.60                  | 4.07        | 4865             | 13931.2          | 10339.02                    | 0.75              | 0.65           | 0.9              | 0.9                | 0.003 | 0.0021       | 0.005          |

Tabla 93.

*Revisión dimensiones del muro tipo para capacidad de disipación DMO.*

| $H_w/L_w$  | $L_w/b_w$  | Clasificación | $\alpha_t$ | $M_u/V_u - L_w/2$ | $V_{u\max}$ | $\Phi V_c/V_{u\max}$ | Chequeo                   |
|------------|------------|---------------|------------|-------------------|-------------|----------------------|---------------------------|
|            |            |               |            | m                 | kN          | Relación             | $\Phi V_c \leq V_{u\max}$ |
| C.21.9.4.1 | C.21.9.4.1 | C.21.9.4.1    | C.21.9.4.1 | C.11.9.6          | C.11.9.3    |                      | C.11.9.3                  |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748            | 4578.605    | 0.00044              | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748            | 4578.605    | 0.00053              | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748            | 4578.605    | 0.00053              | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748            | 4578.605    | 0.00047              | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 28.758            | 4578.605    | 0.061                | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.225            | 4578.605    | 0.0601               | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.126            | 4578.605    | 0.1706               | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.2937           | 4578.605    | 0.170                | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748            | 4578.605    | 0.00028              | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 28.851            | 4578.605    | 0.0610               | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.130            | 4578.605    | 0.0603               | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.159            | 4578.605    | 0.170                | Cumple                    |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.259            | 4578.605    | 0.170                | Cumple                    |

Tabla 94.

*Revisión dimensiones del muro tipo para capacidad de disipación DES.*

| $H_w/L_w$  | $L_w/b_w$  | Clasificación | $\alpha_t$ | $M_u/V_u - L_w/2$<br>m | $V_{u\max}$<br>kN | $\Phi V_c/V_{u\max}$<br>Relación | Chequeo<br>$\Phi V_c \leq V_{u\max}$ |
|------------|------------|---------------|------------|------------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| C.21.9.4.1 | C.21.9.4.1 | C.21.9.4.1    | C.21.9.4.1 | C.11.9.6               | C.11.9.3          |                                  | C.11.9.3                             |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748                 | 4578.605          | 0.00044                          | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748                 | 4578.605          | 0.00053                          | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748                 | 4578.605          | 0.00053                          | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748                 | 4578.605          | 0.00047                          | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 28.701                 | 4578.605          | 0.0490                           | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.284                 | 4578.605          | 0.0480                           | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.105                 | 4578.605          | 0.137                            | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.314                 | 4578.605          | 0.136                            | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | -0.748                 | 4578.605          | 0.00028                          | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 28.816                 | 4578.605          | 0.0487                           | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.165                 | 4578.605          | 0.0482                           | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.147                 | 4578.605          | 0.136                            | Cumple                               |
| 5.396      | 27.80      | Muro          | 0.17       | 29.272                 | 4578.605          | 0.136                            | Cumple                               |

A continuación se muestra el diseño a cortante siguiendo los lineamiento de NSR-10, en la Tabla 95 y Tabla 96 se resume el cálculo de la resistencia a cortante del concreto, la resistencia que debe asumir el acero y el número de capas requeridas y suministradas al muro bajo estudio para las capacidades DMO y DES respectivamente.



**Tabla 95.*****Resistencia a cortante acero y concreto muro con capacidad DMO.***

| Calculo de $\Phi V_c$ |               |               |            |                  | Calculo $\Phi V_s$  |                |             |
|-----------------------|---------------|---------------|------------|------------------|---------------------|----------------|-------------|
| $\Phi V_{c1}$         | $\Phi V_{c2}$ | $\Phi V_{c3}$ | $\Phi V_c$ | $\Phi V_{capas}$ | #Capas<br>requerida | #Capas<br>Sum. | $V_s$<br>kN |
| kN                    | kN            | kN            | kN         | kN               |                     |                |             |
| C.11.9.5              | C.11.9.6      | C.11.9.6      | C.11.9.5   | C.21.9.2.3       | C.21.9.2.3          |                | C.11.9.9.1  |
| 937.787               | 1997.032      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1988.596      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1988.596      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1964.566      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1964.566      | 500.995       | 500.995    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1964.566      | 497.402       | 497.402    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1964.566      | 498.153       | 498.153    | 1172.233         | 1                   | 2              | 283.071     |
| 937.787               | 1964.566      | 496.884       | 496.884    | 1172.233         | 1                   | 2              | 279.993     |
| 937.787               | 1815.744      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1815.744      | 471.594       | 471.594    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1815.744      | 469.717       | 469.717    | 1172.233         | 1                   | 2              | 0.000       |
| 937.787               | 1815.744      | 469.522       | 469.522    | 1172.233         | 1                   | 2              | 310.831     |
| 937.787               | 1815.744      | 468.859       | 468.859    | 1172.233         | 1                   | 2              | 308.890     |

Tabla 96.

*Resistencia a cortante acero y concreto muro con capacidad DES.*

| Calculo de $\Phi V_c$ |               |               |            |                  | Calculo $\Phi V_s$ |        |            |
|-----------------------|---------------|---------------|------------|------------------|--------------------|--------|------------|
| $\Phi V_{c1}$         | $\Phi V_{c2}$ | $\Phi V_{c3}$ | $\Phi V_c$ | $\Phi V_{capas}$ | #Capas             | #Capas | $V_s$      |
| kN                    | kN            | kN            | kN         | kN               | requerida          | Sum.   | kN         |
| C.11.9.5              | C.11.9.6      | C.11.9.6      | C.11.9.5   | C.21.9.2.3       | C.21.9.2.3         |        | C.11.9.9.1 |
| 937.787               | 1997.032      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1988.596      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1988.596      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1964.566      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1964.566      | 501.445       | 501.445    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1964.566      | 496.953       | 496.953    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1964.566      | 498.312       | 498.312    | 1172.233         | 1                  | 2      | 127.10     |
| 937.787               | 1964.566      | 496.726       | 496.726    | 1172.233         | 1                  | 2      | 124.34     |
| 937.787               | 1815.744      | 0.000         | 937.787    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1815.744      | 471.828       | 471.828    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1815.744      | 469.482       | 469.482    | 1172.233         | 1                  | 2      | 0.00       |
| 937.787               | 1815.744      | 469.604       | 469.604    | 1172.233         | 1                  | 2      | 154.94     |
| 937.787               | 1815.744      | 468.776       | 468.776    | 1172.233         | 1                  | 2      | 153.16     |

Tabla 97.

*Cuantía de refuerzo transversal muro con capacidad DMO.*

| Refuerzo transversal (alma del muro) |                |                      |          |            |          |            |            |           |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|----------|------------|----------|------------|------------|-----------|
| $\Phi_{dbt}$                         | $\Phi_{vclim}$ | $V_u < \Phi V_c / 2$ | $\rho_t$ | $\rho_t$   | $\rho_t$ | $\rho_t$   | $\rho_t$   | $\rho_t$  |
|                                      | kN             |                      | a.1)     | a.2)       | a)       | b)         | c)         |           |
|                                      | C.21.9.2.1     | C.14.3.2             | C.14.3.3 | C.11.9.9.1 | C.11.9.8 | C.21.9.2.1 | C.21.9.4.1 | Requerido |
| No3                                  | 457.860        | Si                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0020   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | Si                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0020   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | Si                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0020   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | Si                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0020   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | No                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0000   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | No                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0000   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | No                   | 0.0020   | 0.0006     | 0.0006   | 0.0025     | 0          | 0.0025    |
| No3                                  | 457.860        | No                   | 0.0020   | 0.0006     | 0.0006   | 0.0025     | 0          | 0.0025    |
| No3                                  | 457.860        | Si                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0020   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | No                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0000   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | No                   | 0.0020   | 0.0000     | 0.0000   | 0.002      | 0          | 0.0020    |
| No3                                  | 457.860        | No                   | 0.0020   | 0.0007     | 0.0007   | 0.0025     | 0          | 0.0025    |
| No3                                  | 457.860        | No                   | 0.0020   | 0.0007     | 0.0007   | 0.0025     | 0          | 0.0025    |

Tabla 98.

*Cuantía de refuerzo transversal muro con capacidad DES.*

| Refuerzo transversal (alma del muro) |                       |                      |                  |                  |                |                |                |           |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| $\Phi dbt$                           | $\Phi v_{clim}$<br>kN | $V_u < \Phi V_c / 2$ | $\rho_t$<br>a.1) | $\rho_t$<br>a.2) | $\rho_t$<br>a) | $\rho_t$<br>b) | $\rho_t$<br>c) | $\rho_t$  |
|                                      | C.21.9.2.1            | C.14.3.2             | C.14.3.3         | C.11.9.9.1       | C.11.9.8       | C.21.9.2.1     | C.21.9.4.1     | Requerido |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | No                   | 0.0020           | 0.0003           | 0.0003         | 0.0025         | 0.000000       | 0.0025    |
| No3                                  | 457.86                | No                   | 0.0020           | 0.0003           | 0.0003         | 0.0025         | 0.000000       | 0.0025    |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | Si                   | 0.0020           | 0.0000           | 0.0020         | 0.002          | 0.000000       | 0.0020    |
| No3                                  | 457.86                | No                   | 0.0020           | 0.0004           | 0.0004         | 0.0025         | 0.000000       | 0.0025    |
| No3                                  | 457.86                | No                   | 0.0020           | 0.0003           | 0.0003         | 0.0025         | 0.000000       | 0.0025    |

**Tabla 99.***Separación de refuerzo transversal muro con capacidad DMO.*

| Separación refuerzo transversal |             |             |             |             |           |          |        |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|----------|--------|
| Astransv                        | a) S transv | b) S transv | c) S transv | c) S transv | S transv  | S transv | pt     |
|                                 |             | C.11.9.9.3  | C.11.9.9.3  | C.11.9.9.3  | Requerido | Sum.     | sum    |
| cm <sup>2</sup> /m              | cm          | cm          | cm          | cm          | cm        | cm       |        |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 3.12500                         | 22.720      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 22.720    | 20.00    | 0.0028 |
| 3.12500                         | 22.720      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 22.720    | 20.00    | 0.0028 |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 2.50000                         | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028 |
| 3.12500                         | 22.720      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 22.720    | 20.00    | 0.0028 |
| 3.12500                         | 22.720      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 22.720    | 20.00    | 0.0028 |

Tabla 100.

*Separación de refuerzo transversal muro con capacidad DES.*

| Separación refuerzo transversal |             |             |             |             |           |          |          |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|----------|----------|
| Astransv                        | a) S transv | b) S transv | c) S transv | c) S transv | S transv  | S transv | $\rho t$ |
|                                 | C.11.9.9.3  | C.11.9.9.3  | C.11.9.9.3  | C.11.9.9.3  | Requerido | Sum.     | sum      |
| cm <sup>2</sup> /m              | cm          | cm          | cm          | cm          | cm        | cm       |          |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 3.125                           | 22.720      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 22.720    | 20.00    | 0.0028   |
| 3.125                           | 22.720      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 22.720    | 20.00    | 0.0028   |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 2.500                           | 28.400      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 28.400    | 20.00    | 0.0028   |
| 3.125                           | 22.720      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 22.720    | 20.00    | 0.0028   |
| 3.125                           | 22.720      | 139.000     | 75.0        | 45.0        | 22.720    | 20.00    | 0.0028   |







**Tabla 103.***Separación refuerzo longitudinal muro con capacidad DMO.*

| Aslong             | a). Slong  | b). Slong  | c). Slong  | d). Slong  | Slong     | Slong |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------|
| X Cara             | C.11.9.9.4 | C.11.9.9.5 | C.11.9.9.5 | C.11.9.9.5 | Requerido | Sum.  |
| cm <sup>2</sup> /m | cm         | cm         | cm         | cm         | cm        | cm    |
| 1.50               | 133.33     | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 1.50               | 133.33     | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 1.50               | 133.33     | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 1.50               | 133.33     | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 3.13               | 64.00      | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 3.13               | 64.00      | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 11.67              | 17.14      | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 17.14     | 12.25 |
| 11.66              | 17.15      | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 17.15     | 12.25 |
| 1.50               | 133.33     | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 3.13               | 64.00      | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 3.13               | 64.00      | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 45.00     | 12.25 |
| 13.32              | 15.02      | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 15.02     | 12.25 |
| 13.31              | 15.03      | 231.67     | 75.00      | 45.00      | 15.03     | 12.25 |

**Tabla 104.***Separación refuerzo longitudinal muro con capacidad DES.*

| <b>Aslong<br/>X Cara</b> | <b>a). Slong<br/>C.11.9.9.4</b> | <b>b). Slong<br/>C.11.9.9.5</b> | <b>c). Slong<br/>C.11.9.9.5</b> | <b>d). Slong<br/>C.11.9.9.5</b> | <b>Slong<br/>Requerido</b> | <b>Slong<br/>Sum.</b> |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| <b>cm<sup>2</sup>/m</b>  | <b>cm</b>                       | <b>cm</b>                       | <b>cm</b>                       | <b>cm</b>                       | <b>cm</b>                  | <b>cm</b>             |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 227.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 228.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 229.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 230.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 231.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 232.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 7.59                     | 16.99                           | 231.67                          | 75.00                           | 233.00                          | 16.99                      | 12.25                 |
| 7.58                     | 17.01                           | 231.67                          | 75.00                           | 234.00                          | 17.01                      | 12.25                 |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 235.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 236.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 1.50                     | 86.00                           | 231.67                          | 75.00                           | 237.00                          | 75.00                      | 12.25                 |
| 9.31                     | 13.85                           | 231.67                          | 75.00                           | 238.00                          | 13.85                      | 12.25                 |
| 9.31                     | 13.86                           | 231.67                          | 75.00                           | 239.00                          | 13.86                      | 12.25                 |

Tabla 105.

*Verificación pertinencia elemento de borde capacidad DMO.*

| C          | $\delta u/hw$ | clim       | Requiere   | Esfuerzos         | Esfuerzo lim      | Esfuerzo lim      | Requiere   |
|------------|---------------|------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| C.21.4.4.1 |               | C.21.9.6.2 | E.B        | kN/m <sup>2</sup> | kN/m <sup>2</sup> | kN/m <sup>2</sup> | E.B        |
|            |               | m          | C.21.9.6.2 |                   | C.21.9.6.3        | C.21.9.6.3        | C.21.9.6.3 |
| 1.7064     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 1950.39           | 8400              | 6160              | No         |
| 1.6983     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 1918.58           | 8400              | 6160              | No         |
| 1.6983     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 1918.58           | 8400              | 6160              | No         |
| 1.6740     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 1826.03           | 8400              | 6160              | No         |
| 1.6740     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 6297.44           | 8400              | 6160              | Requiere   |
| 1.6740     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 6291.56           | 8400              | 6160              | Requiere   |
| 1.6740     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 14477.65          | 8400              | 6160              | Requiere   |
| 1.6740     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 14471.76          | 8400              | 6160              | Requiere   |
| 1.5303     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 1253.82           | 8400              | 6160              | No         |
| 1.5303     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 5725.24           | 8400              | 6160              | No         |
| 1.5303     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 5721.72           | 8400              | 6160              | No         |
| 1.5303     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 13905.45          | 8400              | 6160              | Requiere   |
| 1.5303     | 0.0035        | 3.3095     | No         | 13901.93          | 8400              | 6160              | Requiere   |

Tabla 106.

*Verificación pertinencia elemento de borde capacidad DES.*

| C          | $\delta u/hw$ | clim       | Requiere   | Esfuerzos         | Esfuerzo lim      | Esfuerzo lim      | Requiere   |
|------------|---------------|------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| C.21.4.4.1 |               | C.21.9.6.2 | E.B        | kN/m <sup>2</sup> | kN/m <sup>2</sup> | kN/m <sup>2</sup> | E.B        |
|            |               | m          | C.21.9.6.2 |                   | C.21.9.6.3        | C.21.9.6.3        | C.21.9.6.3 |
| 1.4497     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 1950.39           | 5600              | 4200              | No         |
| 1.4405     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 1918.58           | 5600              | 4200              | No         |
| 1.4405     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 1918.58           | 5600              | 4200              | No         |
| 1.4135     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 1826.03           | 5600              | 4200              | No         |
| 1.4135     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 5403.16           | 5600              | 4200              | Requiere   |
| 1.4135     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 5397.27           | 5600              | 4200              | Requiere   |
| 1.4135     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 11947.33          | 5600              | 4200              | Requiere   |
| 1.4135     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 11941.44          | 5600              | 4200              | Requiere   |
| 1.2500     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 1253.82           | 5600              | 4200              | No         |
| 1.2500     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 4830.96           | 5600              | 4200              | Requiere   |
| 1.2500     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 4827.43           | 5600              | 4200              | Requiere   |
| 1.2500     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 11375.13          | 5600              | 4200              | Requiere   |
| 1.2500     | 0.0070        | 1.6548     | No         | 11371.60          | 5600              | 4200              | Requiere   |

Teniendo en cuenta lo descrito en NSR-10 cuando el elemento presenta una cuantía de refuerzo longitudinal mayor e igual al uno por ciento (1%) el elemento debe ser confinado mediante estribo cerrado, por lo cual se toma como elemento confinado en el muro de capacidad DES toda la longitud del muro, como se muestra en la Tabla 107. Dado que el muro mostrado presenta una cuantía de refuerzo inferior al 1% se suministró un elemento de borde acorde a la distribución de refuerzo tal como se indica en la Tabla 108.

**Tabla 107.***Longitud de elemento de borde (elemento confinado) capacidad DMO.*

| <b>1. Long. E.B.</b> | <b>2. Long. E.B.</b> | <b>Long. E.B.</b> | <b>Long. E.B.</b>   |
|----------------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| <b>m</b>             | <b>m</b>             | <b>m</b>          | <b>m</b>            |
| <b>C.21.9.6.4</b>    | <b>C.21.9.6.4</b>    | <b>Requerido</b>  | <b>Suministrado</b> |
| 1.0090               | 0.8520               | 1.0090            | 6.9500              |
| 1.0009               | 0.8480               | 1.0009            | 6.9500              |
| 1.0009               | 0.8480               | 1.0009            | 6.9500              |
| 0.9781               | 0.8366               | 0.9781            | 6.9500              |
| 0.9781               | 0.8366               | 0.9781            | 6.9500              |
| 0.9781               | 0.8366               | 0.9781            | 6.9500              |
| 0.9781               | 0.8366               | 0.9781            | 6.9500              |
| 0.9781               | 0.8366               | 0.9781            | 6.9500              |
| 0.8368               | 0.7659               | 0.8368            | 6.9500              |
| 0.8368               | 0.7659               | 0.8368            | 6.9500              |
| 0.8368               | 0.7659               | 0.8368            | 6.9500              |
| 0.8368               | 0.7659               | 0.8368            | 6.9500              |
| 0.8368               | 0.7659               | 0.8368            | 6.9500              |

**Tabla 108.***Longitud de elemento de borde (elemento confinado) capacidad DES.*

| 1. Long. E.B. | 2. Long. E.B. | Long. E.B. | Long. E.B.   |
|---------------|---------------|------------|--------------|
| m             | m             | m          | m            |
| C.21.9.6.4    | C.21.9.6.4    | Requerido  | Suministrado |
| 0.7563        | 0.7249        | 0.7563     | 0.7250       |
| 0.7472        | 0.7203        | 0.7472     | 0.7250       |
| 0.7472        | 0.7203        | 0.7472     | 0.7250       |
| 0.7211        | 0.7068        | 0.7211     | 0.7250       |
| 0.7211        | 0.7068        | 0.7211     | 0.7250       |
| 0.7211        | 0.7068        | 0.7211     | 0.7250       |
| 0.7211        | 0.7068        | 0.7211     | 0.7250       |
| 0.7211        | 0.7068        | 0.7211     | 0.7250       |
| 0.5596        | 0.6250        | 0.6250     | 0.7250       |
| 0.5596        | 0.6250        | 0.6250     | 0.7250       |
| 0.5596        | 0.6250        | 0.6250     | 0.7250       |
| 0.5596        | 0.6250        | 0.6250     | 0.7250       |
| 0.5596        | 0.6250        | 0.6250     | 0.7250       |

En la Tabla 109 y Tabla 110 se muestra la configuración de los elementos confinados para el muro mostrado (V.1.1) y en la Tabla 111 y Tabla 112 se presentan las separaciones en altura para la capacidad DMO y DES respectivamente.

**Tabla 109.***Configuración de refuerzo elemento confinado muro DMO.*

| L.E.B. | $\Phi_{dbl}$ | $\Phi_{est}$ | #Ramas// X | #Ramas// Y | bcx  | bcy | Ach            | Ashx            | Ashy            |
|--------|--------------|--------------|------------|------------|------|-----|----------------|-----------------|-----------------|
| m      |              |              | und        | und        | m    | m   | m <sup>2</sup> | cm <sup>2</sup> | cm <sup>2</sup> |
| 6.95   | No5          | No3          | 57         | 2          | 6.90 | 0.2 | 1.38           | 40.47           | 1.42            |

**Tabla 110.***Configuración de refuerzo elemento confinado muro DES.*

| <b>L.E.B.</b> | <b>Φdbl</b> | <b>Φest</b> | <b>#Ramas// X</b> | <b>#Ramas// Y</b> | <b>bcx</b> | <b>bcy</b> | <b>Ach</b>           | <b>Ashx</b>           | <b>Ashy</b>           |
|---------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|------------|------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>m</b>      |             |             | <b>und</b>        | <b>und</b>        | <b>m</b>   | <b>m</b>   | <b>m<sup>2</sup></b> | <b>cm<sup>2</sup></b> | <b>cm<sup>2</sup></b> |
| 0.725         | No4         | No3         | 6                 | 2                 | 0.6750     | 0.2        | 0.135                | 4.26                  | 1.42                  |

**Tabla 111.***Separación en altura de refuerzo elemento confinado muro DMO.*

| <b>a) Sep</b> | <b>b) Sep</b> | <b>c) Sep</b> | <b>d) Sep</b> | <b>e) Sep</b> | <b>sep</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| <b>cm</b>     | <b>cm</b>     | <b>cm</b>     | <b>cm</b>     | <b>cm</b>     | <b>cm</b>  |
| C.21.4.4.3    | C.21.9.6.4    | C.21.9.6.4    | C.21.6.4.4    | C.21.6.4.4    | Requerida  |
| 8.3333        | 9.54          | 15            | 10.519        | 11.8333       | 8.3333     |

**Tabla 112.***Separación en altura de refuerzo elemento confinado muro DES.*

| <b>a) Sep</b> | <b>b) Sep</b> | <b>c) Sep</b> | <b>d) Sep</b> | <b>e) Sep</b> | <b>sep</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| <b>cm</b>     | <b>cm</b>     | <b>cm</b>     | <b>cm</b>     | <b>cm</b>     | <b>cm</b>  |
| C.21.4.4.3    | C.21.9.6.4    | C.21.9.6.4    | C.21.6.4.4    | C.21.6.4.4    | Requerida  |
| 12.5000       | 12.72         | 15            | 14.663        | 17.7500       | 12.5000    |

En la Figura 94 se muestra el diagrama de interacción para el refuerzo suministrado al muro bajo estudio, para la configuración de refuerzo de la Figura 93.

Figura 93.

*Distribución de refuerzo muro V.1.1 capacidad DMO.*

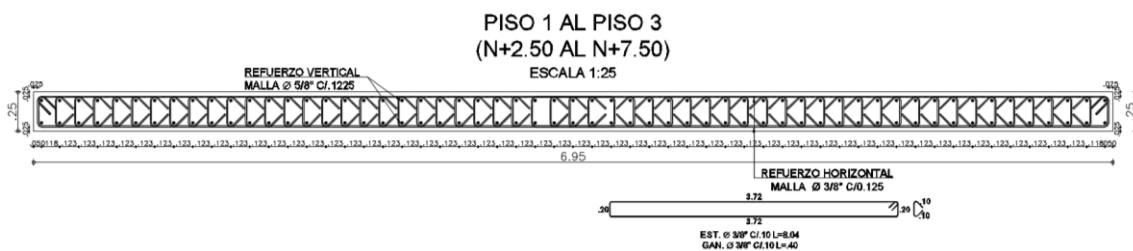
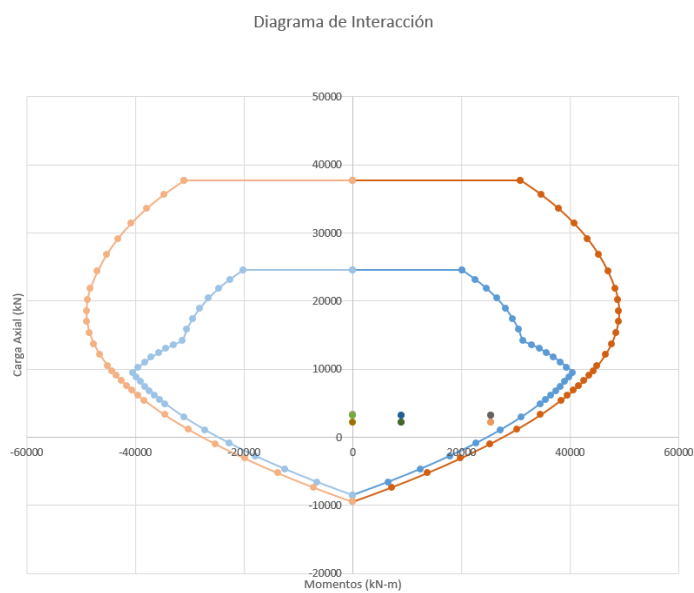


Figura 94.

*Diagrama de interacción configuración de refuerzo muro V.1.1 capacidad DMO.*



En la Figura 96 se muestra el diagrama de interacción para el refuerzo suministrado al muro bajo estudio, para la configuración de refuerzo de la Figura 95



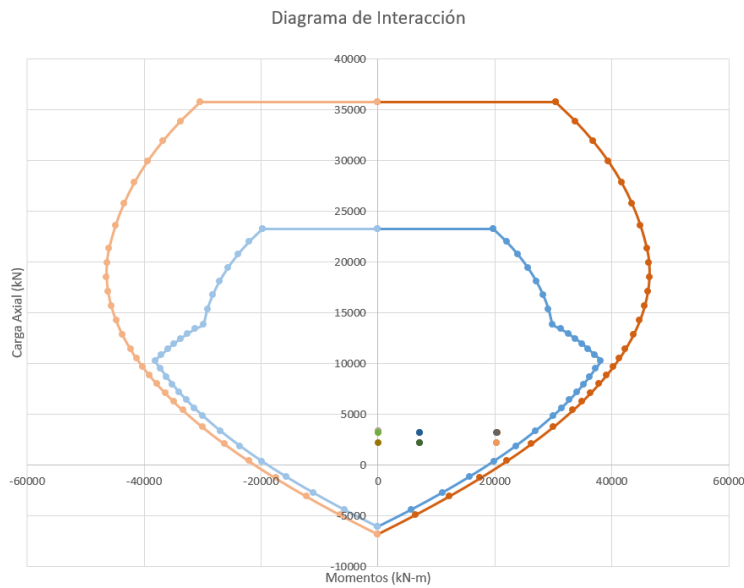
Figura 95.

*Distribución de refuerzo muro v.1.1 capacidad DES.*



Figura 96.

*Diagrama de interacción configuración de refuerzo muro V.1.1 capacidad DES.*



## Apéndice G. Caracterización del concreto

### Concreto Confinado

Para realizar la curva esfuerzo deformación del concreto confinado, se usa el modelo de Mander, teniendo en cuenta los siguientes criterios: separación y diámetro del refuerzo longitudinal y transversal.

En la Tabla 113. se muestran los parámetros usados para el cálculo del elementos de confinamiento, en la Figura 93 y Figura 95 se muestra un esquema del refuerzo suministrado y en la Figura 97 se presenta las gráficas de los concretos usados en el muro V.1.1 en los tres primeros pisos de la edificación DMO y DES, respectivamente.

**Figura 97.**

*Curvas de Mander elemento confinado muro V.1.1.1 DMO y DES.*

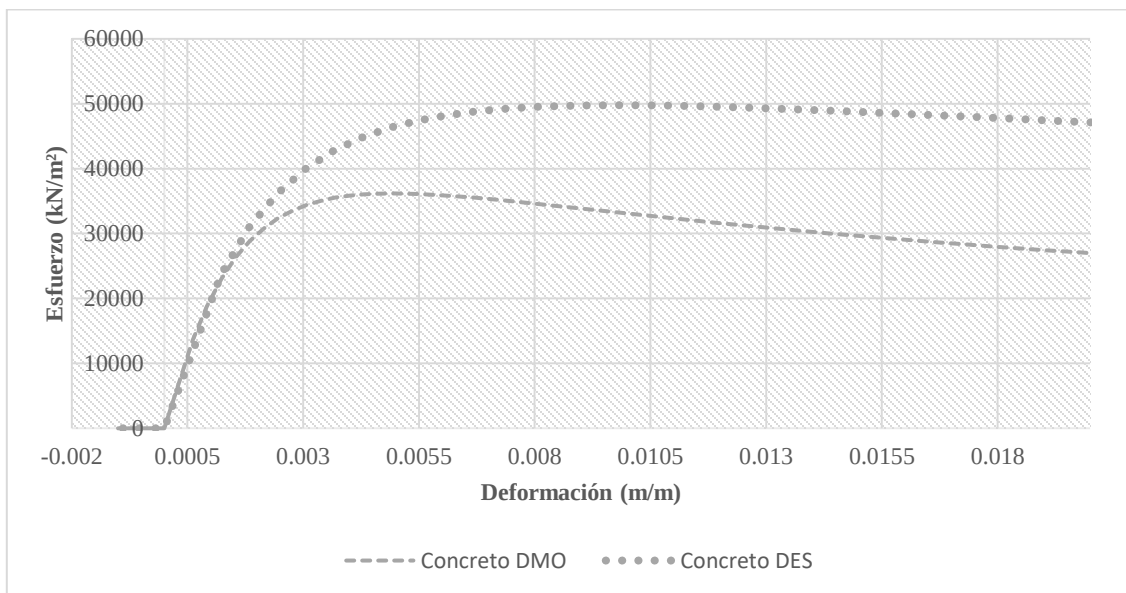


Tabla 113.

*Parámetros curva de Mander elemento confinado muro V.1.1.1 DMO y DES.*

| Estructura DMO               |           |                     |           | Estructura DES               |           |                     |           |
|------------------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Parámetros geométricos       |           | Cálculos realizados |           | Parámetros geométricos       |           | Cálculos realizados |           |
| B (mm)                       | 250       | pcc                 | 0.0185005 | B (mm)                       | 250       | pcc                 | 0.0185005 |
| H (mm)                       | 850       | Asx                 | 497       | H (mm)                       | 850       | Asx                 | 497       |
| r (mm)                       | 25        | ρx                  | 0.0125743 | r (mm)                       | 25        | ρx                  | 0.0125743 |
| Bc                           | 190.5     | Asy                 | 142       | Bc                           | 190.5     | Asy                 | 142       |
| Hc                           | 790.5     | ρy                  | 0.0149081 | Hc                           | 790.5     | ρy                  | 0.0149081 |
| Ac                           | 150590.25 | pos                 | 0.0274825 | Ac                           | 150590.25 | pos                 | 0.0274825 |
| <b>Refuerzo Longitudinal</b> |           | po                  | 0.0137412 | <b>Refuerzo Longitudinal</b> |           | po                  | 0.0137412 |
| #Barras                      | 14        | ke                  | 0.6967051 | #Barras                      | 14        | ke                  | 0.6967051 |
| dl                           | 5/8       |                     |           | dl                           | 5/8       |                     |           |
| Área Total                   | 2786      | fl'x                | 3.6794488 | Área Total                   | 2786      | fl'x                | 3.6794488 |
| <b>Refuerzo Transversal</b>  |           | fl'y                | 4.3623612 | <b>Refuerzo Transversal</b>  |           | fl'y                | 4.3623612 |
| de                           | 3/8       | fl'                 | 4.020905  | de                           | 3/8       | fl'                 | 4.020905  |
| de                           | 9.5       | <b>Confinado</b>    |           | de                           | 9.5       | <b>Confinado</b>    |           |
| Ae                           | 71        | f'cc                | 49.175698 | Ae                           | 71        | f'cc                | 49.175698 |
| #Ramas x                     | 7         | εcc:                | 0.0095627 | #Ramas x                     | 7         | εcc:                | 0.0095627 |
| #Ramas y                     | 2         | Esec:               | 5142.4226 | #Ramas y                     | 2         | Esec:               | 5142.4226 |
| S ( mm)                      | 50        | r                   | 1.2606718 | S ( mm)                      | 50        | r                   | 1.2606718 |
| S' (mm)                      | 40.5      | εcu:                | 0.0414945 | S' (mm)                      | 40.5      | εcu:                | 0.0414945 |

### Apéndice H. Clasificación del diafragma

#### Fuerzas horizontales para la clasificación del diafragma

Para la clasificación del diafragma la obtención de las cargas horizontales se realiza teniendo en cuenta lo descrito en la sección 7.4.1.3 de ASCE 41-17, usando la expresión:

$$V = C_1 C_2 C_m S_a W$$

Donde:

$C_1$  = Factor de modificación para relacionar los desplazamientos inelásticos máximos esperados con los desplazamientos calculados para la respuesta elástica lineal. Para periodos fundamentales mayores de 1.0 s,  $C_1=1.00$

$C_2$  = Factor de modificación para representar el efecto de la forma de histéresis, la degradación de la rigidez cíclica y el deterioro de la resistencia en la respuesta de desplazamiento máximo. Para períodos fundamentales mayores de 0.7 s,  $C_2 = 1.0$

$S_a$  = Aceleración del espectro de respuesta en el periodo fundamental.

$C_m$  = Factor de masa efectiva para tener en cuenta los efectos de participación de masa modal más altos obtenidos de la Tabla 7-4. Para periodos fundamentales mayores de 1.0 s,  $C_m = 1.00$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

Teniendo en cuenta que tanto la estructura DMO y DES tienen periodos superiores a 1 s los parámetros  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_m$  se tomaron igual a 1.

Para el cálculo de la variable, W, no fue tomado en cuenta el peso de los elementos de cimentación y se consideró el mismo valor tanto para la estructura DMO como para la DES (89701.0094 kN), ya que las dos comparten la misma geometría en planta y en altura.

Teniendo en cuenta que las dos edificaciones tienen una distribución de refuerzo diferente, los elementos estructurales presentaron una variación en la rigidez, se presentaron periodos de vibración diferentes, obteniendo periodos de 1.391 s y 1.413 s en dirección X y de 1.173 s y 1.216 s en dirección Y para la edificación DMO y DES, respectivamente.

Los datos y las fuerzas pseudo laterales para la clasificación del diafragma se encuentran consignadas en Tabla 114 y Tabla 115

**Tabla 114.**

*Distribución de pseudo fuerzas laterales en altura, estructura DMO.*

| <i>Sismo X</i>        |             | <i>Sismo Y</i>        |          |
|-----------------------|-------------|-----------------------|----------|
| <b>T</b>              | 1.391 s     | <b>T</b>              | 1.173 s  |
| <b>K</b>              | 1.44550     | <b>K</b>              | 1.33650  |
| <b>Sa</b>             | 0.345075    | <b>Sa</b>             | 0.409207 |
| <b>Cortante Basal</b> | 24217.94 kN | <b>Cortante Basal</b> | 28719 kN |

|       |           | Sismo X |                  |         |          | Sismo Y          |        |          |
|-------|-----------|---------|------------------|---------|----------|------------------|--------|----------|
| Nivel | W         | h       | W h <sup>K</sup> | Cvx     | Fx       | W h <sup>K</sup> | Cvx    | Fy       |
|       | kN        | m       |                  | kN      | kN       |                  | kN     | kN       |
| 15    | 3597.2243 | 37.5    | 678000           | 0.11986 | 2902.707 | 456730.8         | 0.1147 | 3294.928 |
| 14    | 4678.7716 | 35      | 798146           | 0.1411  | 3417.084 | 541724.9         | 0.1361 | 3908.089 |
| 13    | 4678.7716 | 32.5    | 717066           | 0.12676 | 3069.960 | 490641.1         | 0.1232 | 3539.563 |
| 12    | 4678.7716 | 30      | 638720           | 0.11291 | 2734.539 | 440863.8         | 0.1107 | 3180.461 |
| 11    | 4678.7716 | 27.5    | 563232           | 0.09957 | 2411.353 | 392464.1         | 0.0986 | 2831.298 |
| 10    | 4678.7716 | 25      | 490743           | 0.08675 | 2101.007 | 345524.4         | 0.0868 | 2492.667 |
| 9     | 4678.7716 | 22.5    | 421417           | 0.0745  | 1804.202 | 300139.9         | 0.0754 | 2165.257 |
| 8     | 4678.7716 | 20      | 355444           | 0.06284 | 1521.753 | 256423.9         | 0.0644 | 1849.882 |
| 7     | 4678.7716 | 17.5    | 293051           | 0.05181 | 1254.633 | 214512.3         | 0.0539 | 1547.526 |
| 6     | 4678.7716 | 15      | 234516           | 0.04146 | 1004.027 | 174573.3         | 0.0439 | 1259.399 |
| 5     | 4678.7716 | 12.5    | 180184           | 0.03185 | 771.416  | 136820.8         | 0.0344 | 987.047  |
| 4     | 4678.7716 | 10      | 130506           | 0.02307 | 558.734  | 101538.8         | 0.0255 | 732.517  |
| 3     | 4678.7716 | 7.5     | 86105.9          | 0.01522 | 368.643  | 69127.56         | 0.0174 | 498.697  |
| 2     | 4678.7716 | 5       | 47917.4          | 0.00847 | 205.148  | 40207.33         | 0.0101 | 290.062  |
| 1     | 5760.3189 | 2.5     | 21660.5          | 0.00383 | 92.735   | 19601.68         | 0.0049 | 141.410  |

Tabla 115.

*Distribución de pseudo fuerzas laterales en altura, estructura DES.*

| Sismo X               |             |    | Sismo Y               |          |    |
|-----------------------|-------------|----|-----------------------|----------|----|
| T                     | 1.413       | s  | T                     | 1.216    | s  |
| K                     | 1.45650     |    | K                     | 1.35800  |    |
| Sa                    | 0.339703    |    | Sa                    | 0.394737 |    |
| <b>Cortante Basal</b> | 23840.87439 | kN | <b>Cortante Basal</b> | 27703.25 | kN |

| Nivel | Sismo X   |        |                  |           | Sismo Y  |                  |           |          |
|-------|-----------|--------|------------------|-----------|----------|------------------|-----------|----------|
|       | W<br>kN   | h<br>m | W h <sup>K</sup> | Cvx<br>kN | Fx<br>kN | W h <sup>K</sup> | Cvx<br>kN | Fy<br>kN |
| 15    | 3597.2243 | 37.5   | 705576           | 0.12037   | 2869.818 | 493744.2         | 0.115744  | 3206.479 |
| 14    | 4678.7716 | 35     | 829979           | 0.1416    | 3375.804 | 584758.1         | 0.137079  | 3797.542 |
| 13    | 4678.7716 | 32.5   | 745058           | 0.12711   | 3030.402 | 528773.2         | 0.123955  | 3433.965 |
| 12    | 4678.7716 | 30     | 663069           | 0.11312   | 2696.928 | 474310.2         | 0.111188  | 3080.271 |
| 11    | 4678.7716 | 27.5   | 584144           | 0.09966   | 2375.911 | 421449.6         | 0.098796  | 2736.982 |
| 10    | 4678.7716 | 25     | 508430           | 0.08674   | 2067.958 | 370283.5         | 0.086802  | 2404.699 |
| 9     | 4678.7716 | 22.5   | 436100           | 0.0744    | 1773.765 | 320919.2         | 0.07523   | 2084.117 |
| 8     | 4678.7716 | 20     | 367352           | 0.06267   | 1494.144 | 273483.2         | 0.06411   | 1776.057 |
| 7     | 4678.7716 | 17.5   | 302424           | 0.05159   | 1230.062 | 228127.4         | 0.053478  | 1481.508 |
| 6     | 4678.7716 | 15     | 241607           | 0.04122   | 982.696  | 185039.2         | 0.043377  | 1201.684 |
| 5     | 4678.7716 | 12.5   | 185260           | 0.03161   | 753.514  | 144456           | 0.033863  | 938.128  |
| 4     | 4678.7716 | 10     | 133854           | 0.02284   | 544.430  | 106692           | 0.025011  | 692.880  |
| 3     | 4678.7716 | 7.5    | 88035.7          | 0.01502   | 358.071  | 72188.01         | 0.016922  | 468.804  |
| 2     | 4678.7716 | 5      | 48773.2          | 0.00832   | 198.377  | 41622.97         | 0.009757  | 270.308  |
| 1     | 5760.3189 | 2.5    | 21879.9          | 0.00373   | 88.993   | 19991.67         | 0.004686  | 129.830  |

### Apéndice I. Verificación efectos P-Δ

Teniendo en cuenta lo descrito en la sección 12.8.7 de ASCE 7-10 se verifico que el índice de estabilidad  $Q_i$ , fuera inferior al máximo coeficiente de estabilidad  $\theta_{\max} = 0.5/\beta \cdot C_d$ , donde,  $C_d=5$ ;  $\beta=1.00$  y a 0.25.

Se realiza el cálculo del índice de estabilidad  $\theta_i$  mediante la ecuación (sección A.6.2.3 de NSR-10):

$$\theta_i = \frac{P_i \cdot \Delta_{cm}}{V_i \cdot h_{pi}}$$

Donde,  $P_i$  es la suma de carga vertical total, incluyendo muerta, sobre impuesta y 1.25 Viva que existe en el piso  $i$  y todos los pisos localizados por encima y  $\Delta_{cm}$  es la deriva del piso  $i$ , en la dirección bajo estudio,  $j$ , medida en el centro de masa del piso, como la diferencia entre el desplazamiento horizontal del piso  $i$  menos el del piso  $i-1$  en la misma dirección  $j$ .

En la Tabla 116 y Tabla 117 se presentan los caculos realizados para la estructura DMO y en la Tabla 118 y Tabla 119 estructura DES para las direcciones X y Y.

**Tabla 116.****Verificación de los efectos  $P-\Delta$  dirección X, estructura DMO.**

| Sismo dirección X |            |            |         |           |             |         |            |           |
|-------------------|------------|------------|---------|-----------|-------------|---------|------------|-----------|
| Niveles           | P.Propio   | S.Impuesta | C.viva  | Pi        | Piacum.     | Derivas | Vx         | $\theta$  |
|                   | kN         | kN         | kN      | kN        | kN          |         | kN         |           |
| 15                | 2250.99974 | 1170.63    | 702.378 | 4299.6022 | 4299.60224  | 0.0144  | 2902.7069  | 0.0213906 |
| 14                | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 9680.75176  | 0.0144  | 6319.791   | 0.0221133 |
| 13                | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 15061.90128 | 0.0144  | 9389.7509  | 0.0230651 |
| 12                | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 20443.0508  | 0.0142  | 12124.2897 | 0.0240171 |
| 11                | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 25824.20032 | 0.0140  | 14535.6423 | 0.0248868 |
| 10                | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 31205.34984 | 0.0137  | 16636.6497 | 0.0256033 |
| 9                 | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 36586.49936 | 0.0131  | 18440.8517 | 0.0260855 |
| 8                 | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 41967.64888 | 0.0125  | 19962.6047 | 0.0262432 |
| 7                 | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 47348.7984  | 0.0116  | 21217.238  | 0.0259961 |
| 6                 | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 52729.94792 | 0.0106  | 22221.2646 | 0.0252316 |
| 5                 | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 58111.09744 | 0.0094  | 22992.6808 | 0.023823  |
| 4                 | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 63492.24696 | 0.0080  | 23551.415  | 0.0216265 |
| 3                 | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 68873.39648 | 0.0064  | 23920.0583 | 0.0183844 |
| 2                 | 3332.54702 | 1170.63    | 702.378 | 5381.1495 | 74254.546   | 0.0045  | 24125.206  | 0.0139059 |
| 1                 | 4414.0943  | 1170.63    | 702.378 | 6462.6968 | 80717.2428  | 0.0023  | 24217.9407 | 0.0077691 |



**Tabla 117.****Verificación de los efectos  $P-\Delta$  dirección Y, estructura DMO.**

| Niveles | Sismo dirección Y |                  |              |           |               |          |            |           |
|---------|-------------------|------------------|--------------|-----------|---------------|----------|------------|-----------|
|         | P.Propio<br>kN    | S.Impuesta<br>kN | C.viva<br>kN | Pi<br>kN  | Piacum.<br>kN | Derivas  | Vy<br>kN   | $\theta$  |
| 15      | 2250.99974        | 1170.63          | 702.378      | 4299.6022 | 4299.60224    | 0.012502 | 3294.929   | 0.016314  |
| 14      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 9680.75176    | 0.012505 | 7203.0192  | 0.0168065 |
| 13      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 15061.90128   | 0.012464 | 10742.583  | 0.0174755 |
| 12      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 20443.0508    | 0.012357 | 13923.0452 | 0.0181436 |
| 11      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 25824.20032   | 0.012163 | 16754.3444 | 0.0187474 |
| 10      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 31205.34984   | 0.011864 | 19247.0124 | 0.0192352 |
| 9       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 36586.49936   | 0.011437 | 21412.2701 | 0.0195421 |
| 8       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 41967.64888   | 0.010867 | 23262.153  | 0.0196053 |
| 7       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 47348.7984    | 0.010148 | 24809.6795 | 0.0193673 |
| 6       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 52729.94792   | 0.009278 | 26069.0791 | 0.0187666 |
| 5       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 58111.09744   | 0.008249 | 27056.1261 | 0.0177172 |
| 4       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 63492.24696   | 0.007051 | 27788.643  | 0.0161103 |
| 3       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 68873.39648   | 0.005657 | 28287.3402 | 0.0137735 |
| 2       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 74254.546     | 0.004069 | 28577.4024 | 0.0105728 |
| 1       | 4414.0943         | 1170.63          | 702.378      | 6462.6968 | 80717.2428    | 0.0022   | 28718.812  | 0.0061833 |

**Tabla 118.***Verificación de los efectos P-Δ dirección X, estructura DES.*

| Niveles | Sismo dirección X |                  |              |           |               |          |            |            |
|---------|-------------------|------------------|--------------|-----------|---------------|----------|------------|------------|
|         | P.Propio<br>kN    | S.Impuesta<br>kN | C.viva<br>kN | Pi<br>kN  | Piacum.<br>kN | Derivas  | Vx<br>kN   | θ          |
| 15      | 2250.99974        | 1170.63          | 702.378      | 4299.6022 | 4299.60224    | 0.014736 | 2869.8182  | 0.02207768 |
| 14      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 9680.75176    | 0.014731 | 6245.6226  | 0.02283314 |
| 13      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 15061.90128   | 0.014675 | 9276.0249  | 0.02382846 |
| 12      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 20443.0508    | 0.014542 | 11972.9524 | 0.02482954 |
| 11      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 25824.20032   | 0.01431  | 14348.8638 | 0.02575426 |
| 10      | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 31205.34984   | 0.013958 | 16416.8221 | 0.02653158 |
| 9       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 36586.49936   | 0.01345  | 18190.5868 | 0.02705182 |
| 8       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 41967.64888   | 0.012765 | 19684.7305 | 0.02721485 |
| 7       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 47348.7984    | 0.011905 | 20914.7927 | 0.02695162 |
| 6       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 52729.94792   | 0.010855 | 21897.4885 | 0.02613923 |
| 5       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 58111.09744   | 0.009603 | 22651.003  | 0.02463647 |
| 4       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 63492.24696   | 0.008151 | 23195.4331 | 0.02231152 |
| 3       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 68873.39648   | 0.006467 | 23553.5039 | 0.01891032 |
| 2       | 3332.54702        | 1170.63          | 702.378      | 5381.1495 | 74254.546     | 0.004564 | 23751.8812 | 0.01426825 |
| 1       | 4414.0943         | 1170.63          | 702.378      | 6462.6968 | 80717.2428    | 0.002339 | 23840.8743 | 0.00791907 |

Tabla 119.

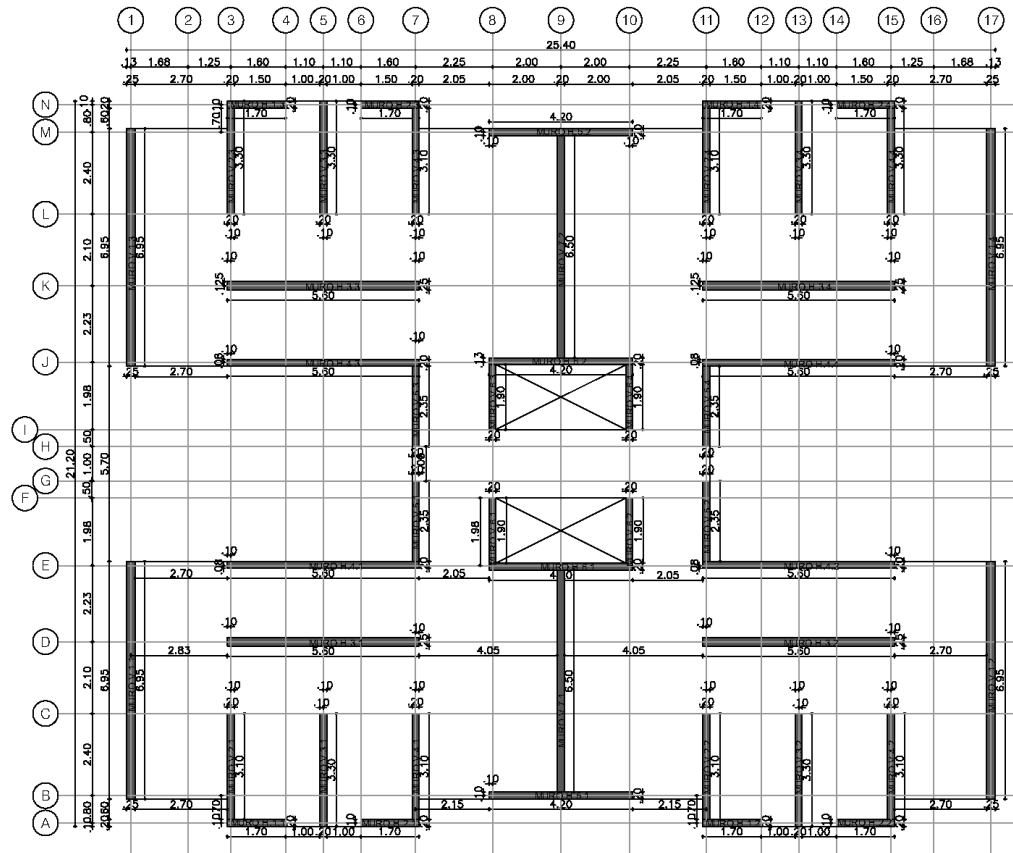
Verificación de los efectos  $P-\Delta$  dirección Y, estructura DES

| Sismo dirección Y |                |         |              |          |               |         |           |           |
|-------------------|----------------|---------|--------------|----------|---------------|---------|-----------|-----------|
| Nivele            | S.Impuest      |         |              |          |               |         |           |           |
| s                 | P.Propio<br>kN | a<br>kN | C.viva<br>kN | Pi<br>kN | Piacum.<br>kN | Derivas | Vy<br>kN  | $\theta$  |
|                   | 2250.9997      |         | 702.37       | 4299.602 |               | 0.01293 |           | 0.0173433 |
| 15                | 4              | 1170.63 | 8            | 2        | 4299.60224    | 4       | 3206.4792 | 4         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 |               | 0.01293 |           | 0.0178811 |
| 14                | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 9680.75176    | 7       | 7004.0224 | 4         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 15061.9012    | 0.01289 | 10437.988 | 0.0186102 |
| 13                | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 8             | 7       | 3         | 3         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 |               | 0.01279 | 13518.260 | 0.0193432 |
| 12                | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 20443.0508    | 1       | 3         | 5         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 25824.2003    |         | 16255.243 | 0.0200172 |
| 11                | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 2             | 0.0126  | 5         | 3         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 31205.3498    | 0.01230 | 18659.943 | 0.0205778 |
| 10                | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 4             | 5       | 2         | 7         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 36586.4993    | 0.01187 | 20744.060 | 0.0209511 |
| 9                 | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 6             | 9       | 8         | 1         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 41967.6488    | 0.01130 | 22520.118 | 0.0210731 |
| 8                 | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 8             | 8       | 5         | 7         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 |               |         | 24001.626 | 0.0208912 |
| 7                 | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 47348.7984    | 0.01059 | 7         | 4         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 52729.9479    | 0.00970 | 25203.310 | 0.0203109 |
| 6                 | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 2             | 8       | 7         | 2         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 58111.0974    | 0.00865 | 26141.438 | 0.0192351 |
| 5                 | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 4             | 3       | 8         | 8         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 63492.2469    | 0.00742 | 26834.319 | 0.0175681 |
| 4                 | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 6             | 5       | 2         | 7         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 | 68873.3964    | 0.00595 | 27303.123 | 0.0150268 |
| 3                 | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 8             | 7       | 5         | 1         |
|                   | 3332.5470      |         | 702.37       | 5381.149 |               |         | 27573.431 | 0.0114451 |
| 2                 | 2              | 1170.63 | 8            | 5        | 74254.546     | 0.00425 | 9         | 4         |

|   |           |         |        |          |            |         |           |           |
|---|-----------|---------|--------|----------|------------|---------|-----------|-----------|
|   |           |         | 702.37 | 6462.696 |            | 0.00224 | 27703.262 | 0.0065323 |
| 1 | 4414.0943 | 1170.63 | 8      | 8        | 80717.2428 | 2       | 1         | 7         |

---

## Apéndice J. Planos estructurales edificación DMO



**PLANTA LOCALIZACIÓN DE MUROS  
ESTRUCTURALES**  
ESCALA 1:100

### DOCUMENTOS DE REFERENCIA

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2006 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 /  
LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 820 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2525 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0845 DEL 06 DE JUNIO DE 2017.

### PARAMETROS SÍSMICOS

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO).  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
- COBERTURA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $i=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

### ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES DE CONCRETO

- CONCRETO:  
 $f_c = 17 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \text{ VFC}$ ; 24870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
E-200000 MPa (30,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA,  $F_y = 420 \text{ MPa}$ ,  
NORMAS NTC - 5806.

### ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma_s$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300 m/s

### CARGAS

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 KN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/m<sup>2</sup> (1.80 KN/m<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U.H      |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**PLANTA LOCALIZACION MUROS  
ESTRUCTURALES**

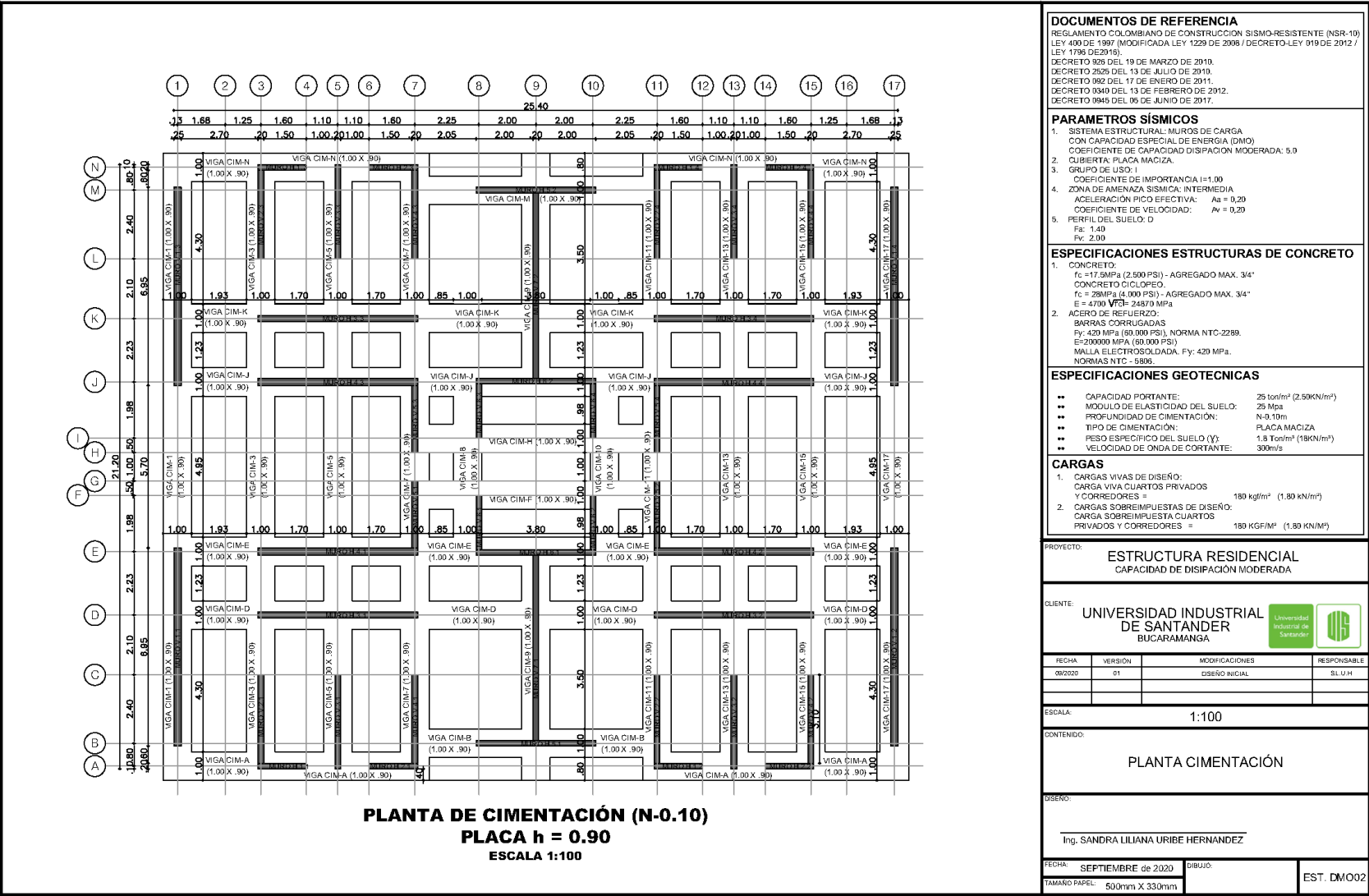
DISEÑO:

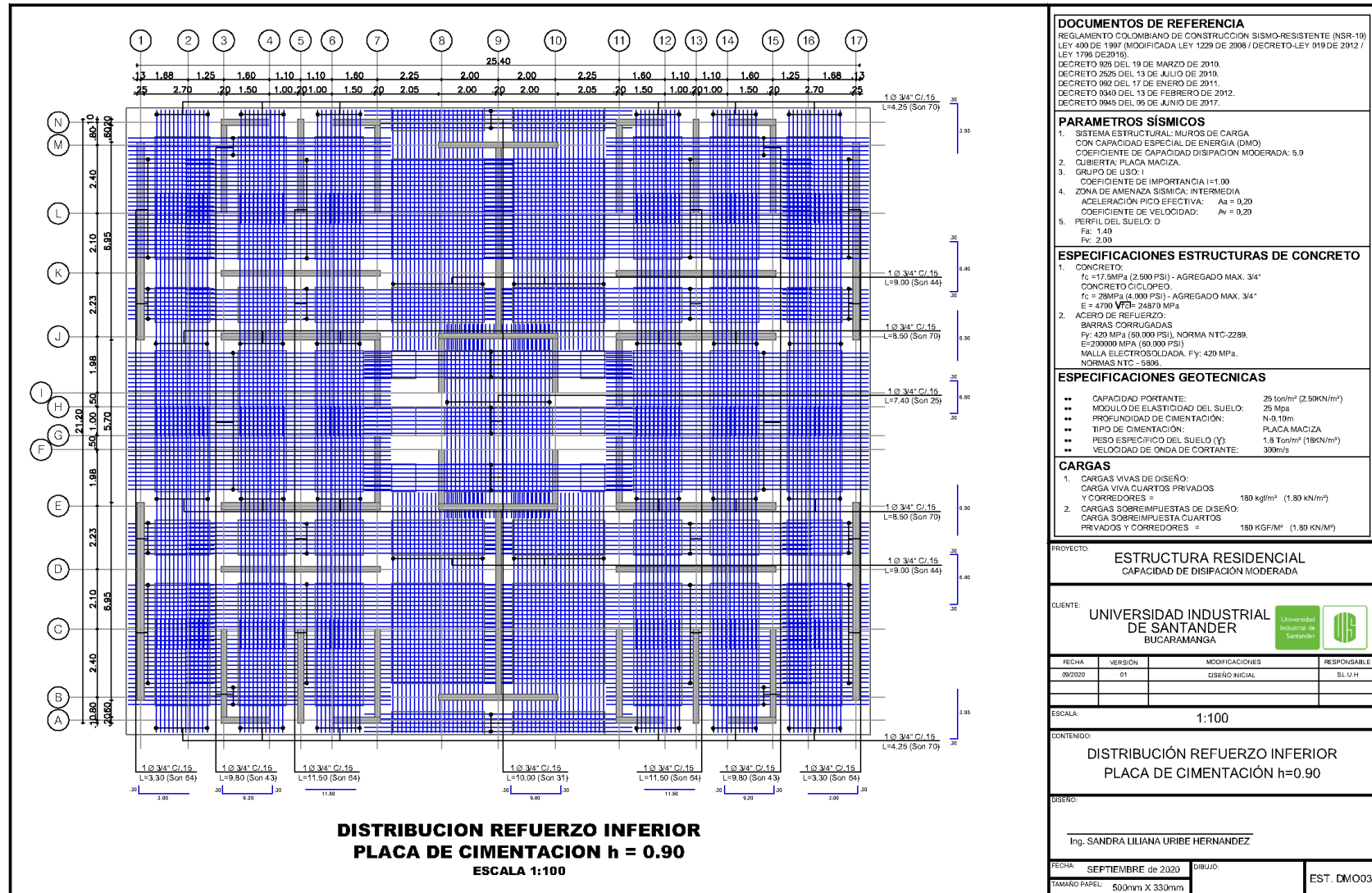
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

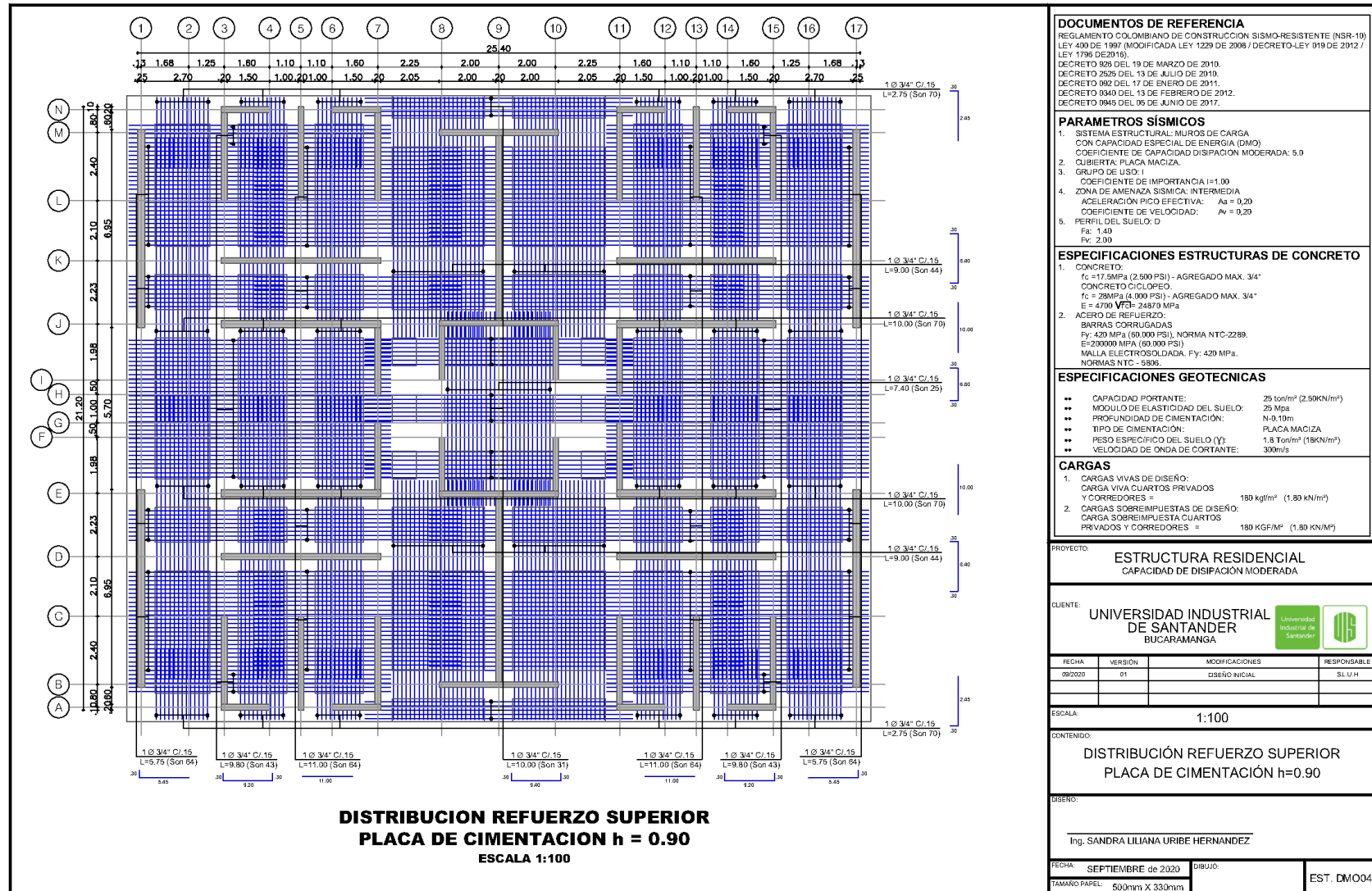
FECHA: SEPTIEMBRE de 2020  
TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm

DIBUJO:

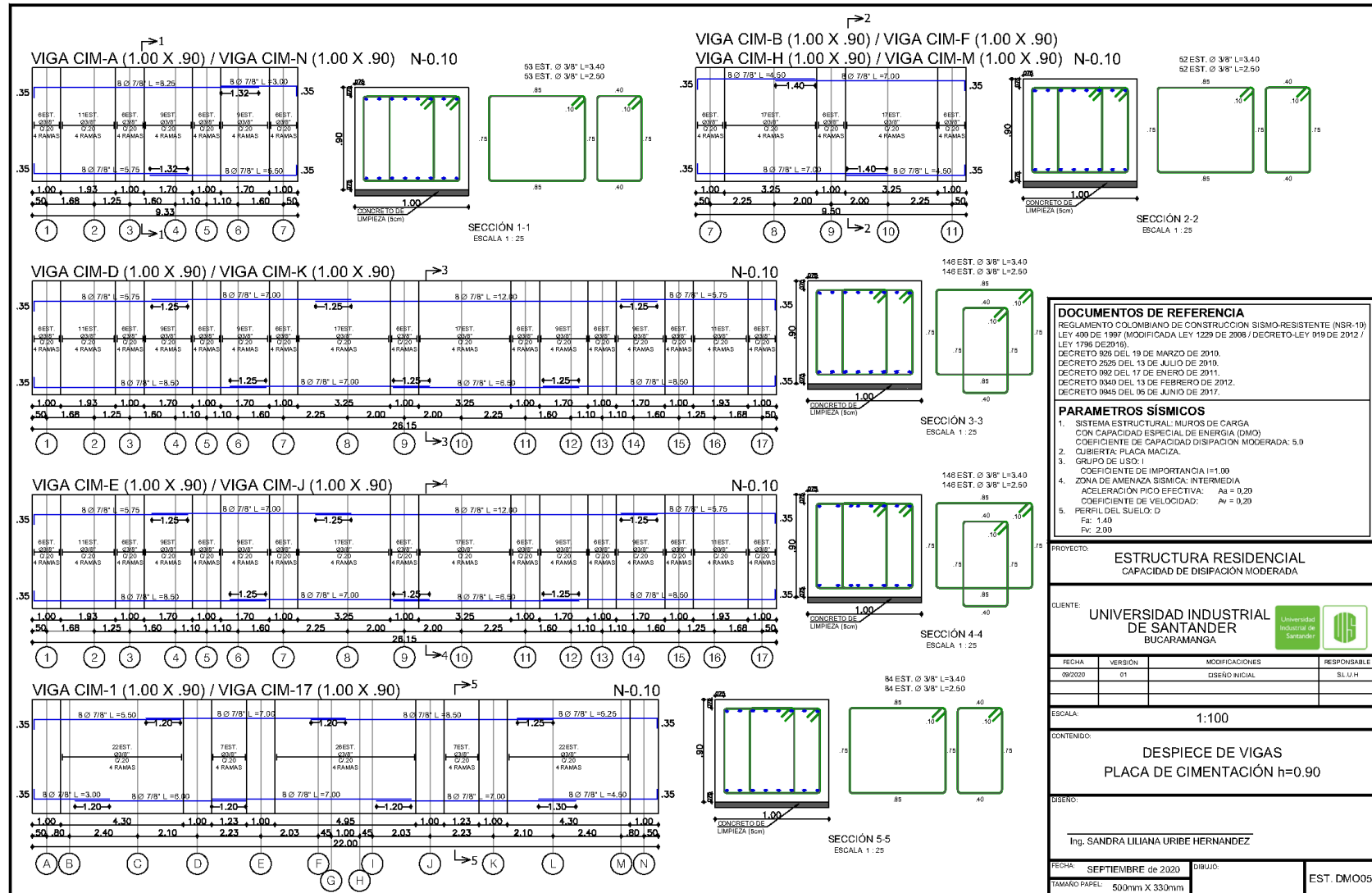
EST. DMO01

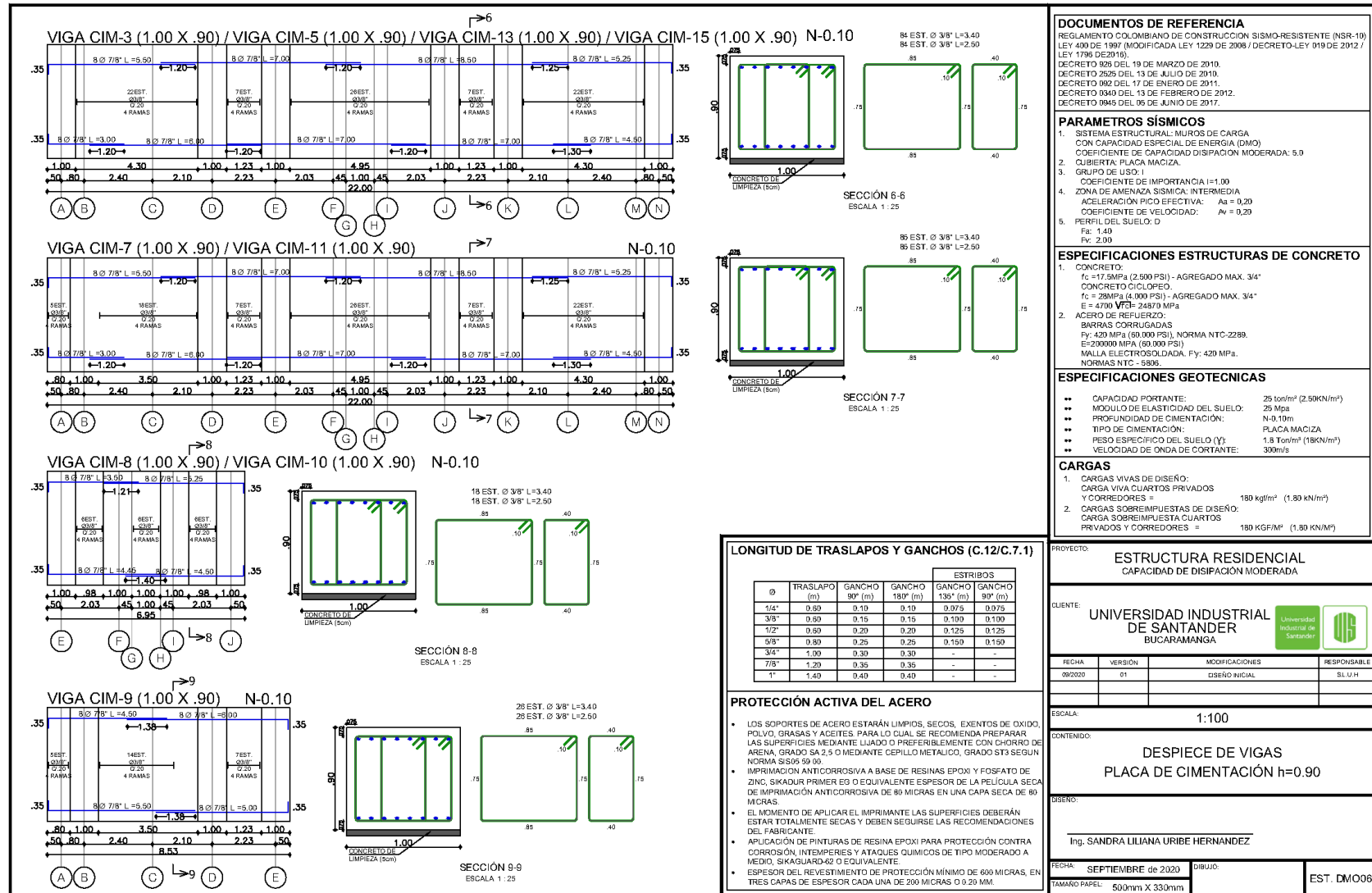






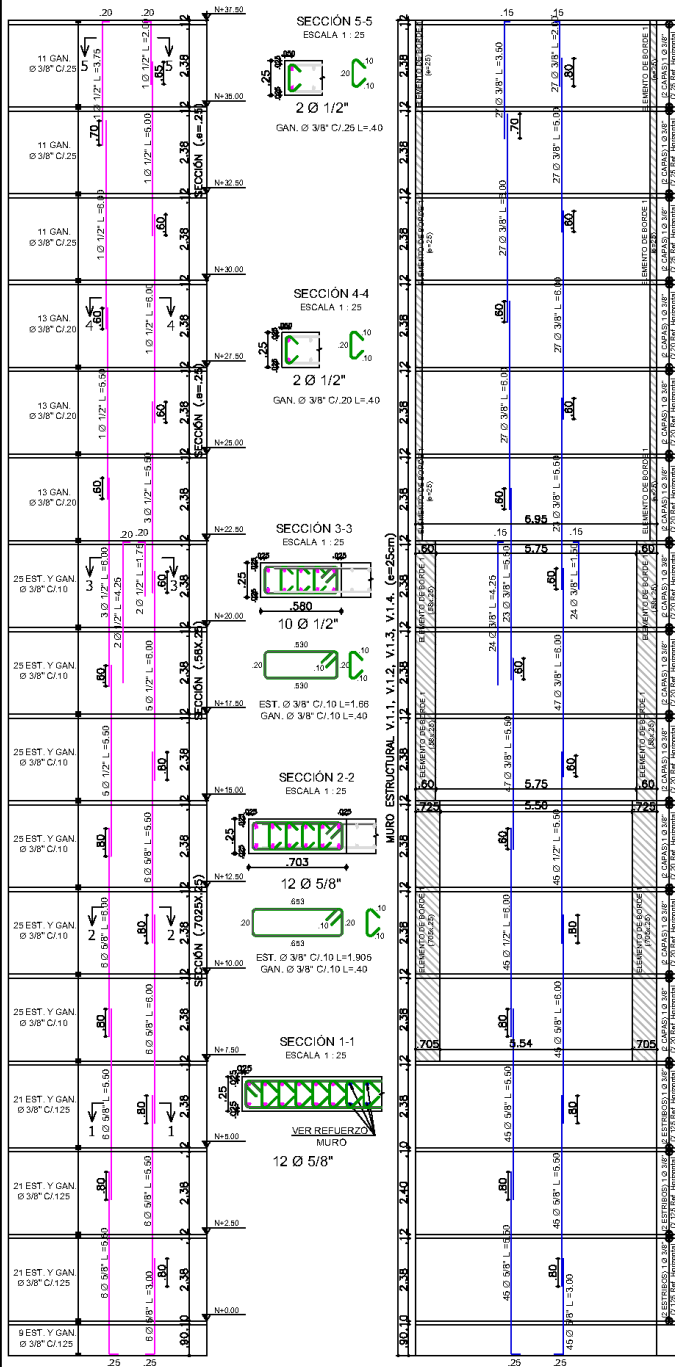






**ELEMENTO DE BORDE 1**  
(.705x.25) / (.58x.25)  
(e=25cm)  
ESCALA 1: 100

**MURO ESTRUCTURAL**  
V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4  
(e=25cm)  
ESCALA 1: 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**  
 REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1228 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012/ LEY 1796 DE 2016)  
 DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**  
 1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
 CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)  
 COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0  
 2. CUBIERTA: PLACA MACIZA  
 3. GRUPO DE USO: I  
 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: I=1.00  
 4. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
 ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
 COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$   
 5. PERFIL DEL SUELO: D  
 $A_s = 1.40$   
 $A_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**  
 1. CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa  
 2. ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
 MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
 NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**  
 • CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)  
 • MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa  
 • PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m  
 • TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA  
 • PESO ESPECÍFICO DEL SUELO (γ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)  
 • VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300 m/s

**CARGAS**  
 1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
 CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
 Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)  
 2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
 CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
 PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**  
 • LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGÚN NORMA SIS05 59.00.  
 • IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER E O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.  
 • EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.  
 • APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-42 O EQUIVALENTE.  
 • ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**  
 LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**  
 LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO: **ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE: **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA

FECHA: 09/2020  
 VERSIÓN: 01  
 MODIFICACIONES:  
 DISEÑO INICIAL  
 RESPONSABLE: S.L.U.H.

ESCALA: 1:100

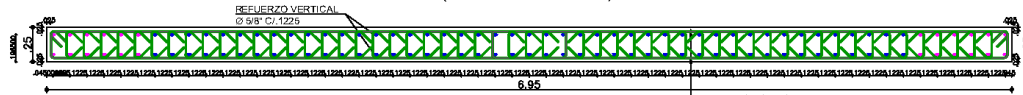
CONTENIDO: **DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-1,**  
**DESPIECE MURO VERTICAL**  
**V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4**

DISEÑO: **Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ**

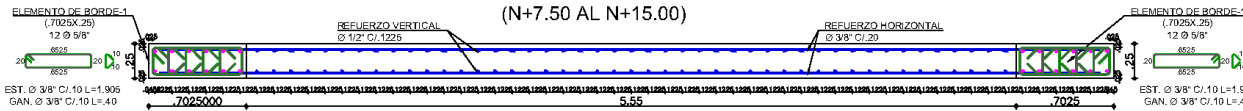
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020  
 TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm  
 DIBUJO:  
 EST. DM007

**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4**  
**e=(25cm)**  
**ESCALA 1:25**

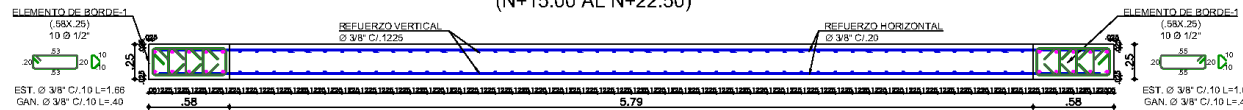
PISO 1 AL PISO 3  
(N+2.50 AL N+7.50)



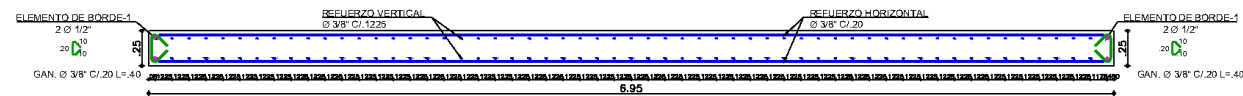
PISO 3 AL PISO 6  
(N+7.50 AL N+15.00)



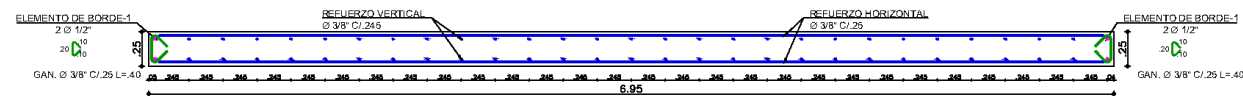
PISO 6 AL PISO 9  
(N+15.00 AL N+22.50)



PISO 9 AL PISO 12  
(N+22.50 AL N+30.00)



PISO 12 AL PISO 15  
(N+30.00 AL N+37.50)



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1790 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SISMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION MODERADA: 5.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA I=1.00
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24573 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
 $E = 210000 \text{ MPa}$  (30,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA,  $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 kN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA
- PESEO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma_t$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGF/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACION MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:25

CONTENIDO:

**SECCION MURO VERTICAL**  
**V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

FECHA:

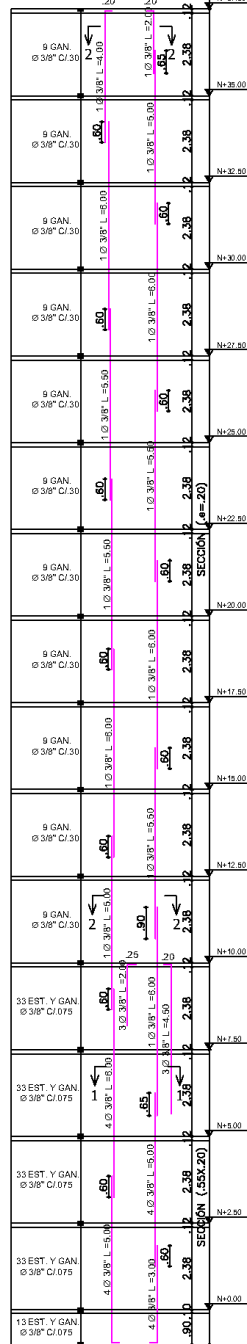
SEPTIEMBRE de 2020

DIBUJO:

TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

EST. DMO08

**ELEMENTO DE BORDE 2**  
(.55x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100

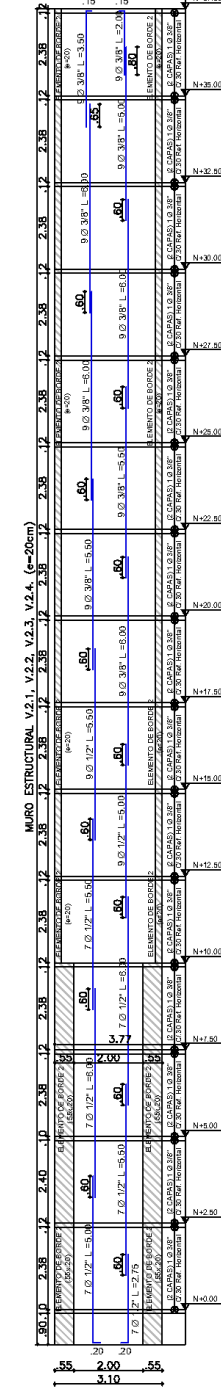


SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 3/8"  
GAN. Ø 3/8" C/.30 L=.35

SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 3/8"  
GAN. Ø 3/8" C/.30 L=.35

SECCIÓN 1-1  
ESCALA 1 : 25  
8 Ø 3/8"  
EST. Ø 3/8" C/.075 L=1.50  
GAN. Ø 3/8" C/.075 L=.35

**MURO ESTRUCTURAL**  
V.2.1, V.2.2, V.2.3 Y V.2.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**  
REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1228 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**  
1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0  
2. CUBIERTA: PLACA MACIZA.  
3. GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: I=1.00  
4. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$   
5. PERFIL DEL SUELO: D  
 $A_s = 1.40$   
 $A_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**  
1. CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa  
2. ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $f_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $f_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5505.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**  
• CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)  
• MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa  
• PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m  
• TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA.  
• PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18kN/m<sup>3</sup>)  
• VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**  
1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)  
2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**  
• LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.  
• IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EG O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.  
• EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.  
• APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE  
• ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**  
LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**  
LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO: **ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE: **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCA RAMANGA

| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |

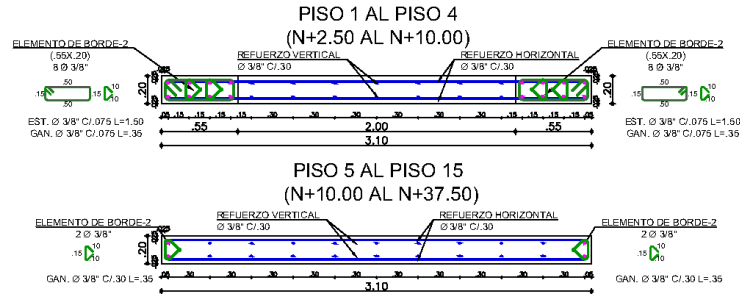
ESCALA: **1:100**

CONTENIDO: **DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-2, DESPIECE MURO VERTICAL V.2.1, V.2.2, V.2.3 Y V.2.4**

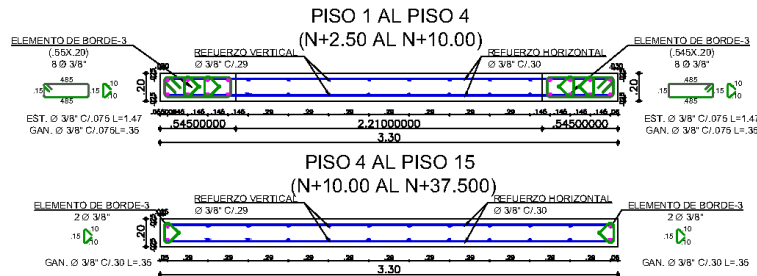
DISEÑO: **Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2020** DIBUJO: **EST. DM009**

**V.2.1, V.2.2, V.2.3 Y V.2.4**  
(e=20cm)  
ESCALA 1:25



**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.3.1, V.3.2, V.3.3 Y V.3.4**  
(e=20cm)  
ESCALA 1:25



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SISMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION MODERADA: 5.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_E=0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_V=0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a=1.40$
- $F_v=2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c=17.5\text{MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c=28\text{MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E=4700\sqrt{f_c}=24570\text{MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y=420\text{MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E=200000\text{MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y=420\text{MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50KN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/m<sup>2</sup> (1.80 KN/m<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACION MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

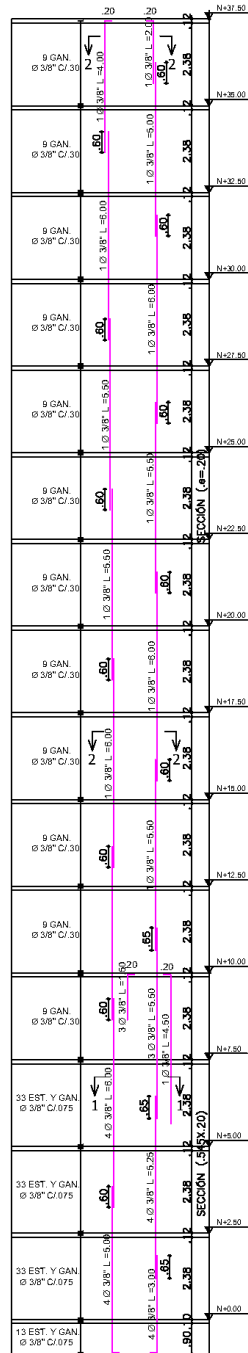
ESCALA: 1:25

CONTENIDO:  
**SECCION MUROS VERTICALES**  
V.2.1, V.2.2, V.2.3 Y V.2.4  
V.3.1, V.3.2, V.3.3 Y V.3.4

DISEÑO:  
  
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DMO10 |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

**ELEMENTO DE BORDE 3**  
(.545x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100

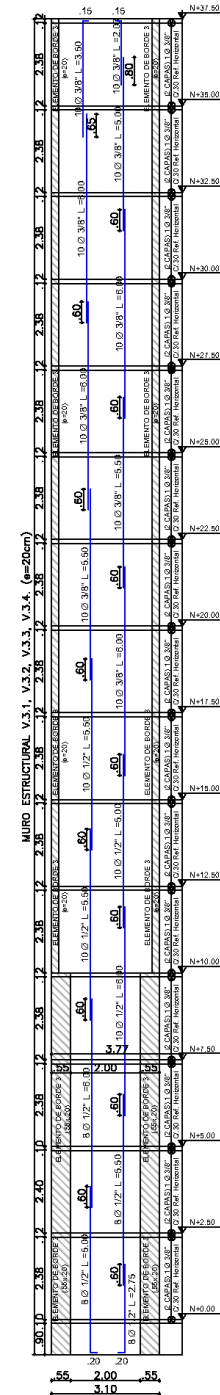


SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 3/8"  
GAN. Ø 3/8" C/30 L=35

SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 3/8"  
GAN. Ø 3/8" C/30 L=35

SECCIÓN 1-1  
ESCALA 1 : 25  
8 Ø 3/8"  
EST. Ø 3/8" C/075 L=1.47  
GAN. Ø 3/8" C/075 L=35

**MURO ESTRUCTURAL**  
V.3.1, V.3.2, V.3.3 Y V.3.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 3/8"  
GAN. Ø 3/8" C/30 L=35

SECCIÓN 1-1  
ESCALA 1 : 25  
8 Ø 3/8"  
EST. Ø 3/8" C/075 L=1.47  
GAN. Ø 3/8" C/075 L=35

**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
- CLUBIERTA: PLACA MACIZA
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA I=1.00
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- RESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma_s$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (180 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EG O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-3,**  
**DESPIECE MURO VERTICAL**  
**V.3.1, V.3.2, V.3.3 Y V.3.4**

DISEÑO:

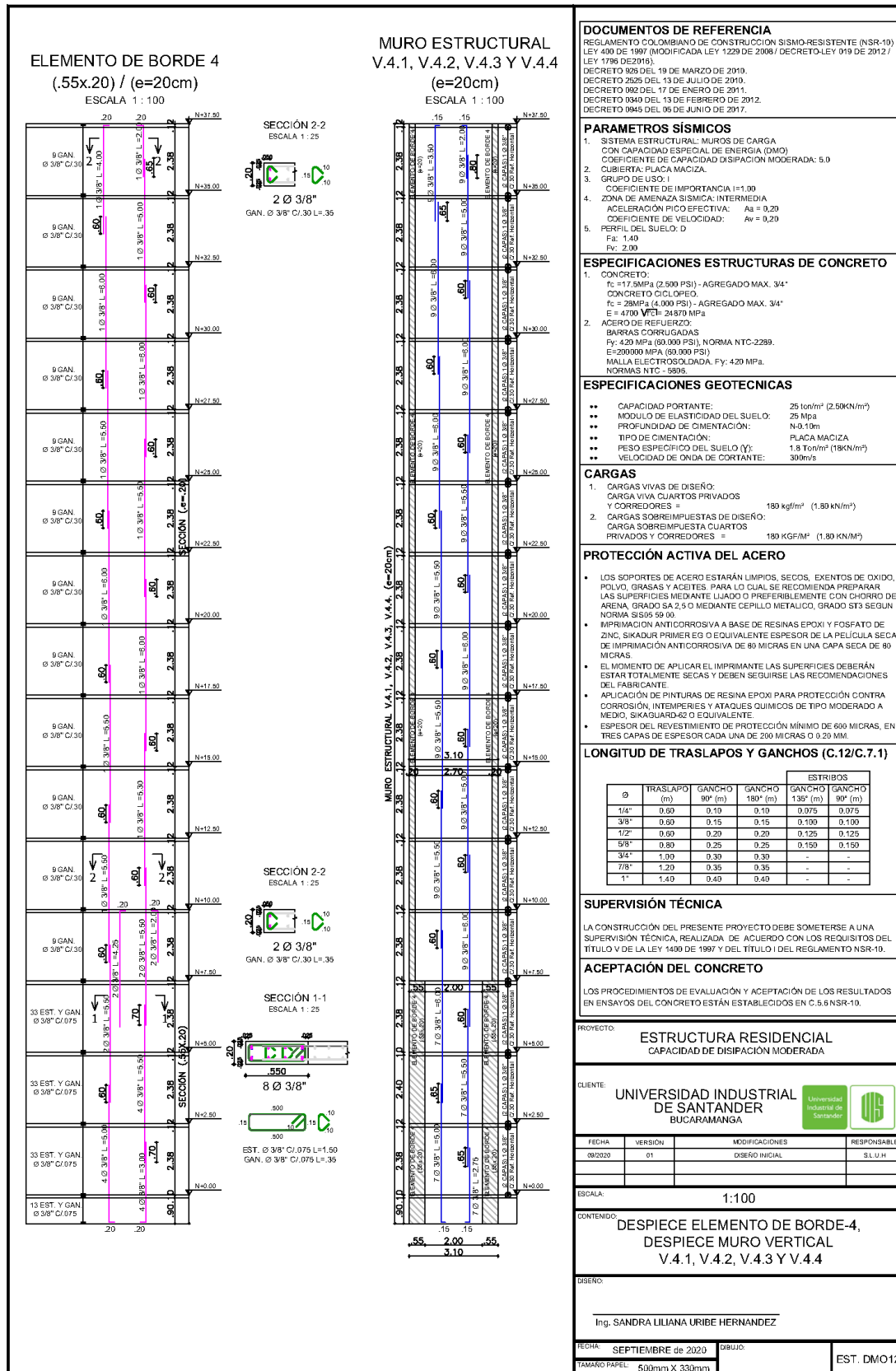
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020  
TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

DIBUJO:

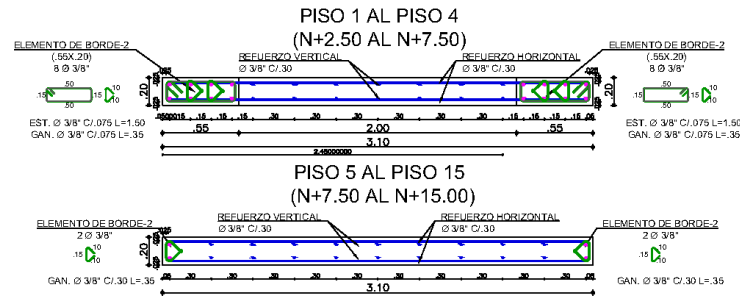
EST. DMO11



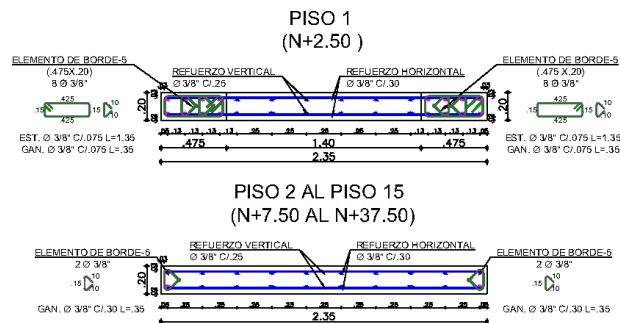




**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.4.1, V.4.2, V.4.3 Y V.4.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**



**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.5.1, V.5.2, V.5.3 Y V.5.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016).  
 DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA
- ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_h = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24570 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 20000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
 MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
 CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 KN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
 CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KG/FM<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
 CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL**  
**DE SANTANDER**  
 BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U.H      |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCIÓN MUROS VERTICALES**  
**V.4.1, V.4.2, V.4.3 Y V.4.4**  
**V.5.1, V.5.2, V.5.3 Y V.5.4**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DMO13 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

ESCALA 1 : 100

SECCIÓN 2-2



2 Ø 3/8"

ESCALA 1:100

ESCALA 1:100



EST. Ø 3/8" C/.075 L=1  
GAN. Ø 3/8" C/.075 L=

LEYAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 /  
LEY 1798 DE 2015).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2525 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 982 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

|    |                                                                                                                          |  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1. | SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA<br>CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)                                           |  |
| 2. | COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0                                                                     |  |
| 3. | CUBIERTA: PLACA MACIZA.                                                                                                  |  |
| 4. | GRUPO DE USO: I<br>COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: $I = 1.00$                                                                |  |
| 5. | ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA<br>ACELERACIÓN PÍCO EFECTIVA: $A_s = 0.20$<br>COEFICIENTE DE VELOCIDAD: $A_v = 0.20$ |  |
| 6. | PERFIL DEL SUELO: D<br>Fa: 1.40<br>Fv: 2.00                                                                              |  |

1. CONCRETO:  
f'c = 17.5 MPa (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOFONO  
f'c = 28MPa (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
E = 4700 MPa (245700 PSI)  
2. ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
Fy: 420 MPa (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
E=200000 MPa (30,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA. Fy: 420 MPa,  
NORMAS NTC - 5805.

|    |                                  |                                                |
|----|----------------------------------|------------------------------------------------|
| •• | CAPACIDAD PORTANTE:              | 25 ton/m <sup>2</sup> (2.50KN/m <sup>2</sup> ) |
| •• | MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: | 25 Mpa                                         |
| •• | PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN:      | N-0.10m                                        |
| •• | TIPO DE CIMENTACIÓN:             | PLACA MACIZA                                   |
| •• | PESO ESPECIFICO DEL SUELO (γ):   | 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18KN/m <sup>3</sup> )  |
| •• | VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE:   | 300m/s                                         |

|    |                                                                                        |                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. | CARGAS VIVAS DE DISEÑO:<br>CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS<br>Y CORREDORES =               | 180 kgf/m <sup>2</sup> (1.80 kN/m <sup>2</sup> ) |
| 2. | CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:<br>CARGA SOBREPUESTA CUARTOS<br>PRIVADOS Y CORREDORES = | 180 KGf/M <sup>2</sup> (1.80 KN/M <sup>2</sup> ) |

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASA Y ACEITES PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES METÁLICAS LIMO O PREFERENTEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CIPOL MATAUJO, GRADO 33 SEGÚN NORMA SISOSS 90
- LA IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SUCALO PRIMERO O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE, LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIR LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTERFERENCIAS Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A SEVERO, SUCALANDO EN UNA CAPA SECA DE 60 MICRAS
- EL ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

| Ø    | TRASLAPO<br>(m) | GANCHO<br>90° (m) | GANCHO<br>180° (m) | ESTRIBOS           |                   |
|------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|      |                 |                   |                    | GANCHO<br>135° (m) | GANCHO<br>90° (m) |
| 12"  | 0.80            | 0.10              | 0.10               | 0.075              | 0.075             |
| 14"  | 0.80            | 0.15              | 0.15               | 0.100              | 0.100             |
| 18"  | 0.80            | 0.20              | 0.20               | 0.125              | 0.125             |
| 5/8" | 0.80            | 0.25              | 0.25               | 0.150              | 0.150             |
| 3/4" | 1.00            | 0.30              | 0.30               | -                  | -                 |
| 7/8" | 1.20            | 0.35              | 0.35               | -                  | -                 |
| 1"   | 1.40            | 0.40              | 0.40               | -                  | -                 |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1400 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C 5.6 NSR-10.

PROYECTO: **ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE: **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA

| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:100

1:100

CONTENIDO:

DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-5,  
DESPIECE MURO VERTICAL  
V.5.1, V.5.2, V.5.3 Y V.5.4

DISCERN

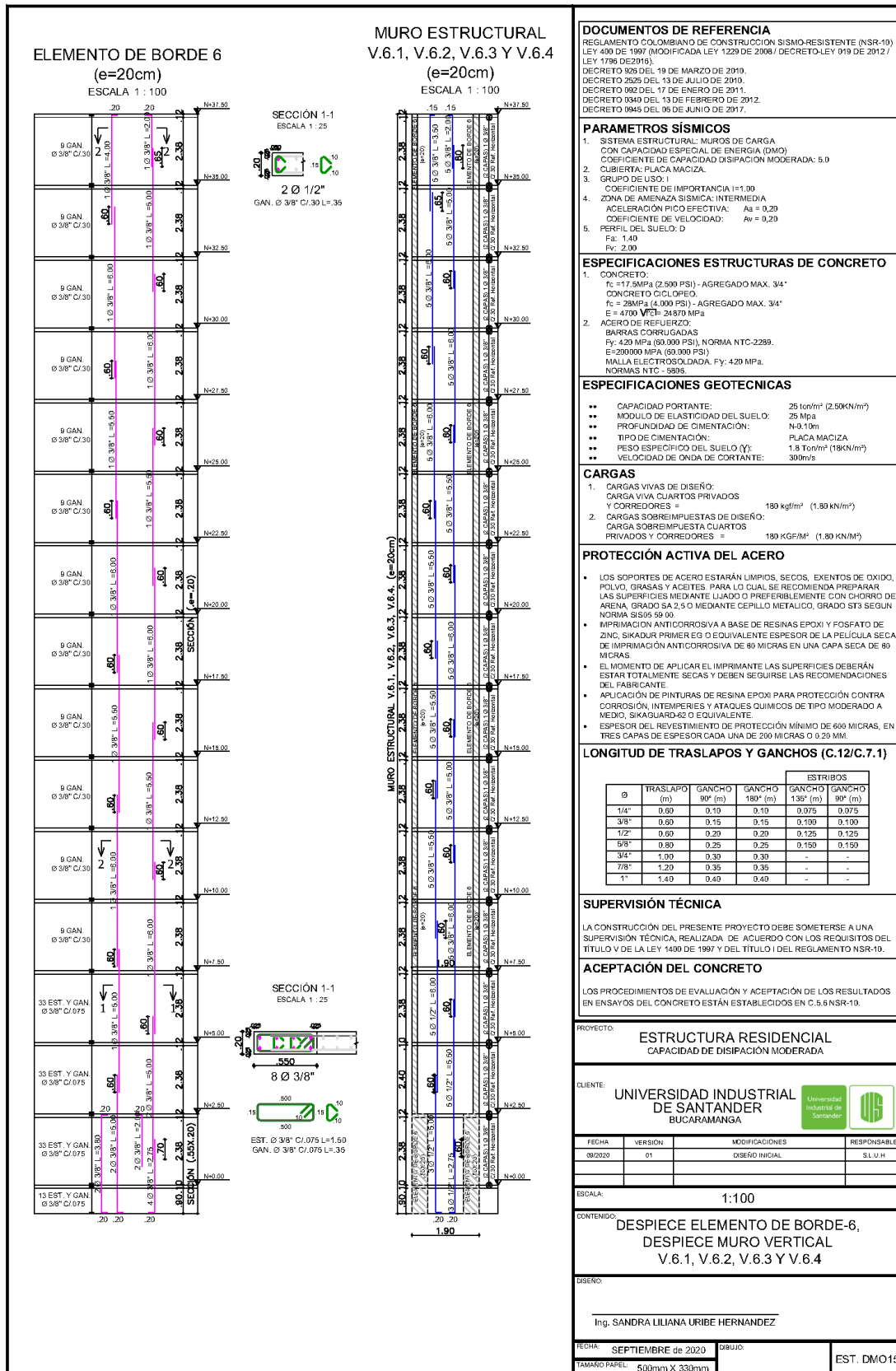
© 2014 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 275: 105–114

---

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|        |                    |         |  |
|--------|--------------------|---------|--|
| FECHA: | SEPTIEMBRE de 2020 | DIBUJO: |  |
|--------|--------------------|---------|--|

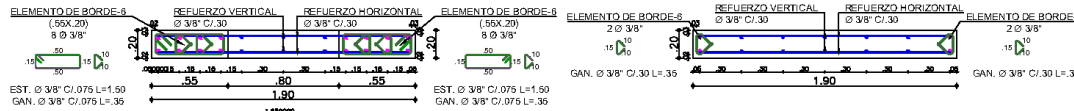
|               |               |            |
|---------------|---------------|------------|
| TAMANO PAPEL: | 500mm X 330mm | EST. DMO14 |
|---------------|---------------|------------|



**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.6.1, V.6.2, V.6.3 Y V.6.4 (e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**

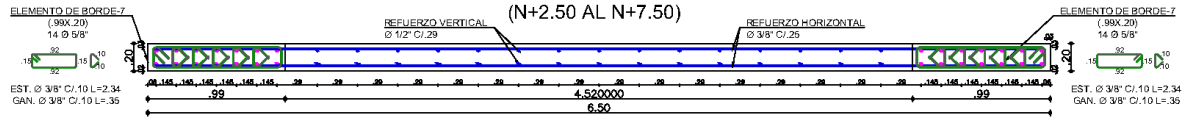
PISO 1 (N+2.50)

PISO 2 AL PISO 15  
(N+2.50 AL N+37.50)

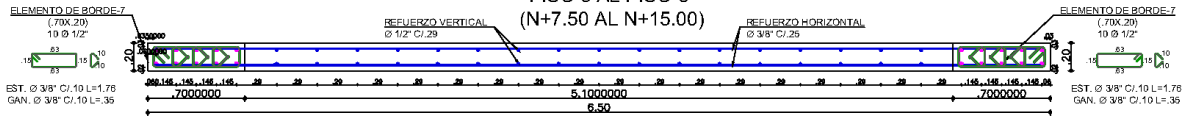


**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.7.1, V.7.2, V.7.3 Y V.7.4 (e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**

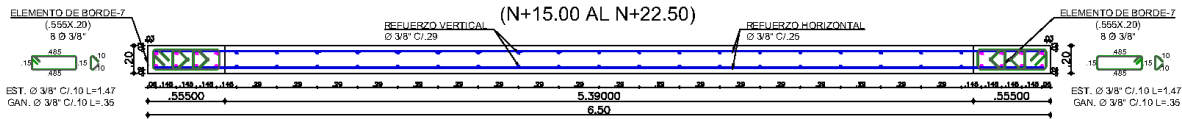
PISO 1 AL PISO 3  
(N+2.50 AL N+7.50)



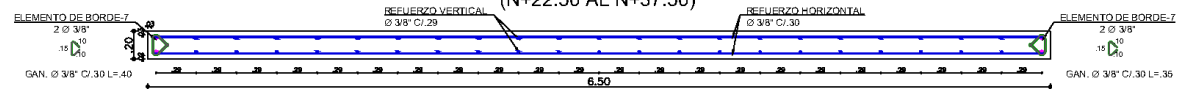
PISO 3 AL PISO 6  
(N+7.50 AL N+15.00)



PISO 6 AL PISO 9  
(N+15.00 AL N+22.50)



PISO 9 AL PISO 15  
(N+22.50 AL N+37.50)



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1700 DE 2016).  
 DECRETO 925 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SISMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION MODERADA: 5.0
- GRUPO DE USO: 1
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: 1.00
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_E = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_V = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX.  $3/4"$   
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX.  $3/4"$   
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24,573 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (30,000 PSI)  
 MALLA ELECTROSOLDADA,  $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE:  $25 \text{ ton/m}^2$  (2,500  $\text{KN/m}^2$ )
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO:  $25 \text{ MPa}$
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION:  $N-0.10 \text{ m}$
- TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ):  $1.8 \text{ Ton/m}^3$  (18  $\text{KN/m}^3$ )
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE:  $300 \text{ m/s}$

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
 CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES =  $180 \text{ kgf/m}^2$  (1.80  $\text{KN/m}^2$ )
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
 CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES =  $180 \text{ KGf/m}^2$  (1.80  $\text{KN/m}^2$ )

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
 CAPACIDAD DE DISIPACION MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**  
 BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCION MUROS VERTICALES**  
**V.6.1, V.6.2, V.6.3 Y V.6.4**  
**V.7.1, V.7.2, V.7.3 Y V.7.4**

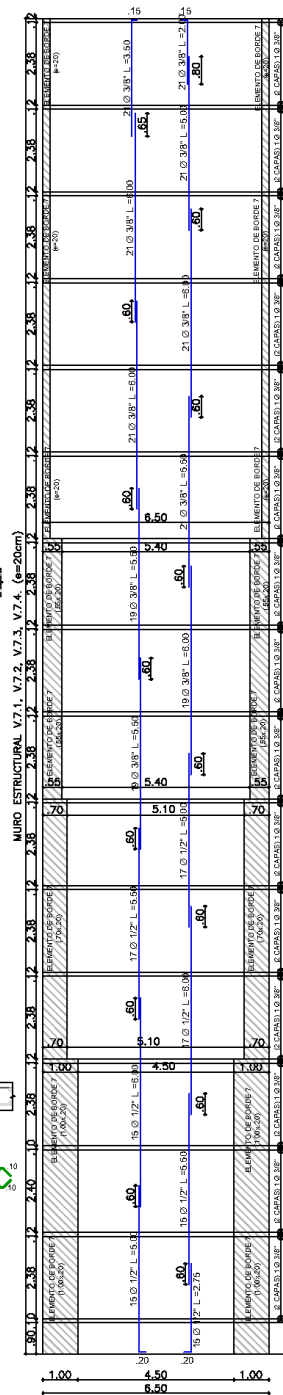
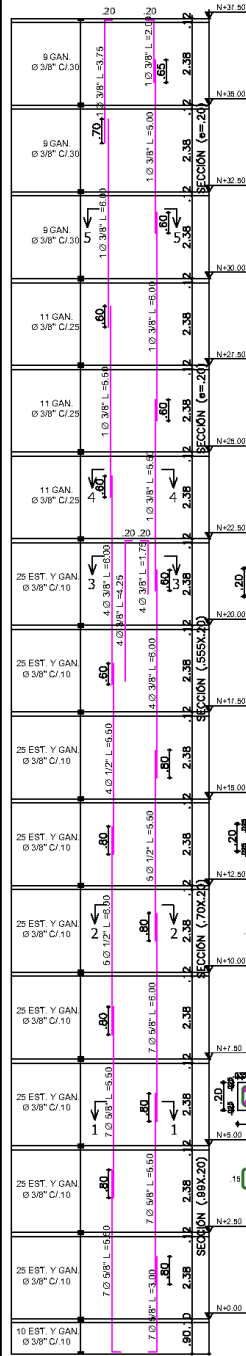
DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DMO16 |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

ELEMENTO DE BORDE 7  
(.99x.20) / (.70x.20)  
/ (.555x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100

MURO ESTRUCTURAL  
V.7.1, V.7.2, V.7.3 Y V.7.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



## DOCUMENTOS DE REFERENCIA

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1228 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016)  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

## PARAMETROS SÍSMICOS

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
- CLUBIERTA: PLACA MACIZA
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA:  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_v = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

## ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (29,000,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

## ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300 m/s

## CARGAS

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

## PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER E O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperIES Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

## LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)

| Ø    | TRASLAPO (m) | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | ESTRIBOS        |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              |                |                 | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

## SUPERVISIÓN TÉCNICA

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

## ACEPTACIÓN DEL CONCRETO

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

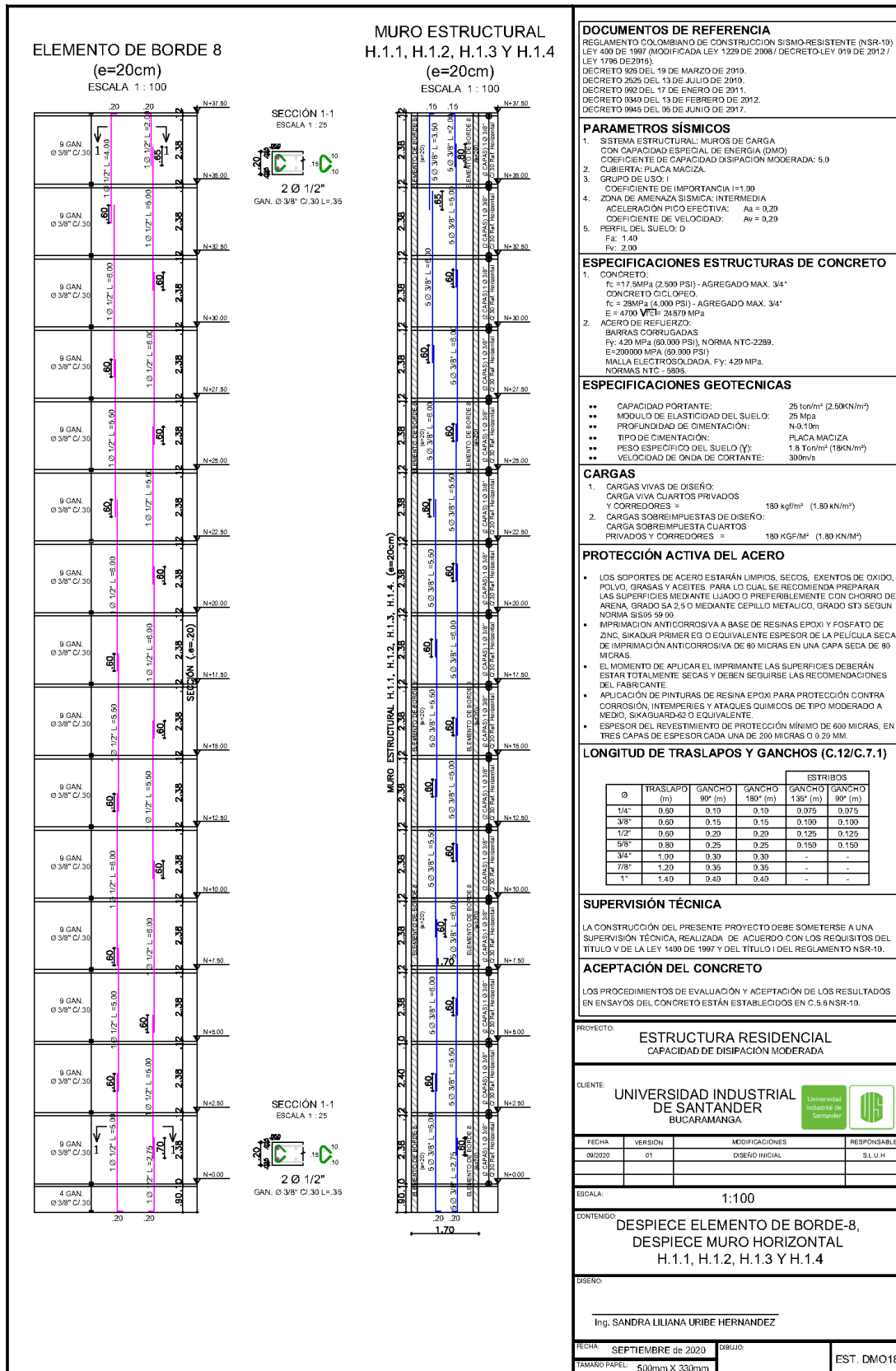
CONTENIDO:

DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-7,  
DESPIECE MURO VERTICAL  
V.7.1, V.7.2, V.7.3 Y V.7.4

DISEÑO:

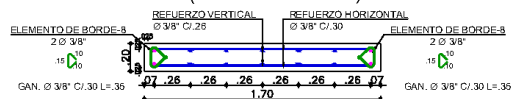
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020   | DIBUJO: | EST. DMO17 |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |



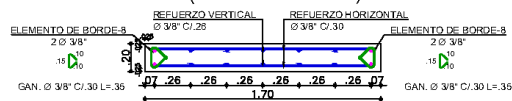
**MURO ESTRUCTURAL**  
**H.1.1, H.1.2, H.1.3 Y H.1.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**

PISO 1 AL PISO 15  
(N+2.50 AL N+37.5)



**MURO ESTRUCTURAL**  
**H.2.1, H.2.2, H.2.3 Y H.2.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**

PISO 1 AL PISO 15  
(N+2.50 AL N+37.5)



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA
- ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24570 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGF/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL**  
**DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SI U/H      |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

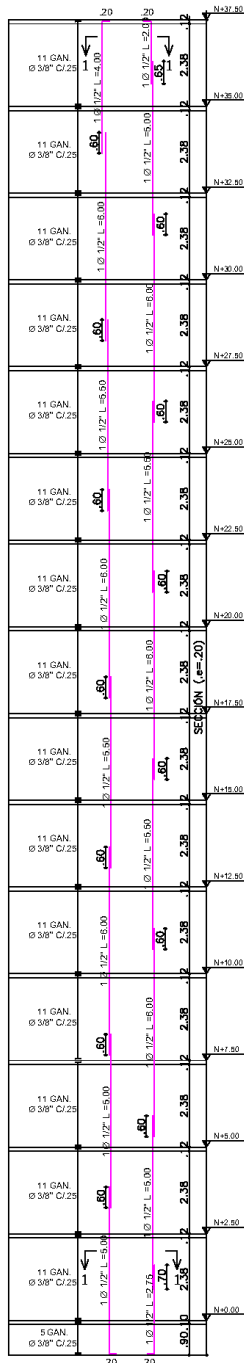
CONTENIDO:  
**SECCIÓN MUROS HORIZONTALES**  
H.1.1, H.1.2, H.1.3 Y H.1.4  
H.2.1, H.2.2, H.2.3 Y H.2.4

DISEÑO:  
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

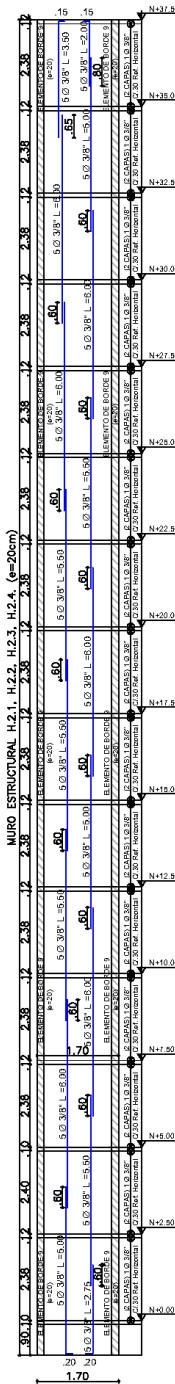
|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DMO19 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |



ESCALA 1 : 100



ESCALA 1 : 100



REGlamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2010).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 06 DE JUNIO DE 2017.

1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
2. CUBIERTA: PLACA MACIZA.
3. GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
4. ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
5. PERFIL DEL SUELO: D  
Fa: 1.40  
Fv: 2.00

1. CONCRETO:  
fc = 17,5MPa (2.500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
fc = 28MPa (4.000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
E = 4700 ~~MPa~~ <sup>WT</sup> = 24570 MPa
2. ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
Fy: 420 MPa (60.000 PSI), NORMA NTC-2289.  
E=200000 MPa (60.000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA, Fy: 420 MPa,  
NORMAS NTC - 5805.

|    |                                  |                                                |
|----|----------------------------------|------------------------------------------------|
| •• | CAPACIDAD PORTANTE:              | 25 ton/m <sup>2</sup> (2.50KN/m <sup>2</sup> ) |
| •• | MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: | 25 Mpa                                         |
| •• | PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN:      | N-0.10m                                        |
| •• | TIPO DE CIMENTACIÓN:             | PLACA MACIZA                                   |
| •• | PESO ESPECÍFICO DEL SUELO (γ):   | 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18KN/m <sup>3</sup> )  |
| •• | VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE:   | 300m/s                                         |

|                                                                                               |                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:<br>CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS<br>Y CORREDORES =                   | 180 kgf/m <sup>2</sup> (1.80 kN/m <sup>2</sup> ) |
| 2. CARGAS SOBREIMPUESTAS DE DISEÑO:<br>CARGA SOBREIMPUESTA CUARTOS<br>PRIVADOS Y CORREDORES = | 180 KGF/M <sup>2</sup> (1.80 KN/M <sup>2</sup> ) |

- LOS SOPORTES DE AGERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACETES PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LUADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORO DE ARENA GRADO #2 A 5 MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGÚN NORMA SISO59 UN 90.
- EL PINTADO ANTICORROSIVO A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SINOX PRIMER 80 O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOVIMIENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, IMPERMEOS Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A SEVERO, SI SE APLICA EN 2 CAPAS DE 200 MICRAS CADA UNA.
- EL ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

| Ø    | TRASLAPO<br>(m) | GANCHO<br>90° (m) | GANCHO<br>180° (m) | ESTRIBOS           |                   |
|------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|      |                 |                   |                    | GANCHO<br>135° (m) | GANCHO<br>90° (m) |
| 1/4" | 0.60            | 0.10              | 0.10               | 0.075              | 0.075             |
| 3/8" | 0.60            | 0.15              | 0.15               | 0.100              | 0.100             |
| 1/2" | 0.60            | 0.20              | 0.20               | 0.125              | 0.125             |
| 5/8" | 0.80            | 0.25              | 0.25               | 0.150              | 0.150             |
| 3/4" | 1.00            | 0.30              | 0.30               | -                  | -                 |
| 7/8" | 1.20            | 0.35              | 0.35               | -                  | -                 |
| 1"   | 1.40            | 0.40              | 0.40               | -                  | -                 |

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1400 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

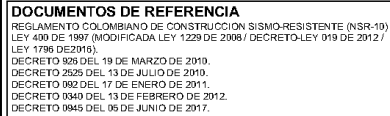
1:100

DO: DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-9,  
DESPIECE MURO HORIZONTAL  
H2.1 H2.2 H2.3 Y H2.4

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

EST. DMO20





## PARAMETROS SÍSMICOS

1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
2. CUBIERTA: PLACA MACIZA.
3. GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA:  $I = 1.00$
4. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_d = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
5. PERFIL DEL SUELO: D  
Fa: 1.40  
Fv: 2.00

## ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO

1. CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. } 3/4"$   
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. } 3/4"$   
 $E = 4700 \text{ MPA (24870 MPa)}$
2. ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y: 420 \text{ MPa (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.}$   
 $E = 200000 \text{ MPa (60,000 PSI)}$   
 MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y: 420 \text{ MPa.}$   
 NORMAS NTC - 5898.

## ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS

- |    |                                  |                                                |
|----|----------------------------------|------------------------------------------------|
| •• | CAPACIDAD PORTANTE:              | 25 ton/m <sup>2</sup> (2.50KN/m <sup>2</sup> ) |
| •• | MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: | 25 Mpa                                         |
| •• | PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN:      | N-0.10m                                        |
| •• | TIPO DE CIMENTACIÓN:             | PLACA MACIZA                                   |
| •• | PESO ESPECÍFICO DEL SUELO (γ):   | 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18KN/m <sup>3</sup> )  |
| •• | VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE:   | 300m/s                                         |

|        |
|--------|
| CARGAS |
|--------|

1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORRIDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
2. CARGAS SOBREIMPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREIMPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORRIDORES = 180 KGF/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

## PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIAJO O PREFERENTEMENTE CON CHORO DE ARILO, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CÉPUL METALICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SISOAS 99
- IMPRIMANTE ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER E/ O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, IMPERMEOS Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKADUR BOND, O EQUIVALENTE
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 920 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO<br>(m) | GANCHO<br>90° (m) | GANCHO<br>180° (m) | ESTRIBOS           |                   |
|------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|      |                 |                   |                    | GANCHO<br>135° (m) | GANCHO<br>90° (m) |
| 1/4" | 0.60            | 0.10              | 0.10               | 0.075              | 0.075             |
| 3/8" | 0.60            | 0.15              | 0.15               | 0.100              | 0.100             |
| 1/2" | 0.60            | 0.20              | 0.20               | 0.125              | 0.125             |
| 5/8" | 0.60            | 0.25              | 0.25               | 0.150              | 0.150             |
| 3/4" | 1.00            | 0.30              | 0.30               | -                  | -                 |
| 7/8" | 1.20            | 0.35              | 0.35               | -                  | -                 |
| 1"   | 1.40            | 0.40              | 0.40               | -                  | -                 |

[illegible]

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1400 DE 1987 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

## ACERTACIÓN DEL CONCRETO

### ACEPTACIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE: **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA

Universidad  
Industrial de  
Santander



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |

|         |  |  |  |
|---------|--|--|--|
|         |  |  |  |
| Escala: |  |  |  |

ESCALA: 1:100

CONTENIDO: DESPIECE EL ELEMENTO DE BORDE-10

DESPIECE MURO HORIZONTAL

H.3.1, H.3.2, H.3.3 Y H.3.4

NOTES

USEFUL:

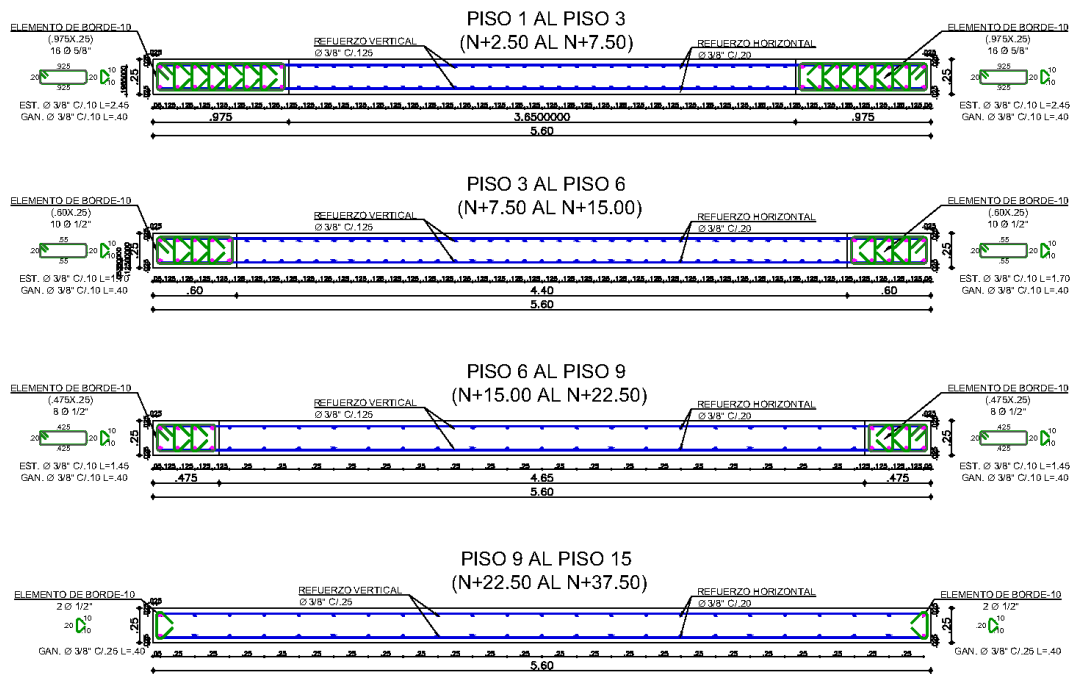
---

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|        |                    |         |  |
|--------|--------------------|---------|--|
| FECHA: | SEPTIEMBRE de 2020 | DIBUJO: |  |
|--------|--------------------|---------|--|

TAMAÑO PAPEL: 5.00mm x 230mm

**MURO ESTRUCTURAL**  
**H.3.1, H.3.2, H.3.3 Y H.3.4**  
**e=(25cm)**  
**ESCALA 1:25**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1700 DE 2016).  
 DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SISMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION MODERADA: 5.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_h = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- Fa: 1.40
- Fv: 2.00

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \text{ MPa}$  (24,570 MPa)
- ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 20000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
 MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
 NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 kN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
 CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
 CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KG/FM<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
 CAPACIDAD DE DISIPACION MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**  
 BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SIL U.H.    |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCIÓN MURO HORIZONTAL**  
**H.3.1, H.3.2, H.3.3 Y H.3.4**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

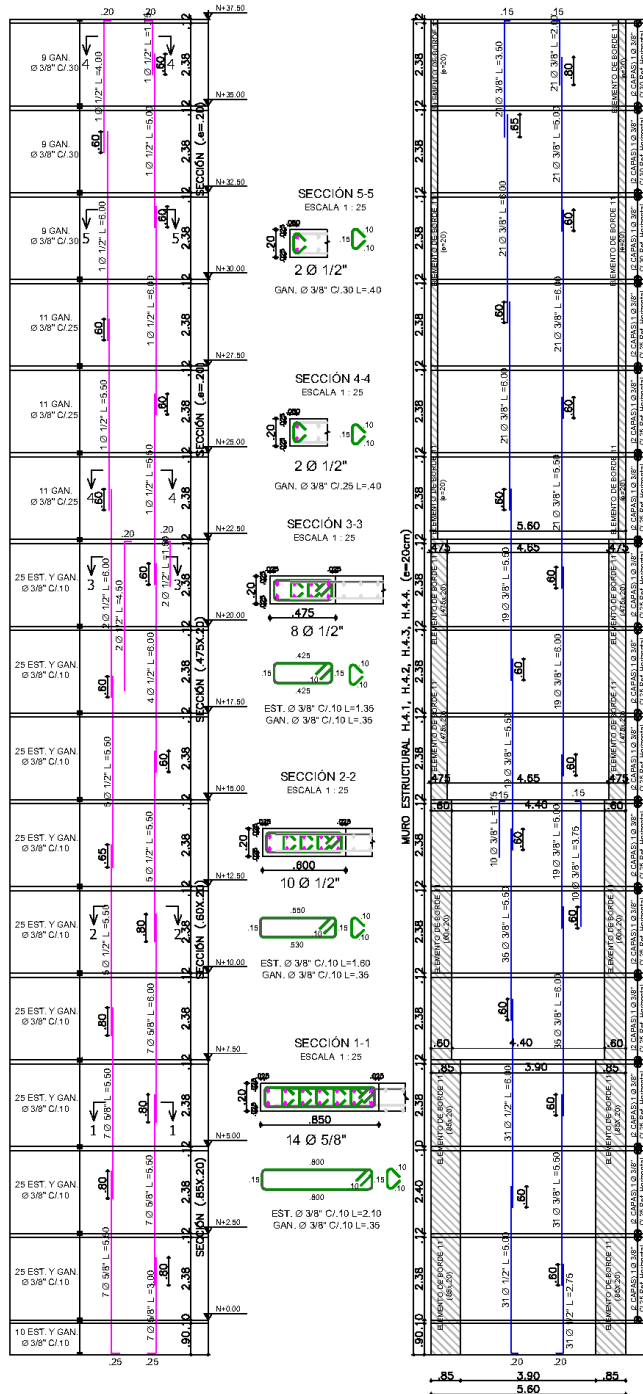
|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DMO22 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

# ELEMENTO DE BORDE 11

(.85x.20) / (.60x.20)  
/ (.475x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100

# MURO ESTRUCTURAL H.4.1, H.4.2, H.4.3 Y H.4.4

(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



## DOCUMENTOS DE REFERENCIA

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1228 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

## PARAMETROS SISMICOS

1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DMO)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACION MODERADA: 5.0
2. CUBIERTA: PLACA MACIZA.
3. GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: I=1.00
4. ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA  
ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
5. PERFIL DEL SUELO: D  
 $A_s = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

## ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO

1. CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
2. ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

## ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA.
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (180 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

## CARGAS

1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

## PROTECCION ACTIVA DEL ACERO

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARAN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE OXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METALICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER E O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELICULA SECA DE IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERAN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACION DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCION CONTRA CORROSION, INTemperies Y ATAQUES QUIMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCION MINIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

## LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)

| $\phi$ | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|--------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|        |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4"   | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8"   | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2"   | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8"   | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4"   | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8"   | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"     | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

## SUPERVISION TECNICA

LA CONSTRUCCION DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISION TECNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TITULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TITULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

## ACEPTACION DEL CONCRETO

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACEPTACION DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTAN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACION MODERADA

CLIENTE:

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-11,  
DESPIECE MURO HORIZONTAL  
H.4.1, H.4.2, H.4.3 Y H.4.4

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020

DISEÑO:

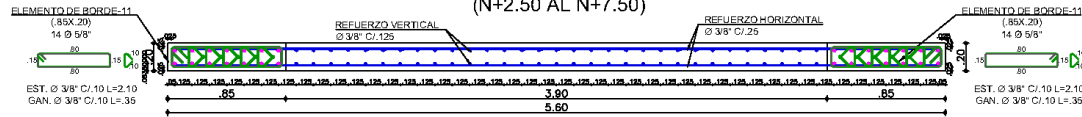
EST. DMO23

TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

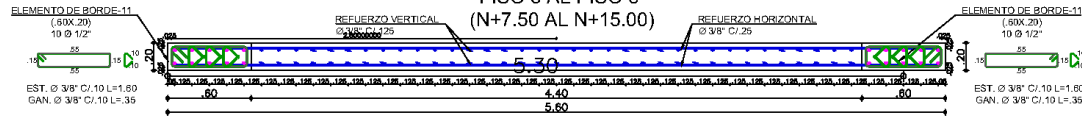
**MURO ESTRUCTURAL  
H.4.1, H.4.2, H.4.3 Y H.4.4  
(e=20cm)**

**ESCALA 1:25**

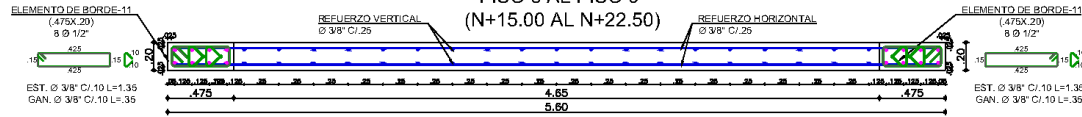
**PISO 1 AL PISO 3  
(N+2.50 AL N+7.50)**



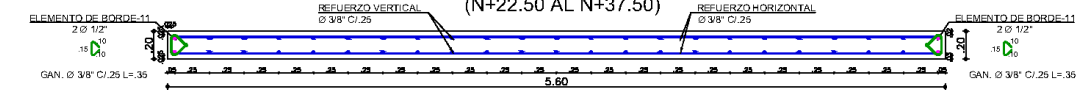
**PISO 3 AL PISO 6  
(N+7.50 AL N+15.00)**



**PISO 6 AL PISO 9  
(N+15.00 AL N+22.50)**



**PISO 9 AL PISO 15  
(N+22.50 AL N+37.50)**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1700 DE 2016).  
DECRETO 925 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA
- ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_E = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_V = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24,573 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 kN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 kN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA**

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCAMANGA**



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

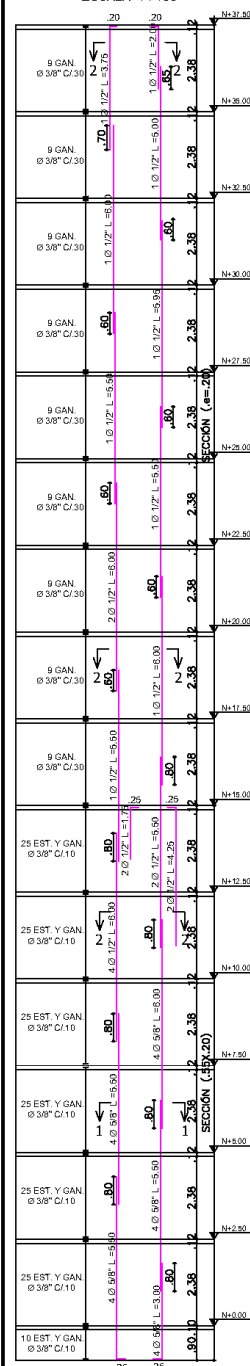
**SECCIÓN MURO HORIZONTAL  
H.4.1, H.4.2, H.4.3 Y H.4.4**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DMO24 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

**ELEMENTO DE BORDE 12**  
(.55x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



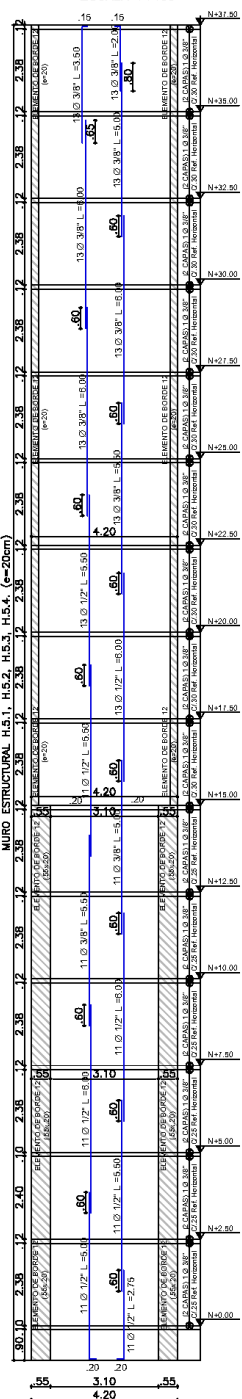
SECCIÓN 3-3  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 1/2"  
GAN. Ø 3/8" C/10 L=35

SECCIÓN 3-3  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 1/2"  
GAN. Ø 3/8" C/10 L=35

SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 1/2"  
GAN. Ø 3/8" C/10 L=35

SECCIÓN 1-1  
ESCALA 1 : 25  
2 Ø 1/2"  
GAN. Ø 3/8" C/10 L=35

**MURO ESTRUCTURAL**  
H.5.1, H.5.2, H.5.3 Y H.5.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1228 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
- CLUBIERTA: PLACA MACIZA
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA:  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_E = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EG O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | GANCHO 90° (m) | ESTRIBOS        |                 |                |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|      |              |                | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) | GANCHO 45° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          | -              |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          | -              |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          | -              |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          | -              |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCA RAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:100

CONTENIDO:  
**DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-12,**  
**DESPIECE MURO HORIZONTAL**  
H.5.1, H.5.2, H.5.3 Y H.5.4

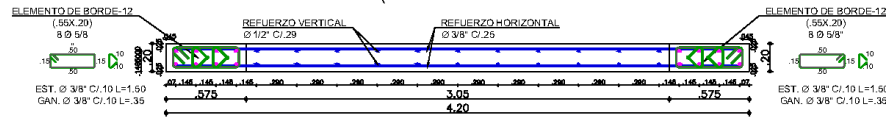
DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

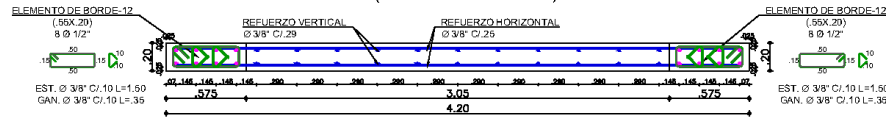
|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020   | DIBUJO: | EST. DMO25 |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

**MURO ESTRUCTURAL**  
**H.5.1, H.5.2, H.5.3 Y H.5.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**

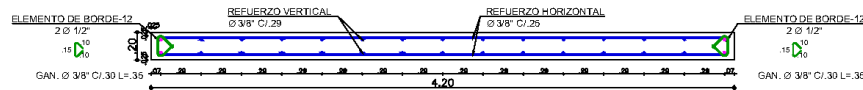
**PISO 1 AL PISO 3**  
**(N+2.50 AL N+7.50)**



**PISO 4 AL PISO 6**  
**(N+7.50 AL N+15.00)**



**PISO 6 AL PISO 15**  
**(N+15.00 AL N+37.50)**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1700 DE 2016).  
 DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION MODERADA: 5.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24573 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
 MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
 NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
 CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREIMPUESTAS DE DISEÑO:  
 CARGA SOBREIMPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KG/MP (1.80 KN/MP)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
 CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**  
 BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

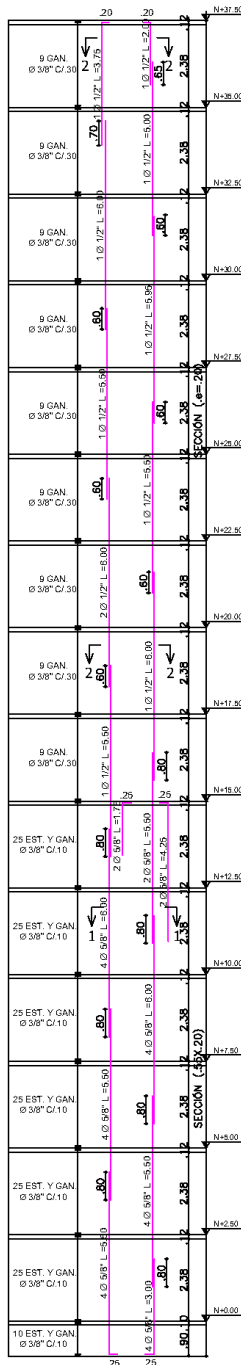
**SECCIÓN MURO HORIZONTAL**  
**H.5.1, H.5.2, H.5.3 Y H.5.4**

DISEÑO:

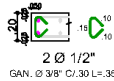
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DMO26 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

**ELEMENTO DE BORDE 13**  
(.55x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



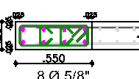
SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25



SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25

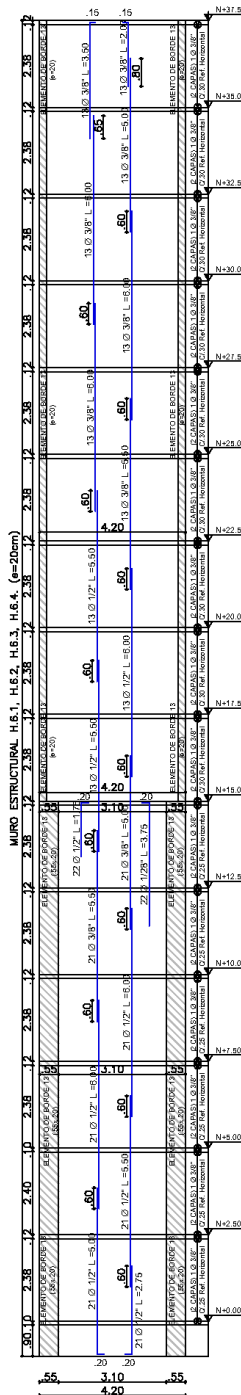


SECCIÓN 1-1  
ESCALA 1 : 25



EST. Ø 3/8" C/10 L=1.50  
GAN. Ø 3/8" C/10 L=35

**MURO ESTRUCTURAL**  
H.6.1, H.6.2, H.6.3 Y H.6.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA: 5.0
- CLUBIERTA: PLACA MACIZA
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: I=1.00
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_E = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $A_E = 1.40$   
 $A_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- RESISTENCIA ESPECÍFICA DEL SUELO ( $q_u$ ): 1.8 Ton/m<sup>2</sup> (180 KN/m<sup>2</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EG O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCA RAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 00/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-13,**  
**DESPIECE MURO HORIZONTAL**  
**H.6.1, H.6.2, H.6.3 Y H.6.4**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020

DIBUJO:

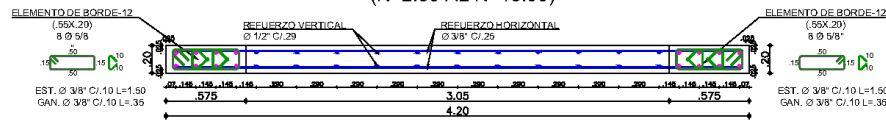
EST. DMO27

TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

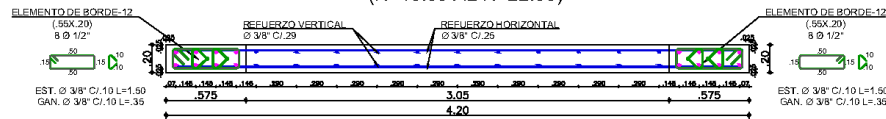


**MURO ESTRUCTURAL**  
**H.6.1, H.6.2, H.6.3 Y H.6.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**

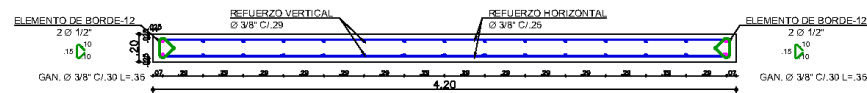
PISO 1 AL PISO 3  
(N+2.50 AL N+15.00)



PISO 4 AL PISO 6  
(N+15.00 AL N+22.50)



PISO 6 AL PISO 15  
(N+22.50 AL N+37.50)



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1700 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION MODERADA: 5.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24570 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 20000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 KN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 09/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SI U.H      |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

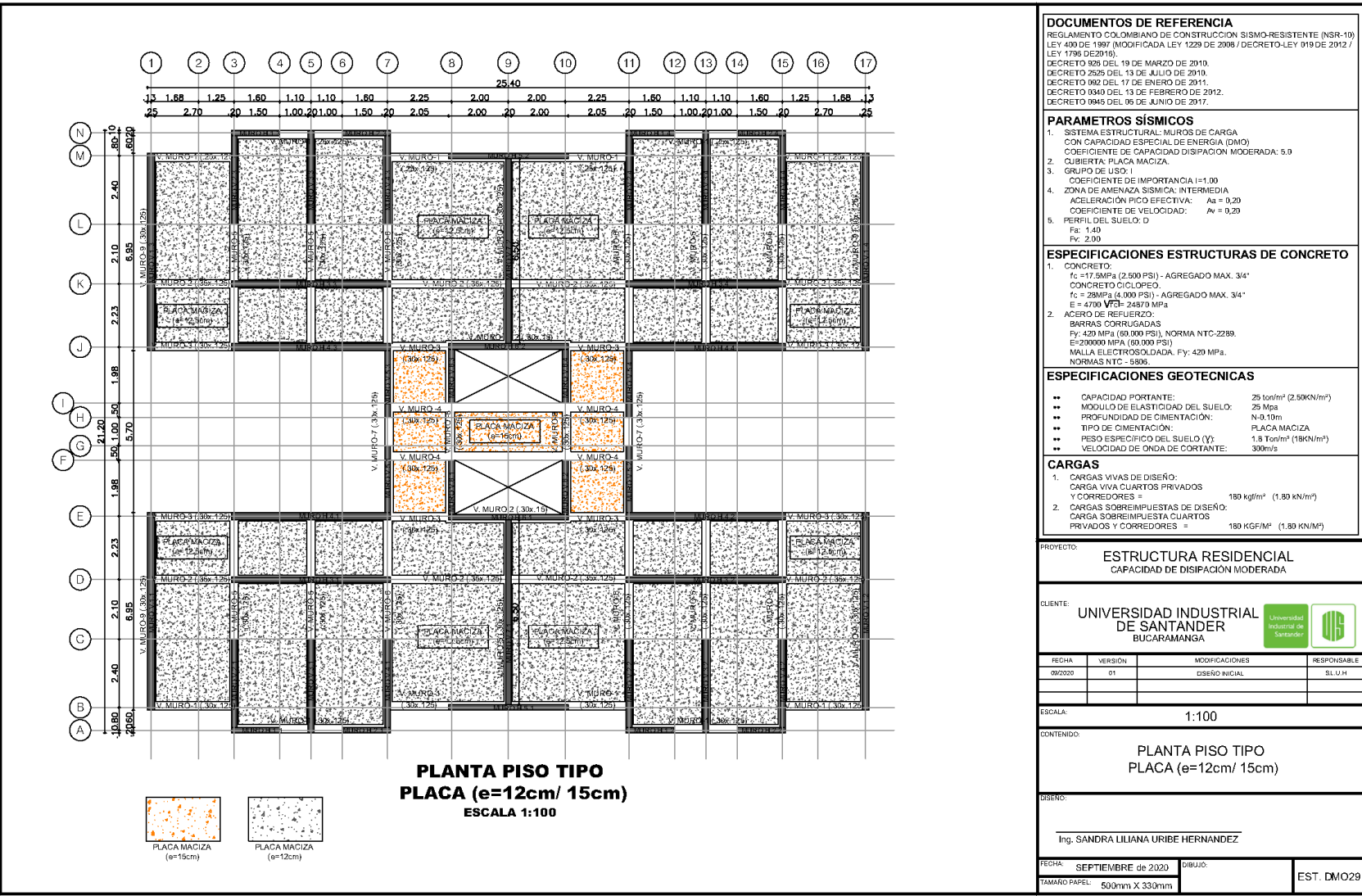
**SECCIÓN MURO HORIZONTAL**  
**H.6.1, H.6.2, H.6.3 Y H.6.4**

DISEÑO:

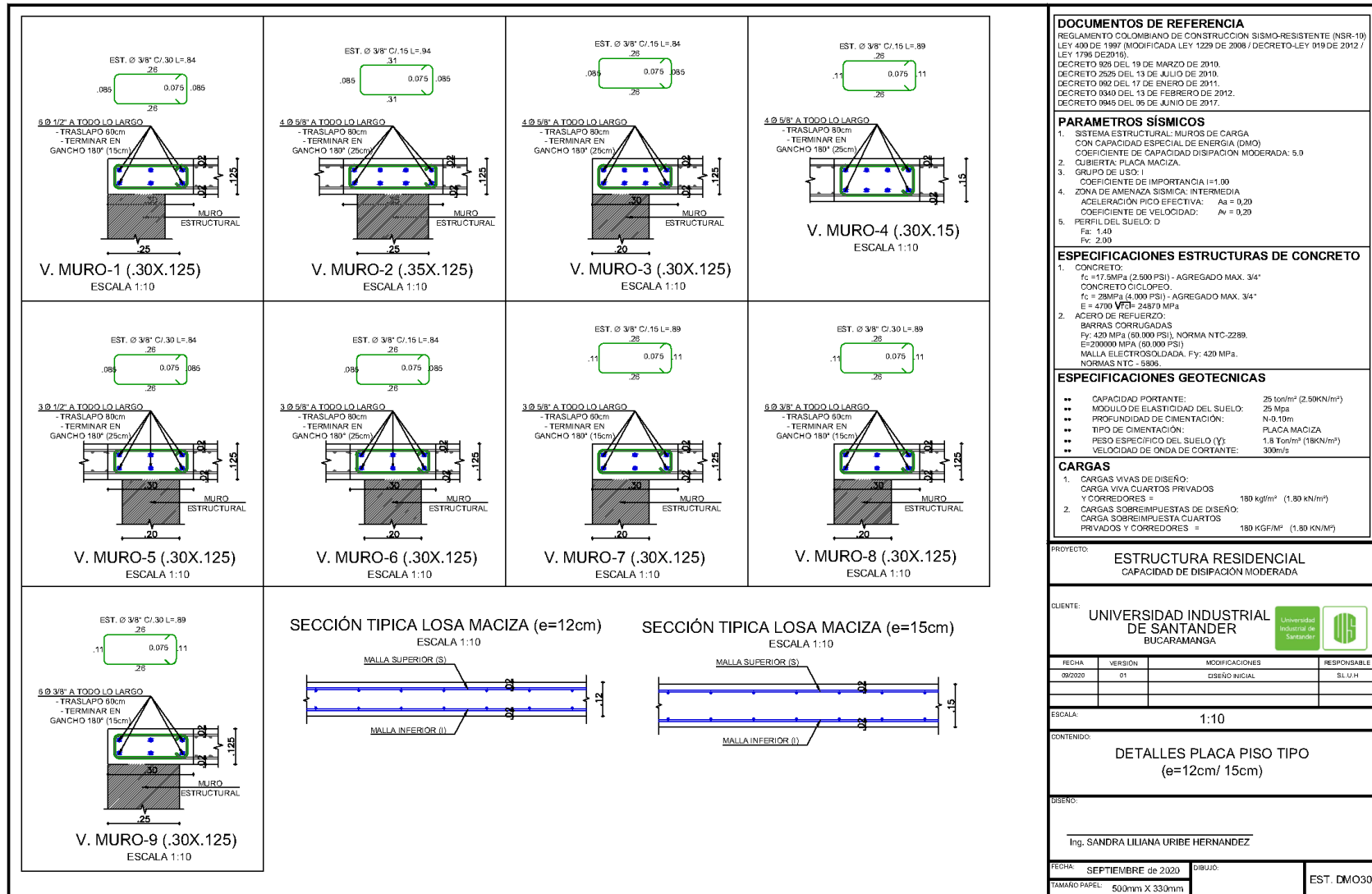
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

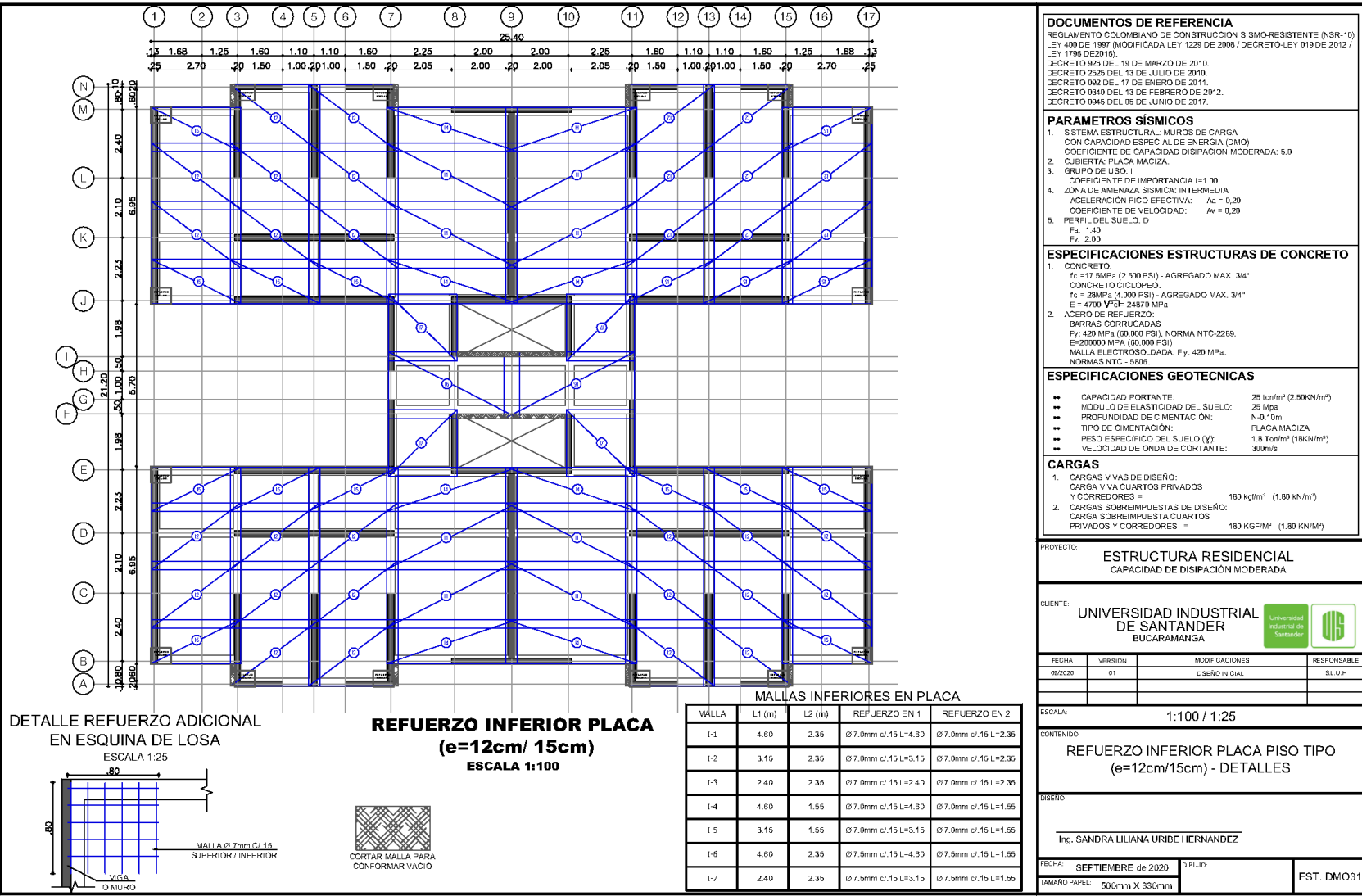
|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DMO28 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |





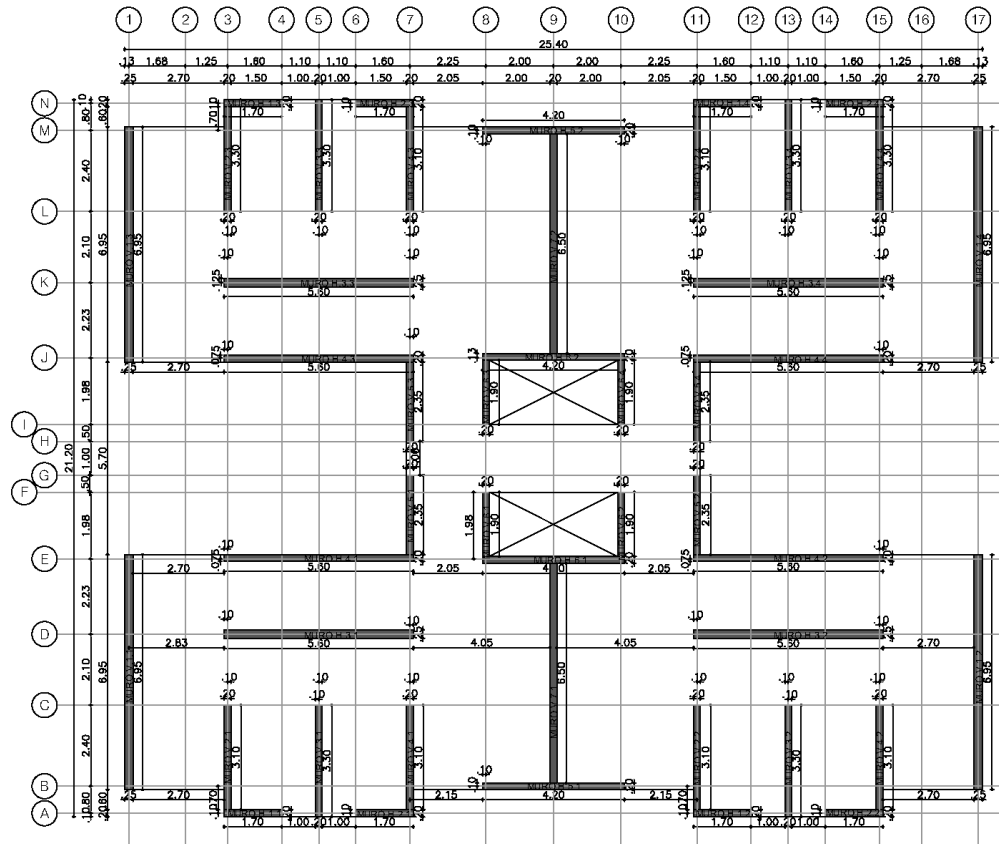
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|-------------|
| <b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b><br>REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)<br>LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016).<br>DECRETO 828 DEL 19 DE MARZO DE 2010.<br>DECRETO 2629 DEL 13 DE JULIO DE 2010.<br>DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.<br>DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.<br>DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.                                                                |         |                |             |
| <b>PARAMETROS SÍSMICOS</b><br>1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA<br>CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DMO)<br>COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN MODERADA: 5.0<br>2. CUBIERTA: PLACA MACIZA.<br>3. GRUPO DE USO: I<br>COEFICIENTE DE IMPORTANCIA $i=1.00$<br>4. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA<br>ACCELERACIÓN PICO EFECTIVA: $A_E = 0.20$<br>COEFICIENTE DE VELOCIDAD: $\beta = 0.20$<br>5. PERFIL DEL SUELO: D<br>F <sub>0</sub> : 1.40<br>F <sub>1</sub> : 2.00 |         |                |             |
| <b>ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO</b><br>1. CONCRETO:<br>$f_c = 17.5 \text{ MPa}$ (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"<br>CONCRETO CICLOPEO.<br>$f_c = 28 \text{ MPa}$ (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"<br>$E = 4700 \text{ VCI}$ - 24870 MPa<br>2. ACERO DE REFUERZO:<br>BARRAS CORRUGADAS<br>$F_y = 420 \text{ MPa}$ (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.<br>$E = 200000 \text{ MPa}$ (60,000 PSI)<br>MALLA ELECTROSOLDADA, $F_y = 420 \text{ MPa}$ .<br>NORMAS NTC - 5806.  |         |                |             |
| <b>ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS</b><br>• CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m <sup>2</sup> (2,500 KN/m <sup>2</sup> )<br>• MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa<br>• PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m<br>• TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA<br>• PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18 KN/m <sup>3</sup> )<br>• VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s                                                                                             |         |                |             |
| <b>CARGAS</b><br>1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:<br>CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS<br>Y CORREDORES = 180 kgf/m <sup>2</sup> (1.80 KN/m <sup>2</sup> )<br>2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:<br>CARGA SOBREPUESTA CUARTOS<br>PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/m <sup>2</sup> (1.80 KN/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                   |         |                |             |
| PROYECTO:<br><b>ESTRUCTURA RESIDENCIAL</b><br>CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                |             |
| CLIENTE:<br><b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b><br>BUCARAMANGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                |             |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
| 09/2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 01      | DISEÑO INICIAL | SIL U H     |
| ESCALA: 1:100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                |             |
| CONTENIDO:<br>PLANTA PISO TIPO<br>PLACA (e=12cm/ 15cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                |             |
| DISEÑO:<br>Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                |             |
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | DIBUJO: | EST. DMO29     |             |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                |             |







## Apéndice K. Planos estructurales edificación DES



**PLANTA LOCALIZACIÓN DE MUROS ESTRUCTURALES**  
ESCALA 1:100

### DOCUMENTOS DE REFERENCIA

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 919 DE 2012 / LEY 1786 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 003 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0349 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 06 DE JUNIO DE 2017.

### PARAMETROS SÍSMICOS

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.  
GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: 1.00
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
F<sub>0</sub>: 1.40  
F<sub>v</sub>: 2.00

### ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.6 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24870 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (30,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA,  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5806.

### ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

### CARGAS

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBRECIMENTOS DE DISEÑO:  
CARGA SOBRECIMENTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**PLANTA LOCALIZACIÓN MUROS ESTRUCTURALES**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNÁNDEZ

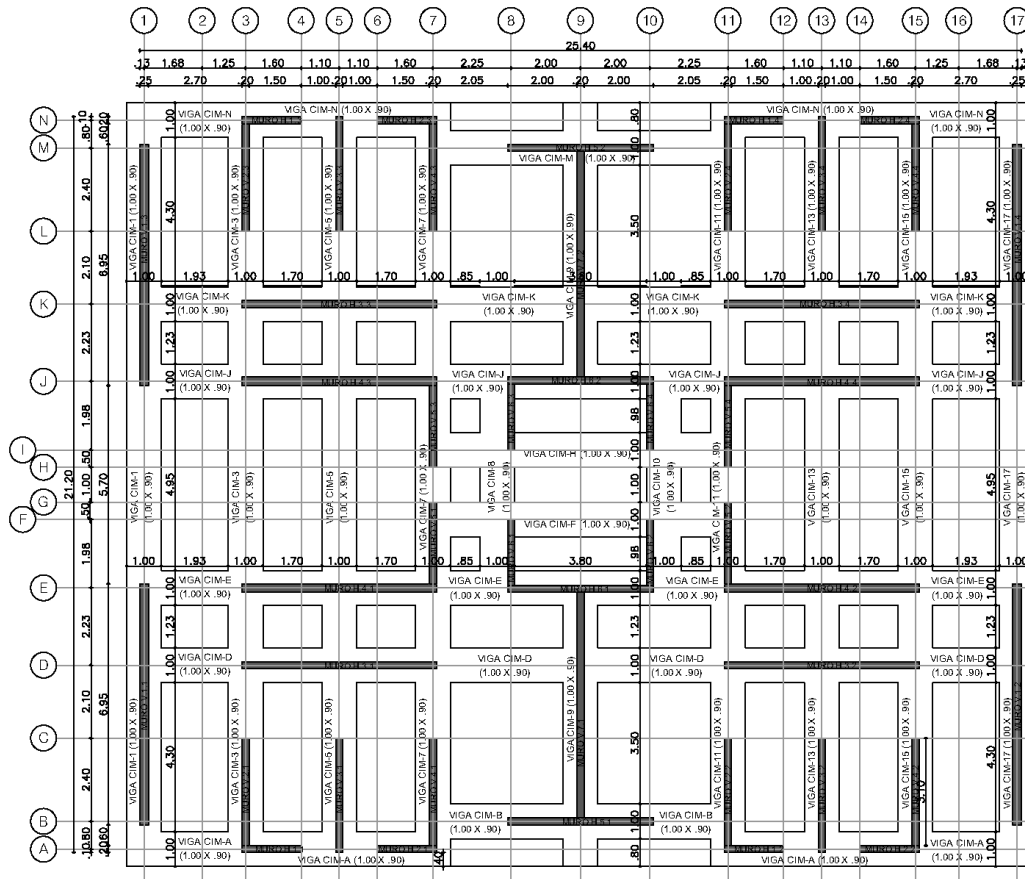
FECHA:

SEPTIEMBRE de 2020

DIBUJO:

TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm

EST. DES01



**PLANTA DE CIMENTACIÓN (N-0.10)**  
**PLACA h = 0.90**  
**ESCALA 1:100**

#### DOCUMENTOS DE REFERENCIA

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1790 DE 2016).  
 DECRETO 925 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

#### PARAMETROS SÍSMICOS

1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES).
2. COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
3. CUBIERTA: PLACA MACIZA.
3. GRUPO DE USO: I.  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I = 1.00$
4. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
5. PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_v = 1.40$   
 $F_w = 2.00$

#### ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO

1. CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \text{ VCI}$  - 24,570 MPa
2. ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 20000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806.

#### ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 kN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300 m/s

#### CARGAS

1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 kN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
**CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL**

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL**  
**DE SANTANDER**  
**BUCCARAMANGA**



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SI U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**PLANTA CIMENTACIÓN**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

FECHA:

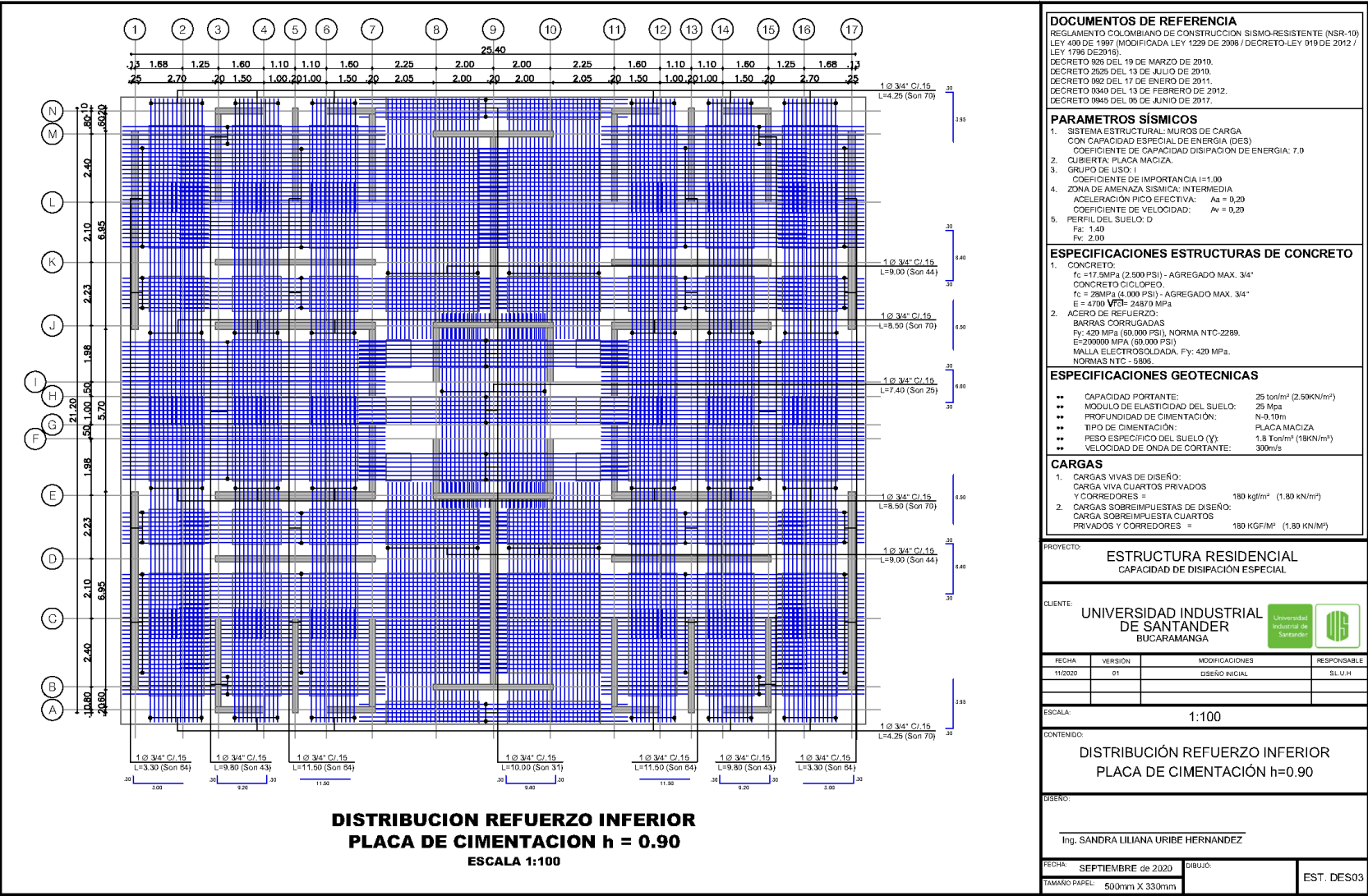
SEPTIEMBRE de 2020

TAMAÑO PAPEL:

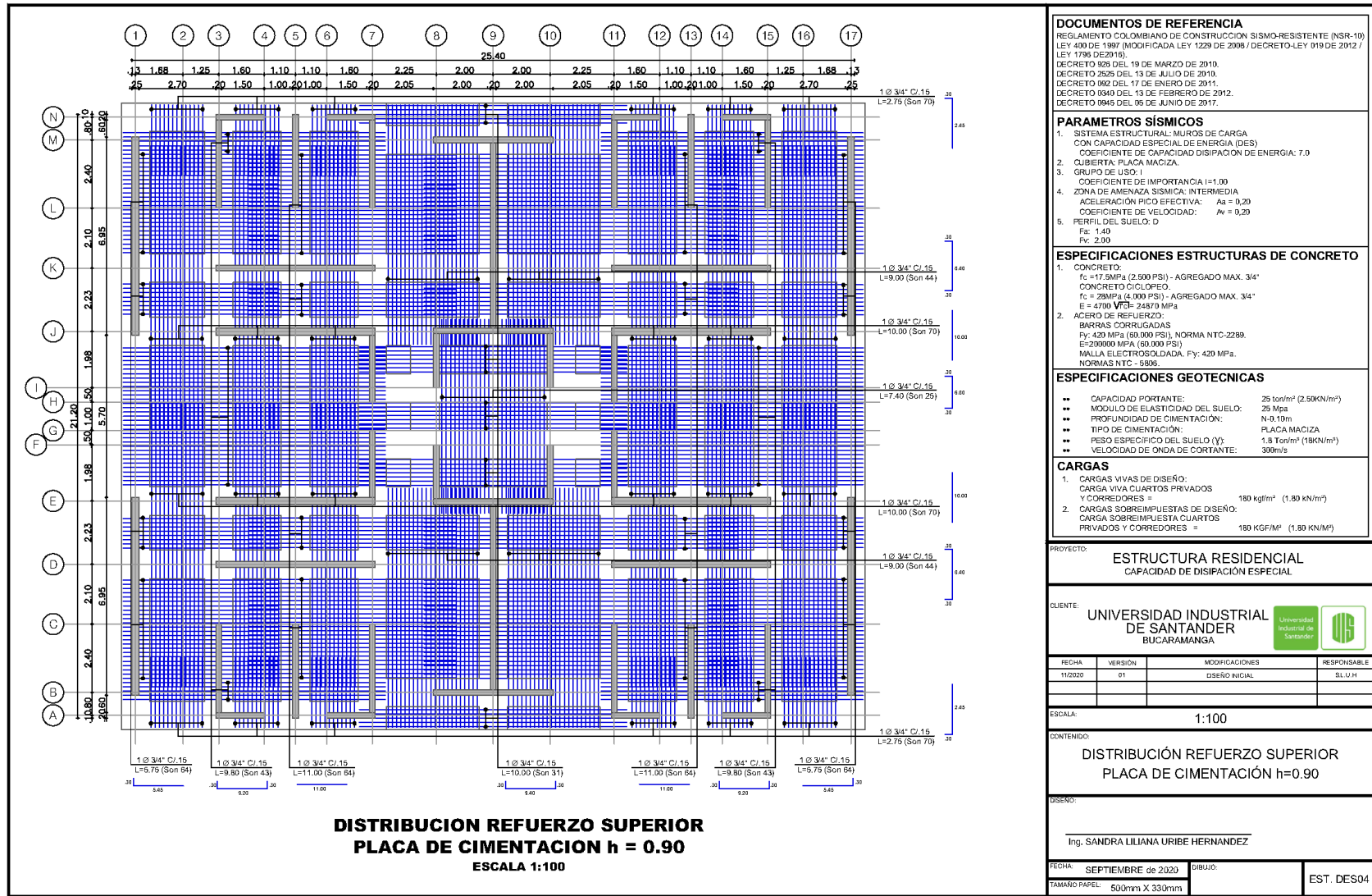
500mm X 330mm

EST. DES02

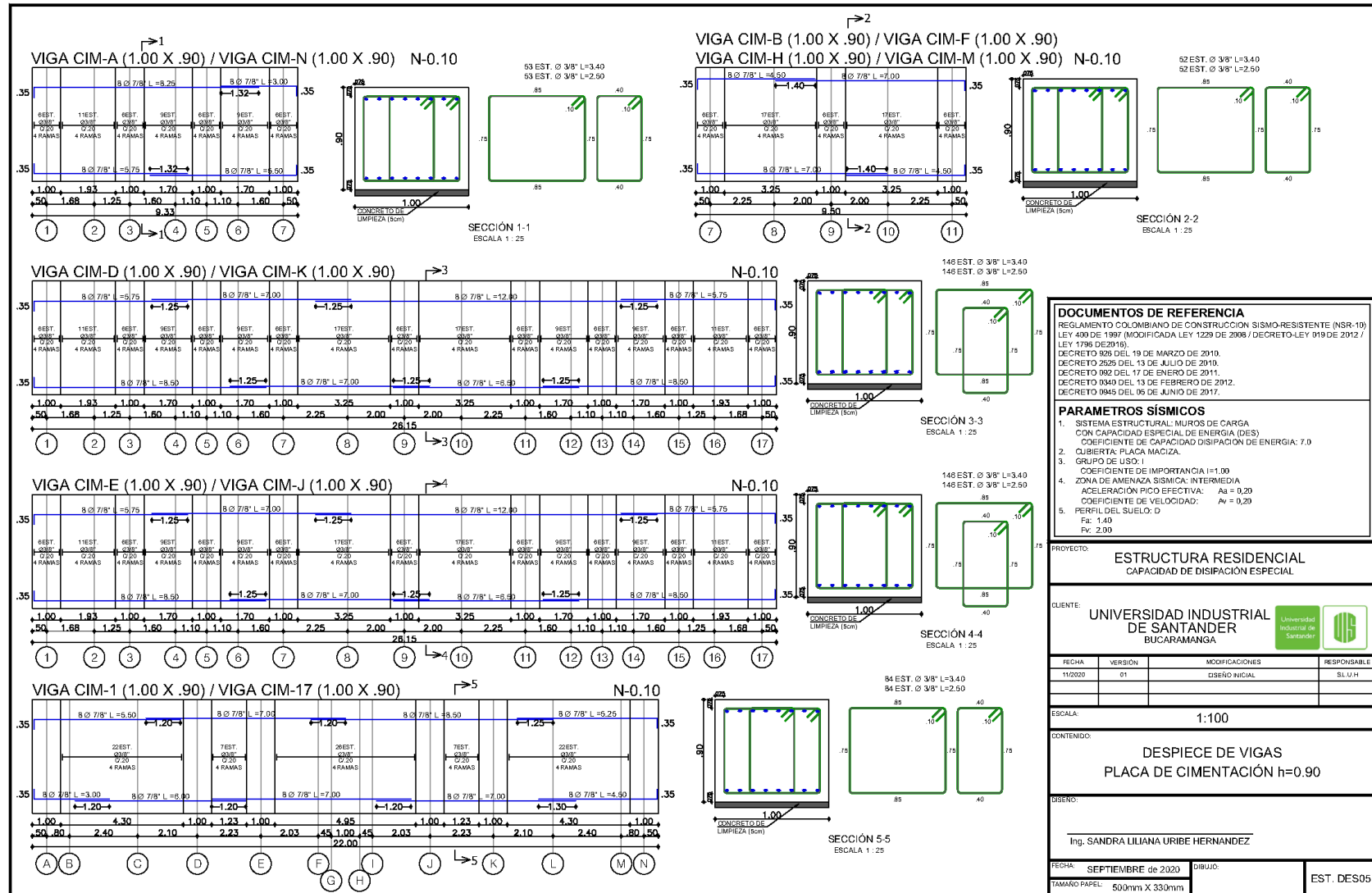


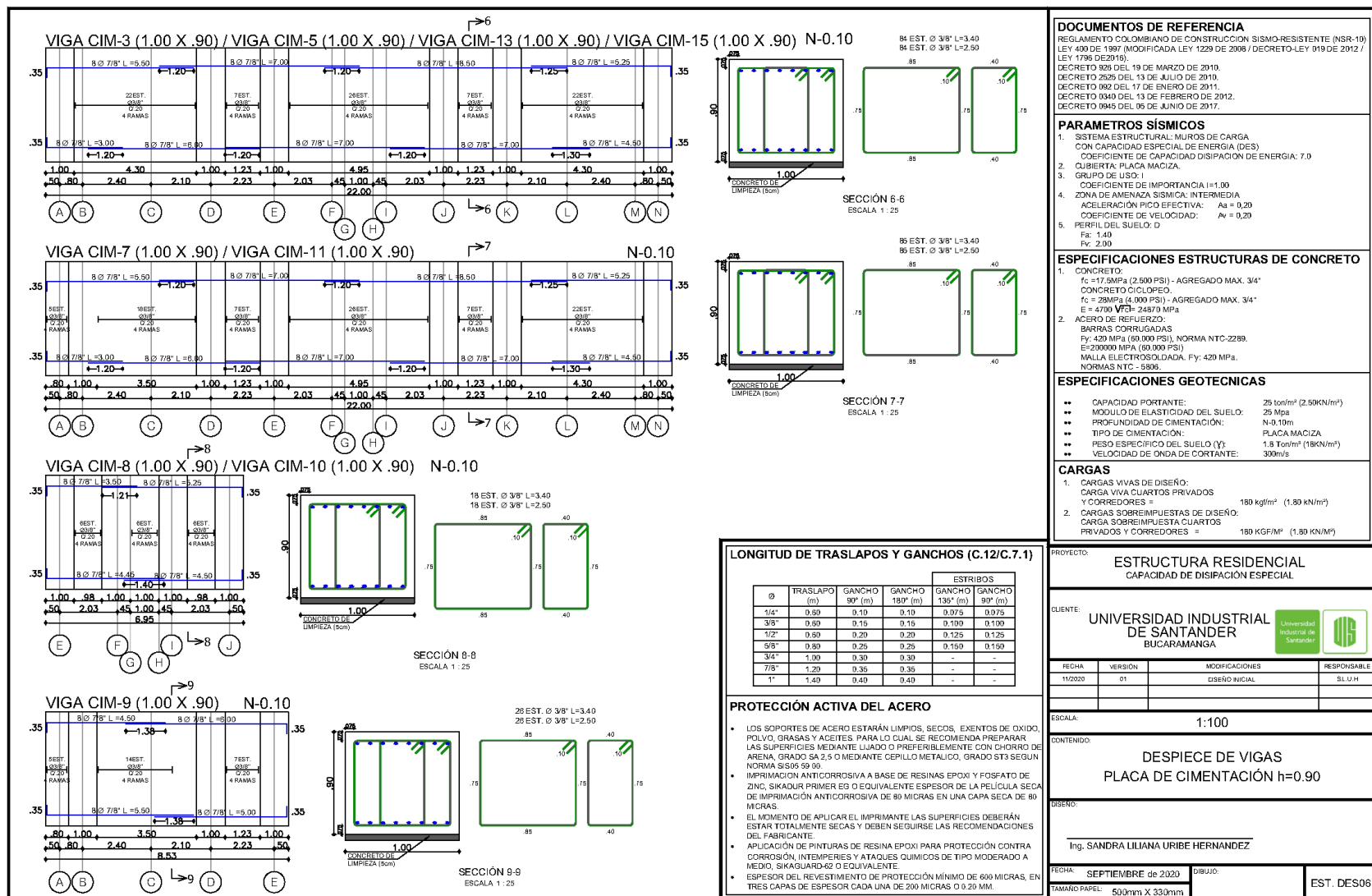


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|-------------|
| <b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b><br>REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)<br>LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016)<br>DECRETO 828 DEL 19 DE MARZO DE 2010<br>DECRETO 2629 DEL 13 DE JULIO DE 2010<br>DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011<br>DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012<br>DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017                                                                                    |         |                |             |
| <b>PARAMETROS SISMICOS</b><br>1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA<br>CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DES)<br>COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGIA: 7.0<br>2. CUBIERTA: PLACA MACIZA<br>3. GRUPO DE USO: I<br>COEFICIENTE DE IMPORTANCIA i=1.00<br>4. ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA<br>ACELERACION PICO EFECTIVA: A <sub>e</sub> = 0.20<br>COEFICIENTE DE VELOCIDAD: β <sub>v</sub> = 0.20<br>5. PERFIL DEL SUELO: D<br>F <sub>a</sub> : 1.40<br>F <sub>v</sub> : 2.00 |         |                |             |
| <b>ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO</b><br>1. CONCRETO:<br>f <sub>c</sub> = 17.5 MPa (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"<br>CONCRETO CICLOPEO.<br>f <sub>c</sub> = 28 MPa (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"<br>E = 4700 VCI - 24570 MPa<br>2. ACERO DE REFUERZO:<br>BARRAS CORRUGADAS<br>F <sub>y</sub> : 420 MPa (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.<br>E=200000 MPa (60,000 PSI)<br>MALLA ELECTROSOLDADA, F <sub>y</sub> : 420 MPa.<br>NORMAS NTC - 5806.                                   |         |                |             |
| <b>ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS</b><br>** CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m <sup>2</sup> (2,500 KN/m <sup>2</sup> )<br>** MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa<br>** PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: N-0.10m<br>** TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA<br>** PESO ESPECIFICO DEL SUELO (γ): 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18 KN/m <sup>3</sup> )<br>** VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s                                                                                                              |         |                |             |
| <b>CARGAS</b><br>1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:<br>CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m <sup>2</sup> (1.80 KN/m <sup>2</sup> )<br>2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:<br>CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/m <sup>2</sup> (1.80 KN/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                       |         |                |             |
| PROYECTO: ESTRUCTURA RESIDENCIAL<br>CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                |             |
| CLIENTE: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>BUCARAMANGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                |             |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
| 11/2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 01      | DISEÑO INICIAL | SIL U H     |
| ESCALA: 1:100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                |             |
| CONTENIDO: DISTRIBUCION REFUERZO INFERIOR<br>PLACA DE CIMENTACION h=0.90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |                |             |
| DISEÑO: Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                |             |
| FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | DISEÑO: | EST. DES03     |             |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                |             |



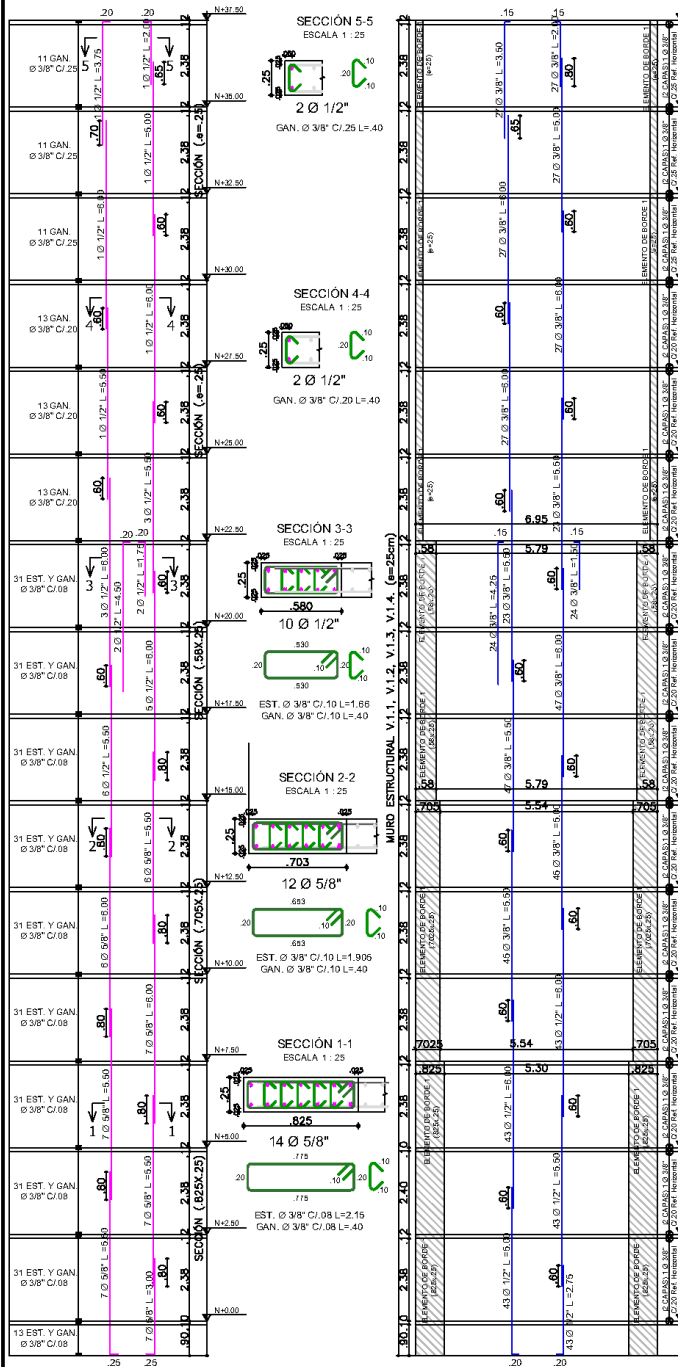






**ELEMENTO DE BORDE 1**  
(.85x.25) / (.725x.25)  
/ (.60x.25) / (e=25cm)  
ESCALA 1 : 100

**MURO ESTRUCTURAL**  
V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4  
(e=25cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1228 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012/ LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA:  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24,870 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (29,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA,  $F_y = 420 \text{ MPa}$ ,  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300 m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER E O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-42 O EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | ESTRIBOS        |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              |                |                 | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO: **ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE: **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |

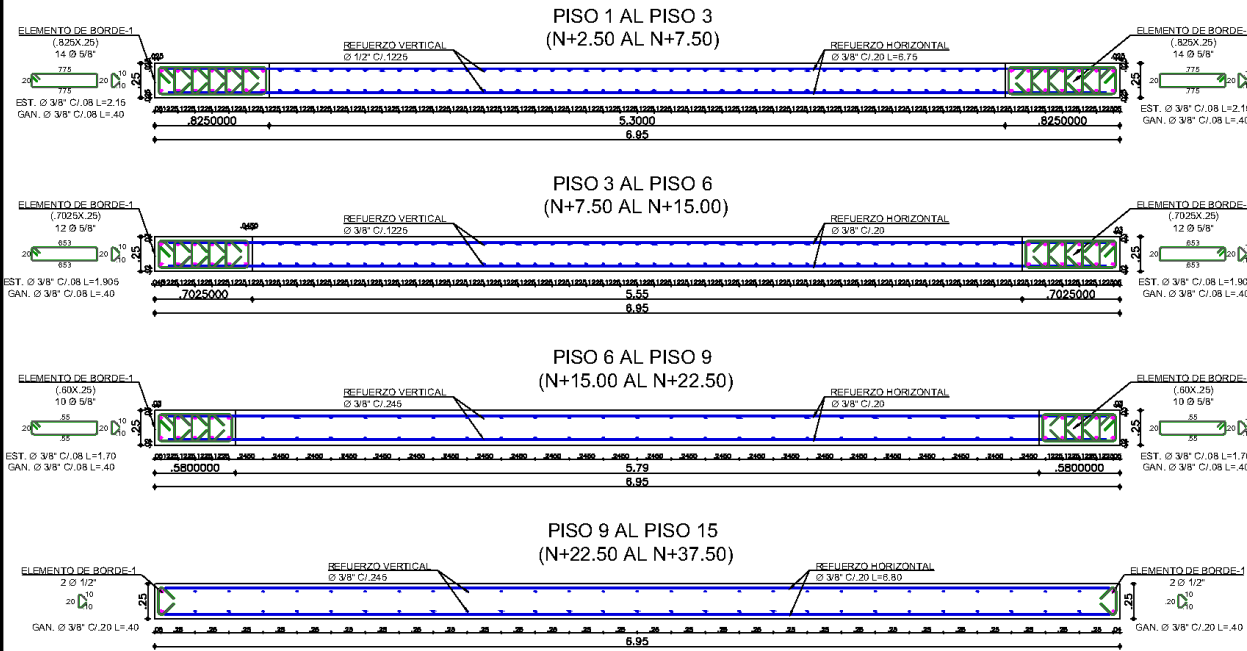
ESCALA: 1:100

CONTENIDO: **DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-1,**  
**DESPIECE MURO VERTICAL**  
**V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4**

DISEÑO: **Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2020** DIBUJO: **EST. DES07**  
TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

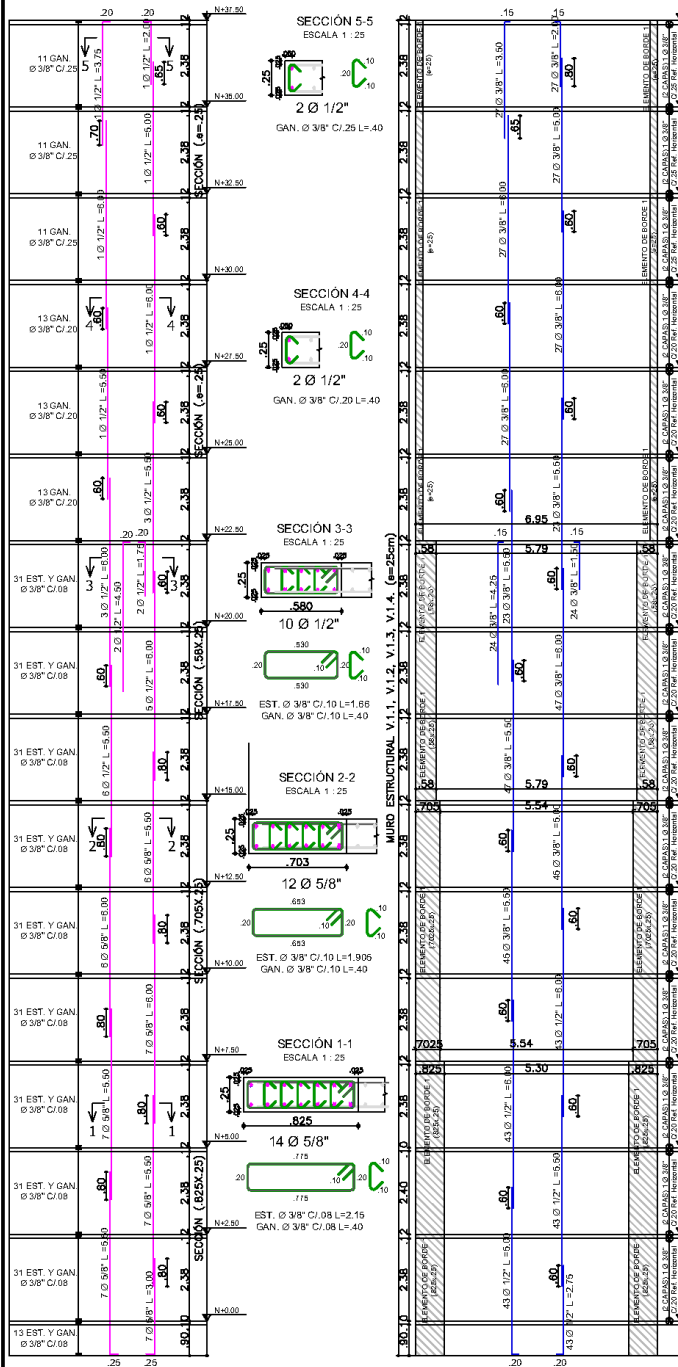
**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4**  
**e=(25cm)**  
**ESCALA 1:25**



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|-------------|
| <b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b><br>REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)<br>LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1790 DE 2016).<br>DECRETO 925 DEL 19 DE MARZO DE 2010.<br>DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.<br>DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.<br>DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.<br>DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.                                                                 |                    |                |             |
| <b>PARAMETROS SÍSMICOS</b><br>1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DES)<br>COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGIA: 7.0<br>2. CUBIERTA: PLACA MACIZA.<br>3. GRUPO DE USO: I<br>COEFICIENTE DE IMPORTANCIA $I=1.00$<br>4. ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA<br>ACCELERACION PICO EFECTIVA: $A_a = 0.20$<br>COEFICIENTE DE VELOCIDAD: $A_v = 0.20$<br>5. PERFIL DEL SUELO: D<br>$F_a = 1.40$<br>$F_v = 2.00$                       |                    |                |             |
| <b>ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO</b><br>1. CONCRETO<br>$f_c = 17.5 \text{ MPa}$ (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"<br>CONCRETO CICLOPEO.<br>$f_c = 28 \text{ MPa}$ (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"<br>$E = 4700 \sqrt{f_c} = 24570 \text{ MPa}$<br>2. ACERO DE REFUERZO:<br>BARRAS CORRUGADAS<br>$F_y = 420 \text{ MPa}$ (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.<br>$E = 210000 \text{ MPa}$ (30,000 PSI)<br>MALLA ELECTRODOLADA: $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806. |                    |                |             |
| <b>ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS</b><br>** CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m <sup>2</sup> (2,50 kN/m <sup>2</sup> )<br>** MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa<br>** PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m<br>** TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA<br>** PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18 kN/m <sup>3</sup> )<br>** VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s                                                                                         |                    |                |             |
| <b>CARGAS</b><br>1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:<br>CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m <sup>2</sup> (1.80 kN/m <sup>2</sup> )<br>2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:<br>CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M <sup>2</sup> (1.80 KN/M <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                          |                    |                |             |
| PROYECTO:<br><b>ESTRUCTURA RESIDENCIAL</b><br>CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                |             |
| CLIENTE:<br><b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b><br>BUCARAMANGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                |             |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | VERSIÓN            | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
| 11/2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 01                 | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
| ESCALA: 1:25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                |             |
| CONTENIDO:<br><b>SECCIÓN MURO VERTICAL</b><br><b>V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                |             |
| DISEÑO:<br>Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                |             |
| FECHA:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | SEPTIEMBRE de 2020 | DIBUJO:        | EST. DES08  |
| TAMAÑO PAPEL:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 500mm X 330mm      |                |             |

**ELEMENTO DE BORDE 1**  
(.85x.25) / (.725x.25)  
(.60x.25) / (e=25cm)  
ESCALA 1 : 100

**MURO ESTRUCTURAL**  
V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4  
(e=25cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1228 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012/ LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA:  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24,870 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (29,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA,  $F_y = 420 \text{ MPa}$ ,  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300 m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER E O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-42 O EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | ESTRIBOS        |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              |                |                 | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-1,**  
**DESPIECE MURO VERTICAL**  
**V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

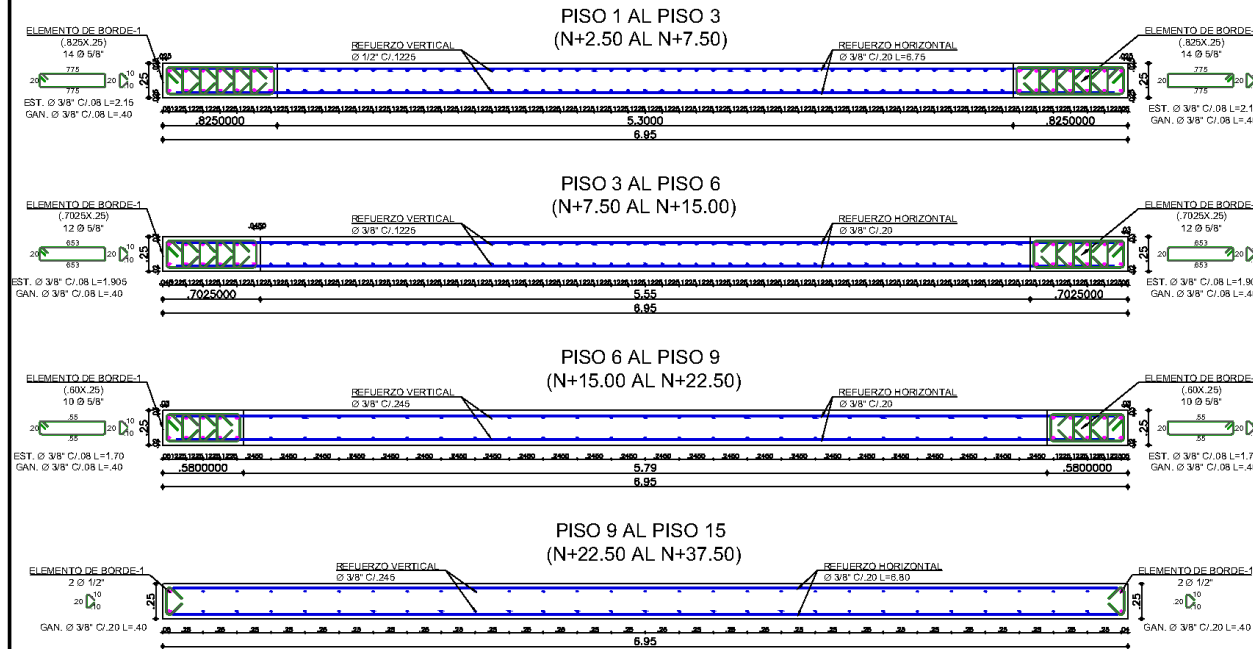
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020

DIBUJO:

EST. DES07

TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4**  
**e=(25cm)**  
**ESCALA 1:25**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1790 DE 2016).  
 DECRETO 925 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGIA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_E=0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_V=0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a=1.40$
- $F_v=2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c=17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c=28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E=4700 \text{ MPa}$  (24,570 PSI)  
 ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y=420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
 $E=210000 \text{ MPa}$  (30,000 PSI)  
 MALLA ELECTRODOLADA:  $F_y=420 \text{ MPa}$ ,  
 NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50 kN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
 CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
 CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KG/FM<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
 CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
 BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCIÓN MURO VERTICAL**  
**V.1.1, V.1.2, V.1.3 Y V.1.4**

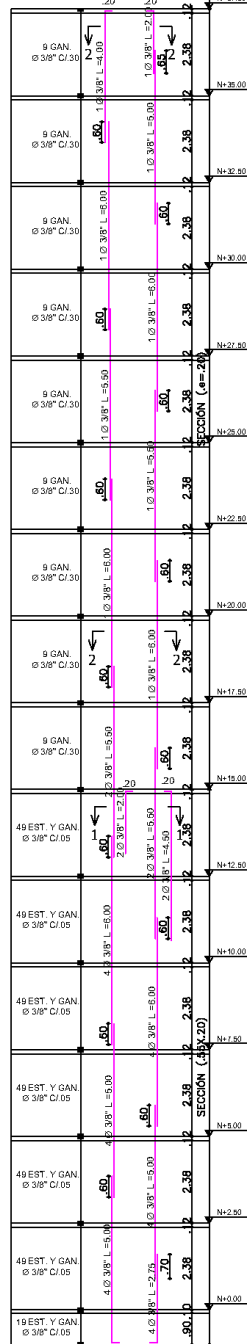
DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

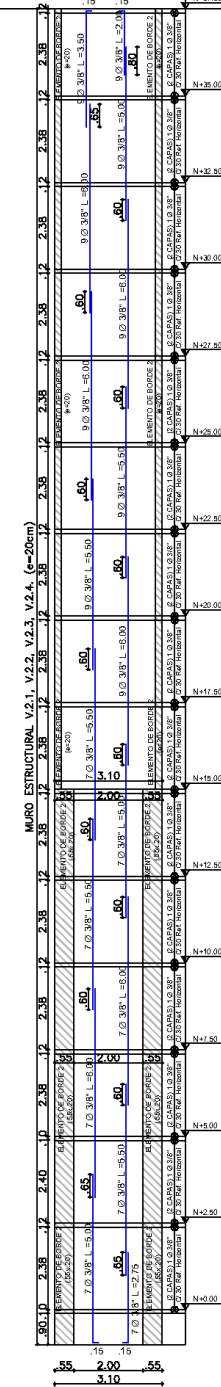
|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES08 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |



**ELEMENTO DE BORDE 2**  
(.55x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**MURO ESTRUCTURAL**  
V.2.1, V.2.2, V.2.3 Y V.2.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA:  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA.
- RESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma_s$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (180 KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EG O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 85 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCA RAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-2,**  
**DESPIECE MURO VERTICAL**  
**V.2.1, V.2.2, V.2.3 Y V.2.4**

DISEÑO:

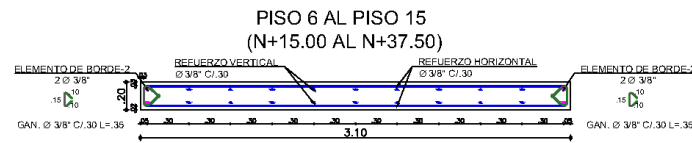
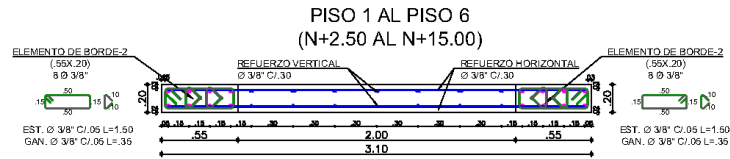
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020  
TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

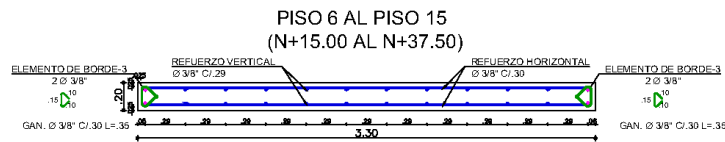
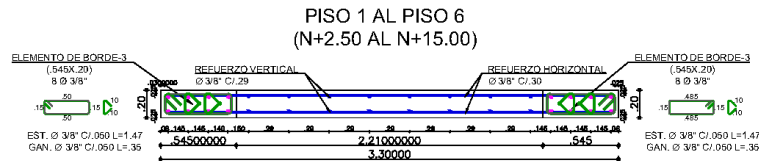
DIBUJO:

EST. DES09

**MURO ESTRUCTURAL  
V.2.1, V.2.2, V.2.3 Y V.2.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1:25**



**MURO ESTRUCTURAL  
V.3.1, V.3.2, V.3.3 Y V.3.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1:25**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10) LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016).  
DECRETO 925 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGIA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: 1.00
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24570 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50 kN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL**

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCAMANGA**



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCIÓN MUROS VERTICALES  
V.2.1, V.2.2, V.2.3 Y V.2.4  
V.3.1, V.3.2, V.3.3 Y V.3.4**

DISEÑO:

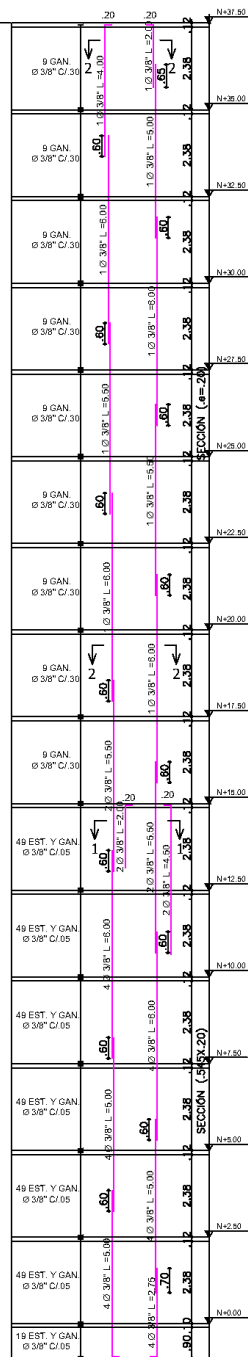
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |             |
|-----------------------------|---------|-------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES 10 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |             |



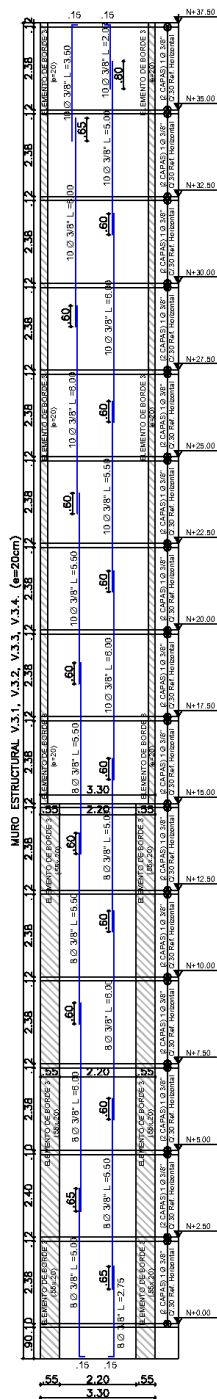
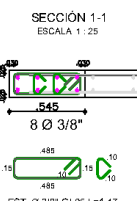
ESCALA 1 : 100

.20 .20



ESCALA 1 : 100

.15    .15



REGlamento COMBIAMBO de CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008/ DECRETO-LEY 019 DE 2012 /  
LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 826 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2525 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0845 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
2. CUBIERTA: PLACA MACIZA.
3. GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I = 1.00$
4. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
5. PERFIL DEL SUELO: D  
F<sub>st</sub>: 1.40  
F<sub>v</sub>: 2.00

1. CONCRETO:  
fc = 17,5 MPa (2.500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
fc = 28 MPa (4.000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
E = 4700 MPa (24.870 PSI)

2. ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
Fy = 420 MPa (60.000 PSI), NORMA NTC-2289.  
E = 200.000 MPa (30.000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA. Fy: 420 MPa.  
NORMA NTC - 5895.

|                                     |                                                |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| •• CAPACIDAD PORTANTE:              | 25 ton/m <sup>2</sup> (2.50KN/m <sup>2</sup> ) |
| •• MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: | 25 Mpa                                         |
| •• PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN:      | N-0.10m                                        |
| •• TIPO DE CIMENTACIÓN:             | PLACA MACIZA                                   |
| •• PESO ESPECÍFICO DEL SUELO (γ):   | 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18KN/m <sup>3</sup> )  |
| •• VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE:   | 300m/s                                         |

1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES =  $180 \text{ kgf/m}^2$  ( $1.80 \text{ kN/m}^2$ )

2. CARGAS SOBREIMPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREIMPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES =  $180 \text{ KGf/M}^2$  ( $1.80 \text{ KN/M}^2$ )

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LA PULCA, SE RECOMIENDA PREPARAR LAS PINTURAS HEMISTATICA O EQUIVALENTE ESPESORABLE CON CHORO DE AEROLINO GRADO 3A2.5 O MEDIANTE CÉLULO METALICO, GRADO 333 SEGUN NORMA SIS95 99 000
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC O EQUIVALENTE O EQUIVALENTE ESPESORABLE A LA PULCA. SECA DE IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERAN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE
- APLICACION DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCION CONTRA CORROSION, INTemperIES Y ATAQUES QUIMICOS DE TIPO MODERADO A MODERADO, SIKAKUARD-42 O EQUIVALENTE
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCION MINIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS, ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM

| Ø    | TRASLAPO<br>(m) | ESTRIBOS          |                    |                    |                   |
|------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|      |                 | GANCHO<br>90° (m) | GANCHO<br>180° (m) | GANCHO<br>135° (m) | GANCHO<br>90° (m) |
| 1/4" | 0.60            | 0.10              | 0.10               | 0.075              | 0.075             |
| 3/8" | 0.60            | 0.15              | 0.15               | 0.100              | 0.100             |
| 1/2" | 0.60            | 0.20              | 0.20               | 0.125              | 0.125             |
| 5/8" | 0.80            | 0.25              | 0.25               | 0.150              | 0.150             |
| 3/4" | 1.00            | 0.30              | 0.30               | -                  | -                 |
| 7/8" | 1.20            | 0.35              | 0.35               | -                  | -                 |
| 1"   | 1.40            | 0.40              | 0.40               | -                  | -                 |

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1400 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C 5.6 NSR-10.

PROYECTO

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
**CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL**

CLIENTE:

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENTS

DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-3,  
DESPIECE MURO VERTICAL  
V.3.1. V.3.2. V.3.3 Y V.3.4

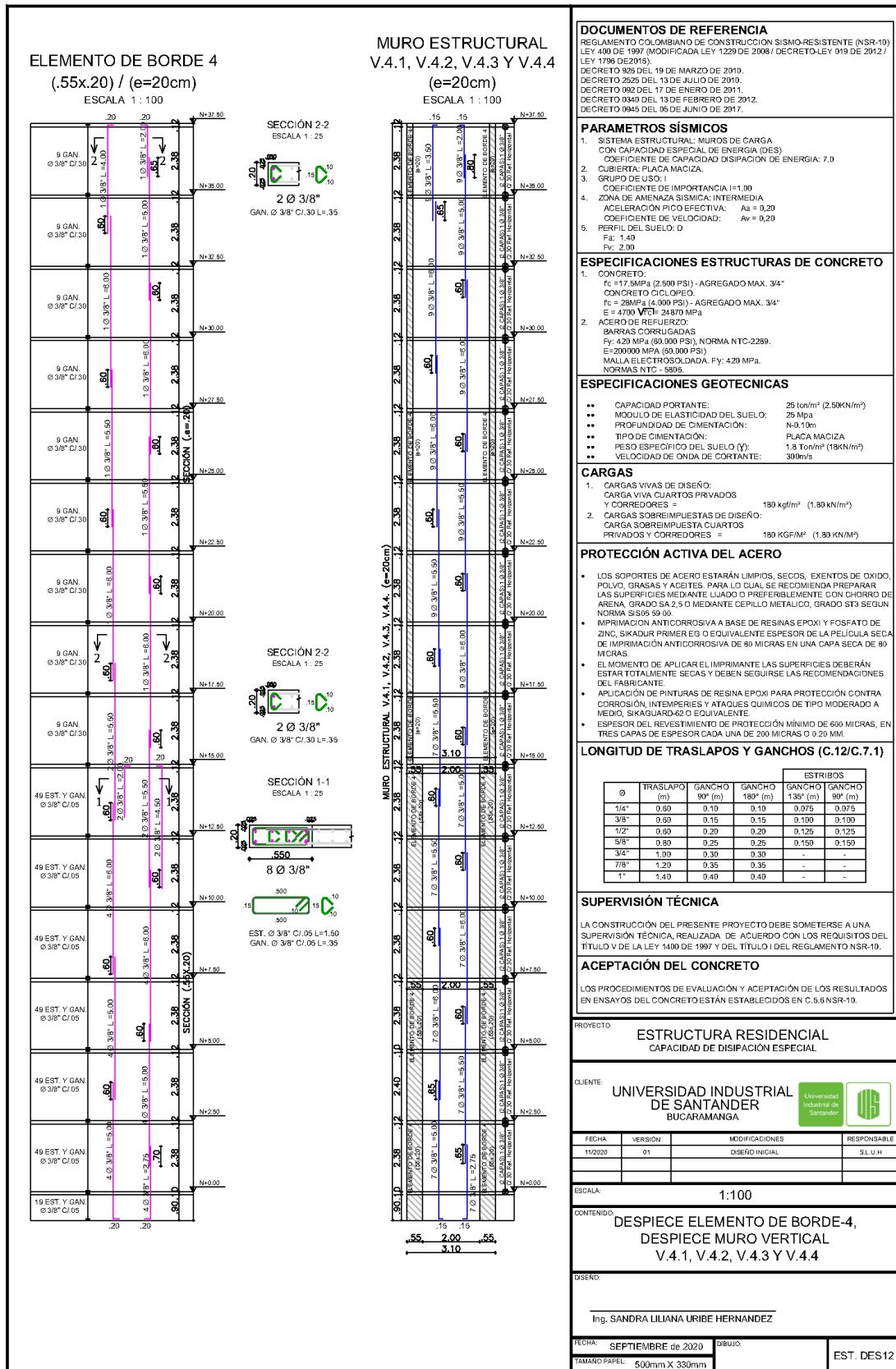
DISFNO

---

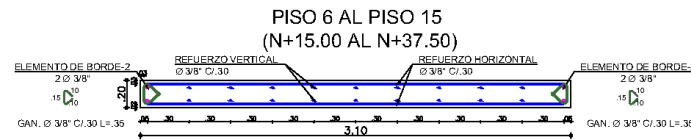
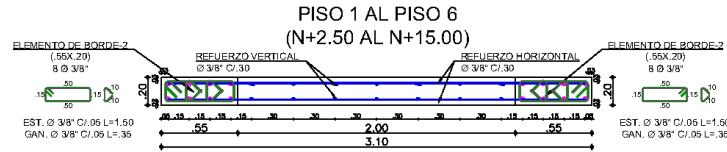
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

FECHA: SEPTIEMBRE de 2020

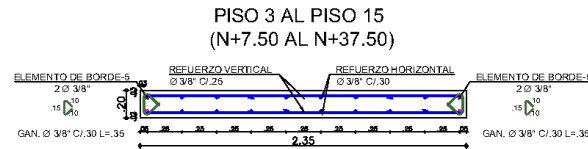
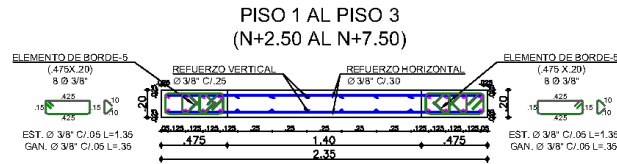
EST. DES11



**MURO ESTRUCTURAL  
V.4.1, V.4.2, V.4.3 Y V.4.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1:25**



**MURO ESTRUCTURAL  
V.5.1, V.5.2, V.5.3 Y V.5.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1:25**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGIA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: 1.00
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24570 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 20000 \text{ MPa}$  (29,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA,  $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50 kN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREIMPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREIMPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL**

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCAMANGA**



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCIÓN MUROS VERTICALES  
V.4.1, V.4.2, V.4.3 Y V.4.4  
V.5.1, V.5.2, V.5.3 Y V.5.4**

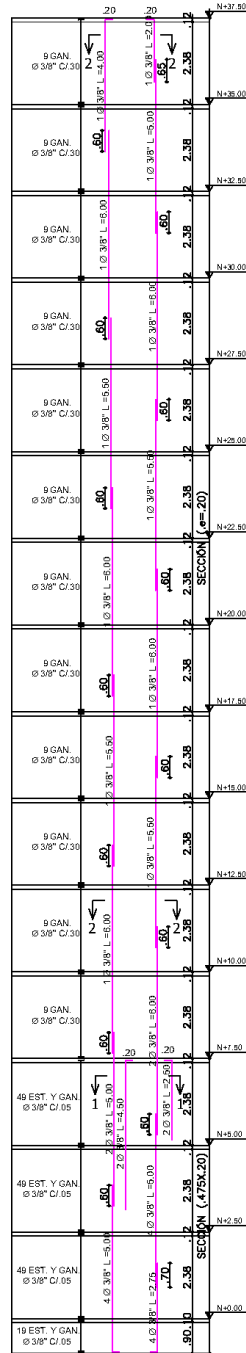
DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES13 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

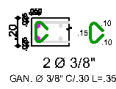
**ELEMENTO DE BORDE 5**  
(475x.20) / (e=20cm)

ESCALA 1 : 100



SECCIÓN 2-2

ESCALA 1 : 25



GAN. Ø 3/8" C/30 L= .35

SECCIÓN 2-2

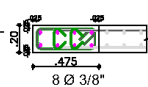
ESCALA 1 : 25



GAN. Ø 3/8" C/30 L= .35

SECCIÓN 1-1

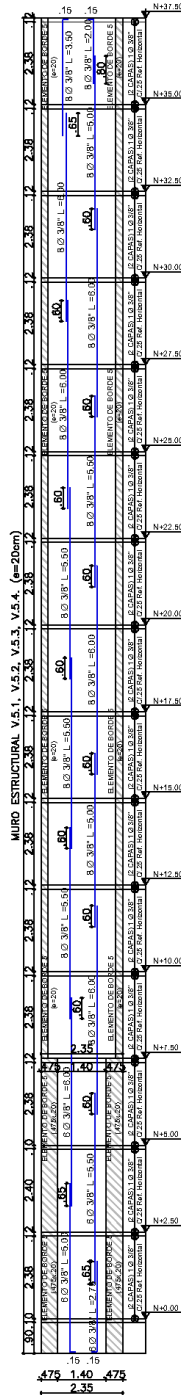
ESCALA 1 : 25



EST. Ø 3/8" C/05 L=1.35  
GAN. Ø 3/8" C/05 L= .35

**MURO ESTRUCTURAL**  
V.5.1, V.5.2, V.5.3 Y V.5.4  
(e=20cm)

ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: I=1.00
- ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_E = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- RESISTENCIA DEL SUELO ( $q_u$ ): 1.8 Ton/m<sup>2</sup> (180 KN/m<sup>2</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMANTE ANTICORROSIVO A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EG O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIR LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-42 O EQUIVALENTE
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO: ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA



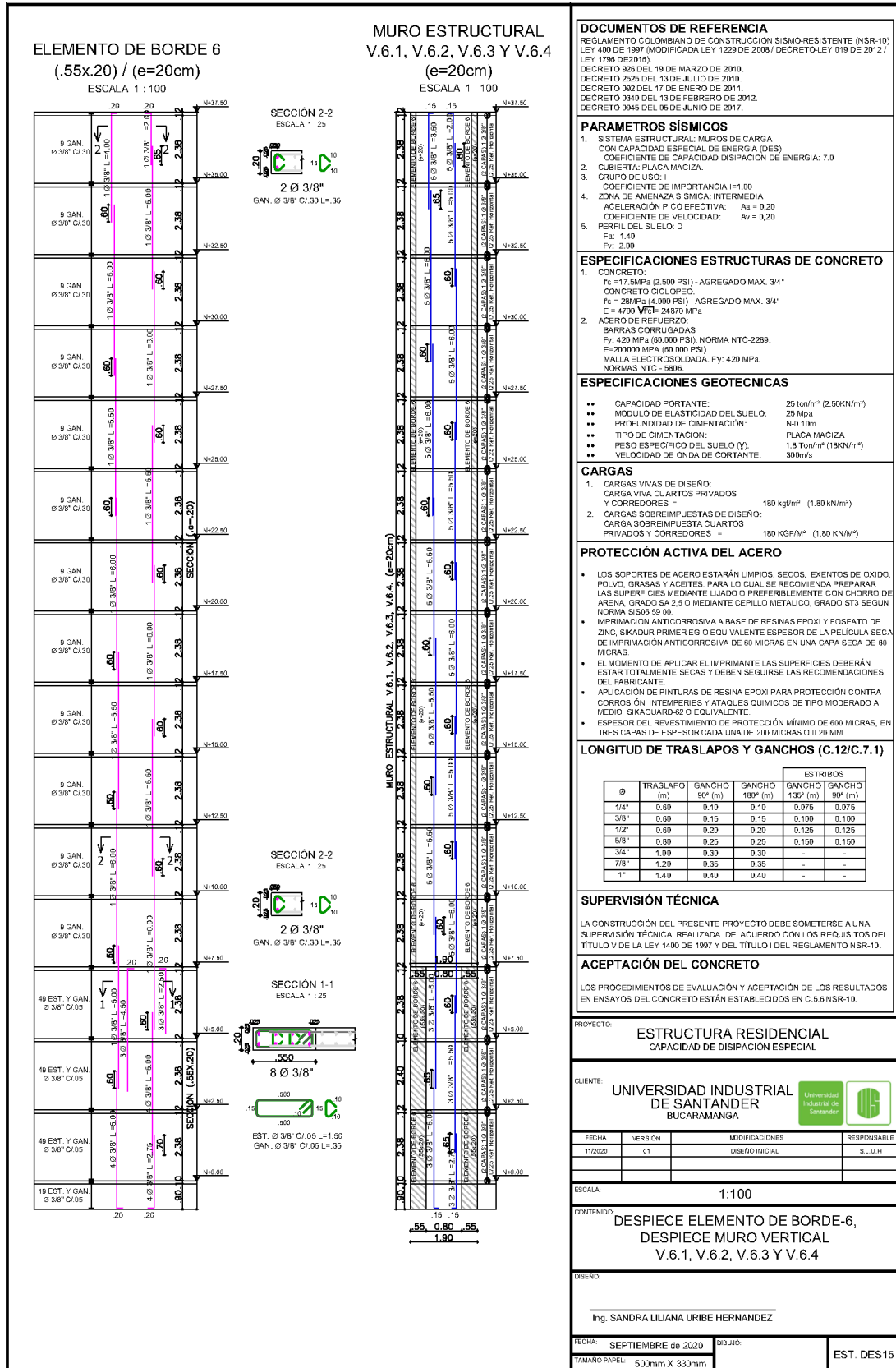
| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:100

CONTENIDO: DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-5,  
DESPIECE MURO VERTICAL  
V.5.1, V.5.2, V.5.3 Y V.5.4

DISEÑO: Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020 DIBUJO: EST. DES14  
TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

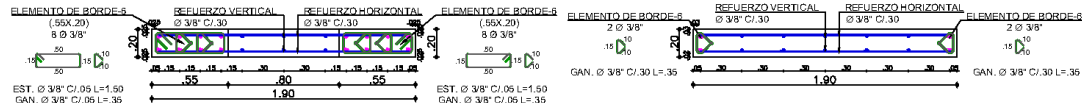


**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.6.1, V.6.2, V.6.3 Y V.6.4 (e=20cm)**

**ESCALA 1:25**

PISO 1 AL PISO 3  
(N+2.50 AL N+7.50)

PISO 3 AL PISO 15  
(N+7.50 AL N+37.50)



**MURO ESTRUCTURAL**  
**V.7.1, V.7.2, V.7.3 Y V.7.4 (e=20cm)**

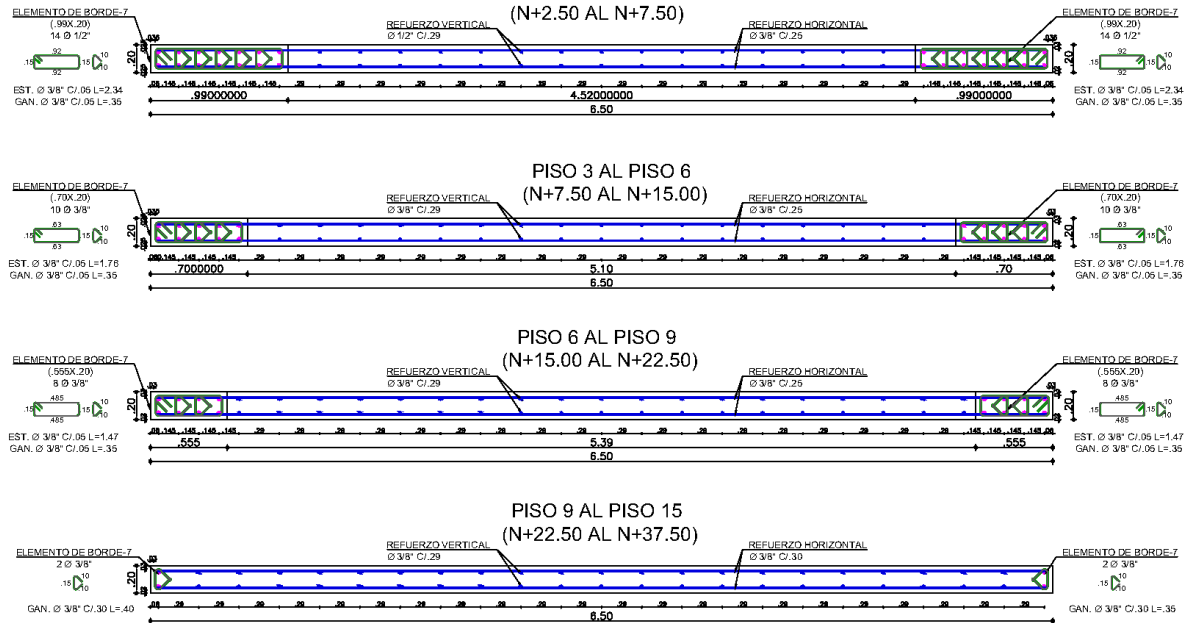
**ESCALA 1:25**

PISO 1 AL PISO 3  
(N+2.50 AL N+7.50)

PISO 3 AL PISO 6  
(N+7.50 AL N+15.00)

PISO 6 AL PISO 9  
(N+15.00 AL N+22.50)

PISO 9 AL PISO 15  
(N+22.50 AL N+37.50)



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1700 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SISMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGIA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: 1.00
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- Fa: 1.40
- Fv: 2.00

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24,570 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (30,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 kN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL**  
**DE SANTANDER**  
BUCAMANGA



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.I.U.H     |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCION MUROS VERTICALES**  
**V.6.1, V.6.2, V.6.3 Y V.6.4**  
**V.7.1, V.7.2, V.7.3 Y V.7.4**

DISEÑO:

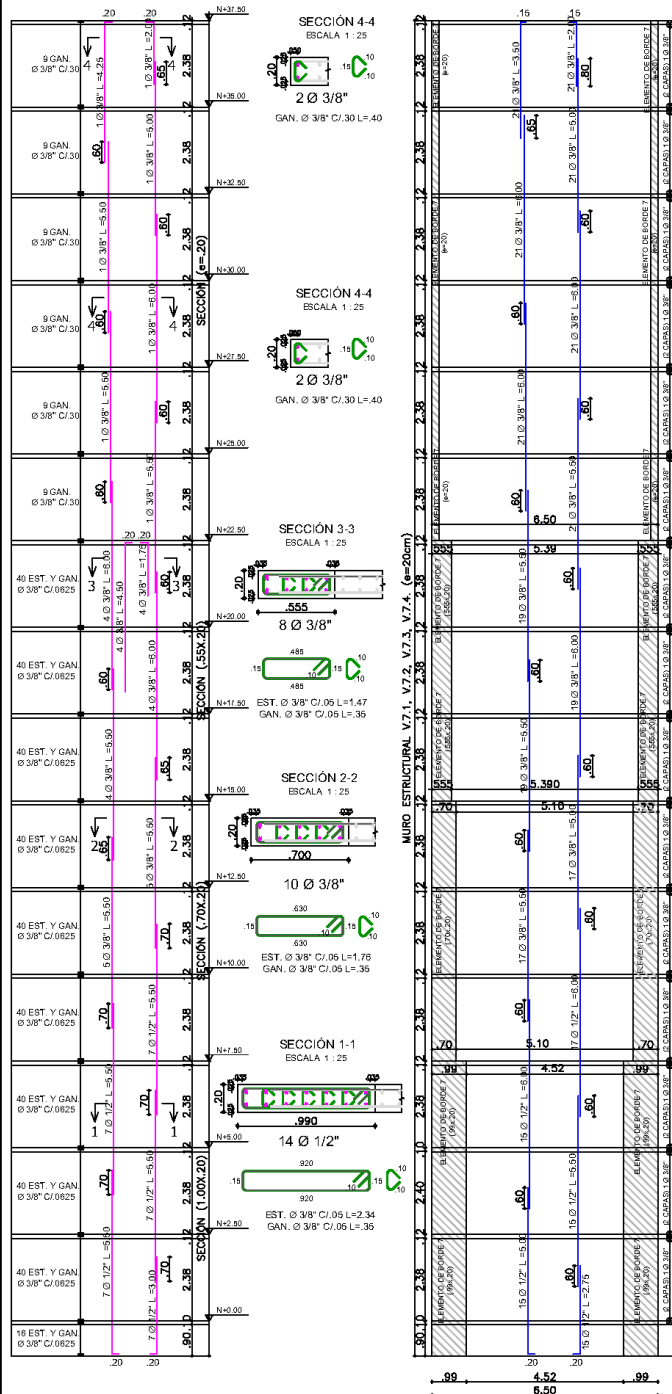
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |             |
|-----------------------------|---------|-------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES 16 |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm |         |             |



ELEMENTO DE BORDE 7  
(.99x.20) / (.70x.20)  
/ (.555x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100

MURO ESTRUCTURAL  
V.7.1, V.7.2, V.7.3 Y V.7.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**  
 REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1228 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016)  
 DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**  
 1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
 CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)  
 COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0  
 2. CUBIERTA: PLACA MACIZA  
 3. GRUPO DE USO: I  
 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: I=1.00  
 4. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
 ACCELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
 COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$   
 5. PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**  
 1. CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa  
 2. ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
 MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
 NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**  
 \*\* CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)  
 \*\* MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa  
 \*\* PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m  
 \*\* TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA  
 \*\* PESO ESPECÍFICO DEL SUELO (γ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 KN/m<sup>3</sup>)  
 \*\* VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**  
 1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
 CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 KN/m<sup>2</sup>)  
 2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
 CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**  
 • LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.  
 • IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER E O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.  
 • EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.  
 • APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-42 O EQUIVALENTE.  
 • ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**  
 LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**  
 LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO: ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUARAMANGA

| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |

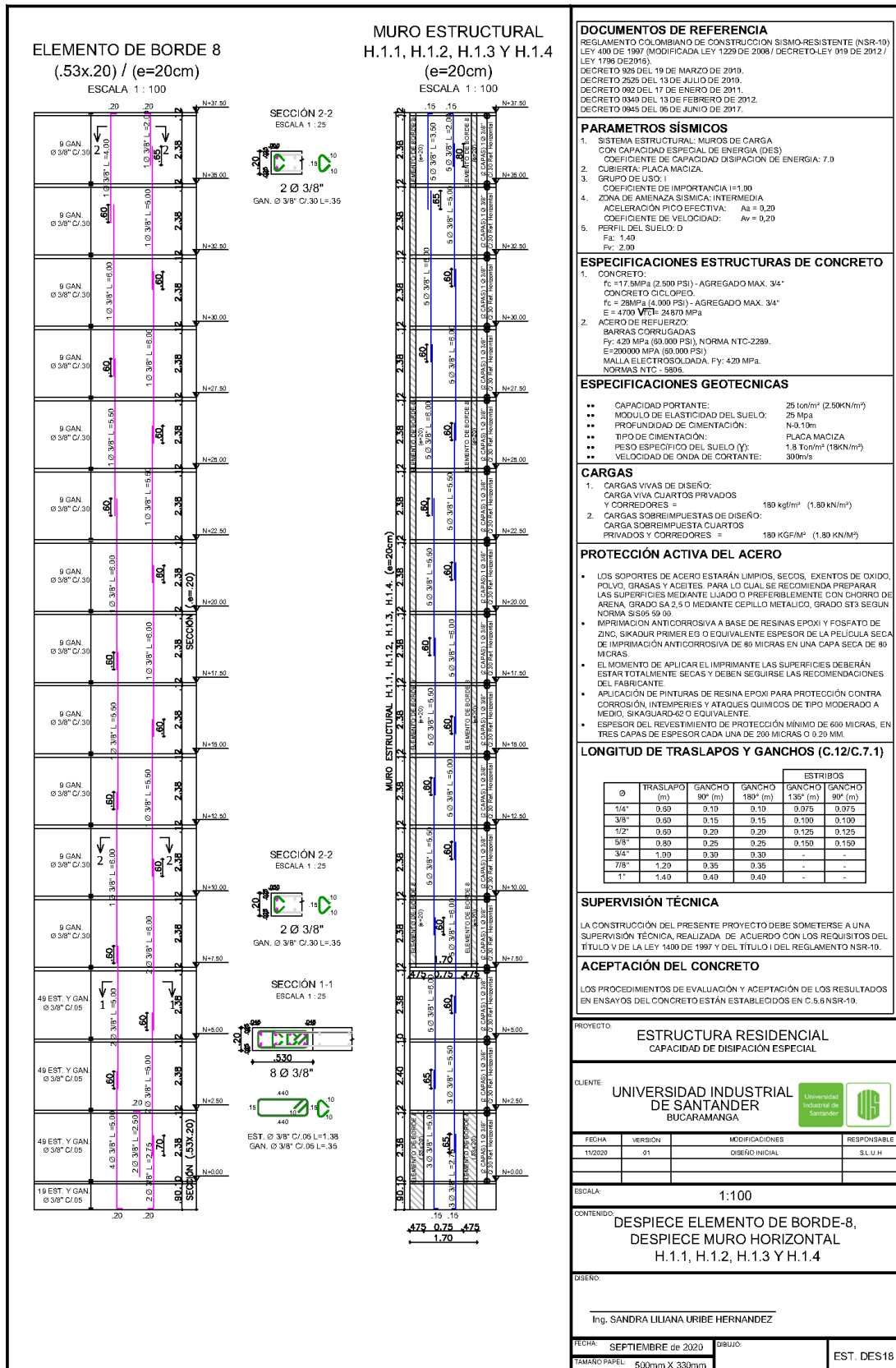
ESCALA: 1:100

CONTENIDO: DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-7,  
DESPIECE MURO VERTICAL  
V.7.1, V.7.2, V.7.3 Y V.7.4

DISEÑO: Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

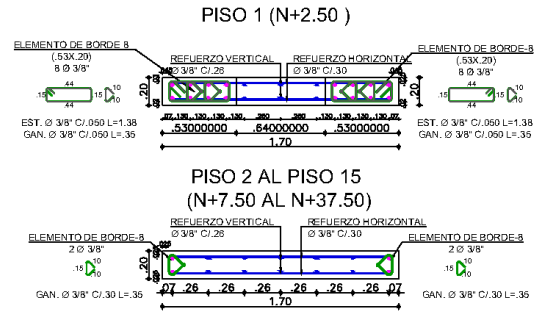
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020 DIBUJO: EST. DES17

TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm

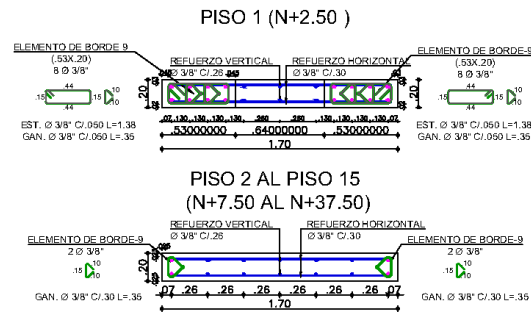




**MURO ESTRUCTURAL  
H.1.1, H.1.2, H.1.3 Y H.1.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1:25**



**MURO ESTRUCTURAL  
H.2.1, H.2.2, H.2.3 Y H.2.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1:25**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGIA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24573 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL**

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCAMANGA**



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:25

CONTENIDO:

**SECCIÓN MUROS HORIZONTALES  
H.1.1, H.1.2, H.1.3 Y H.1.4  
H.2.1, H.2.2, H.2.3 Y H.2.4**

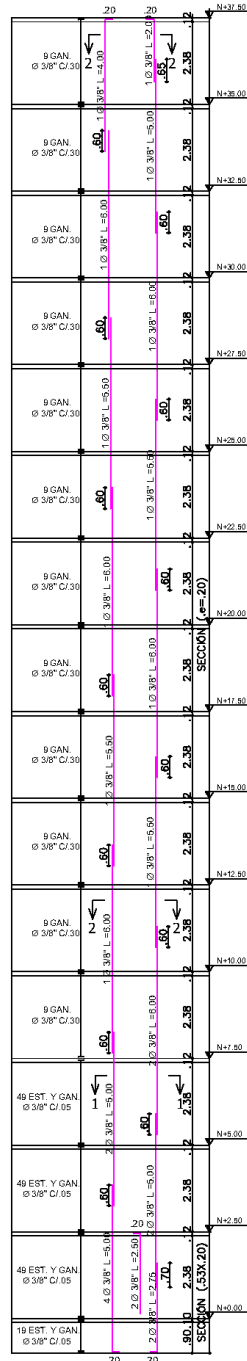
DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|               |                    |         |  |             |
|---------------|--------------------|---------|--|-------------|
| FECHA:        | SEPTIEMBRE de 2020 | DIBUJO: |  | EST. DES 19 |
| TAMAÑO PAPEL: | 500mm X 330mm      |         |  |             |

**ELEMENTO DE BORDE 9**  
(.53x.20) / (e=20cm)

ESCALA 1 : 100



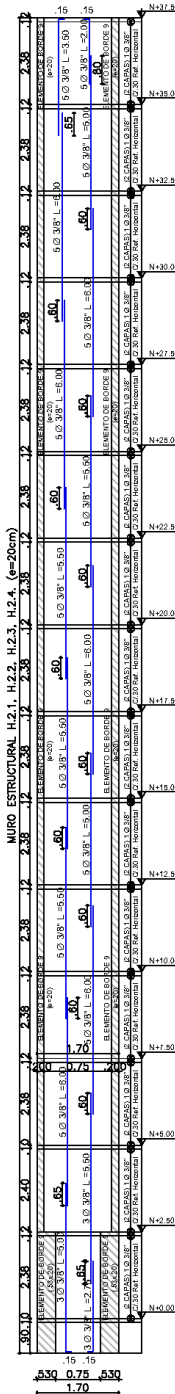
SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25



GAN. Ø 3/8\"/>

**MURO ESTRUCTURAL**  
H.2.1, H.2.2, H.2.3 Y H.2.4

(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100

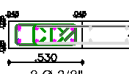


SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25

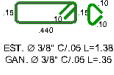


GAN. Ø 3/8\"/>

SECCIÓN 1-1  
ESCALA 1 : 25



EST. Ø 3/8\"/>



EST. Ø 3/8\"/>

**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2525 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: I=1.00
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 kN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- RESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma_s$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (180 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EG O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | ESTRIBOS        |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              |                |                 | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCA RAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SLU.H       |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-9,**  
**DESPIECE MURO HORIZONTAL**  
**H.2.1, H.2.2, H.2.3 Y H.2.4**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020   | DIBUJO: | EST. DES20 |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |



**e=(25cm)**  
**ESCALA 1:25**

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 /  
LEY 1796 DE2010.  
DECRETO 826 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2525 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 06 DE JUNIO DE 2017.

1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7,0
2. QUIERTA: PLACA MACIZA.
3. GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1,00$
4. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_a = 0,20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $\beta_v = 0,20$
5. PERFIL DEL SUELO: D

1. CONCRETO:  
 $f_c = 117.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \text{ MPA}$   $E = 24870 \text{ MPa}$

2. ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (50,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (50,000 PSI)  
 MALLA ELECTROSOLDADA,  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
 NORMAS NTC - 5806.

|    |                                  |                                                |
|----|----------------------------------|------------------------------------------------|
| •• | CAPACIDAD PORTANTE:              | 25 ton/m <sup>2</sup> (2.50KN/m <sup>2</sup> ) |
| •• | MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: | 25 Mpa                                         |
| •• | PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN:      | N-0.10m                                        |
| •• | TIPO DE CIMENTACIÓN:             | PLACA MACIZA                                   |
| •• | PESO ESPECIFICO DEL SUELO (Y):   | 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18KN/m <sup>3</sup> )  |
| •• | VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE:   | 300m/s                                         |

**CARGAS**

1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)

2. CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

ESTRUCTURA RESIDENCIAL  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

SECCIÓN MURO HORIZONTAL  
H.3.1, H.3.2, H.3.3 Y H.3.4

---

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

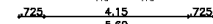
|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES22 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

$$/ (.475 \times .20) / (e = 20 \text{ cm})$$

.20 .20

(e=20cm)

.15      .15



REGlamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente (NSR-10)  
LEY 400 de 1997 (MODIFICADA LEY 1229 de 2008 / DECRETO-LEY 019 de 2012 /  
LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2525 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 06 DE JUNIO DE 2017.

1. SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)
2. COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
3. CUBIERTA: PLACA MACIZA.
4. GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA = 1.00
5. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA
6. ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0,20$
7. COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0,20$
8. PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

1. CONCRETO:  
fc = 17.5MPa (2.500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
fc = 28MPa (4.000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
E = 4700 MTCN= 24870 MPa
2. ACERO DE REFUERZO  
BARRAS CORRUGADAS  
Fy: 420 MPa (60.000 PSI), NORMA NTC-2299.  
E=200000 MPA (60.000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA, Fy: 420 MPa.  
NORMAS NTC - 5805.

|    |                                  |                                                |
|----|----------------------------------|------------------------------------------------|
| •• | CAPACIDAD PORTANTE:              | 25 ton/m <sup>2</sup> (2.50kN/m <sup>2</sup> ) |
| •• | MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: | 25 Mpa                                         |
| •• | PROFUNDIDAD DE OMENTACIÓN:       | N-0.10m                                        |
| •• | TIPO DE CIMENTACIÓN:             | PLACA MACIZA                                   |
| •• | PESO ESPECIFICO DEL SUELO (Y):   | 1.8 Ton/m <sup>3</sup> (18kN/m <sup>3</sup> )  |
| •• | VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE:   | 300m/s                                         |

1. CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)

2. CARGAS SOBREIMPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREIMPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGF/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LA CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LLAZO O PREFERIBLEMENTE CON CHORO DE ARENA, GRADO #2.5 O MEDIANTE CEMENTO METALICO, GRADO ST SEGÚN NORMA AIS605 99 000
- LA PINTURA ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EPO O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SEGÚN DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOVIMIENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, IMPERMEES Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MODERADO, SIKADUR PRIMER EPO EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

| Ø    | TRASLAPO<br>(m) | GANCHO<br>90° (m) | GANCHO<br>180° (m) | ESTRIBOS           |                   |
|------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|      |                 |                   |                    | GANCHO<br>135° (m) | GANCHO<br>90° (m) |
| 14"  | 0.50            | 0.10              | 0.10               | 0.075              | 0.075             |
| 3/8" | 0.50            | 0.15              | 0.15               | 0.100              | 0.100             |
| 1/2" | 0.50            | 0.20              | 0.20               | 0.125              | 0.125             |
| 5/8" | 0.50            | 0.25              | 0.25               | 0.150              | 0.150             |
| 3/4" | 1.00            | 0.30              | 0.30               | -                  | -                 |
| 7/8" | 1.20            | 0.35              | 0.35               | -                  | -                 |
| 1"   | 1.40            | 0.40              | 0.40               | -                  | -                 |

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1400 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

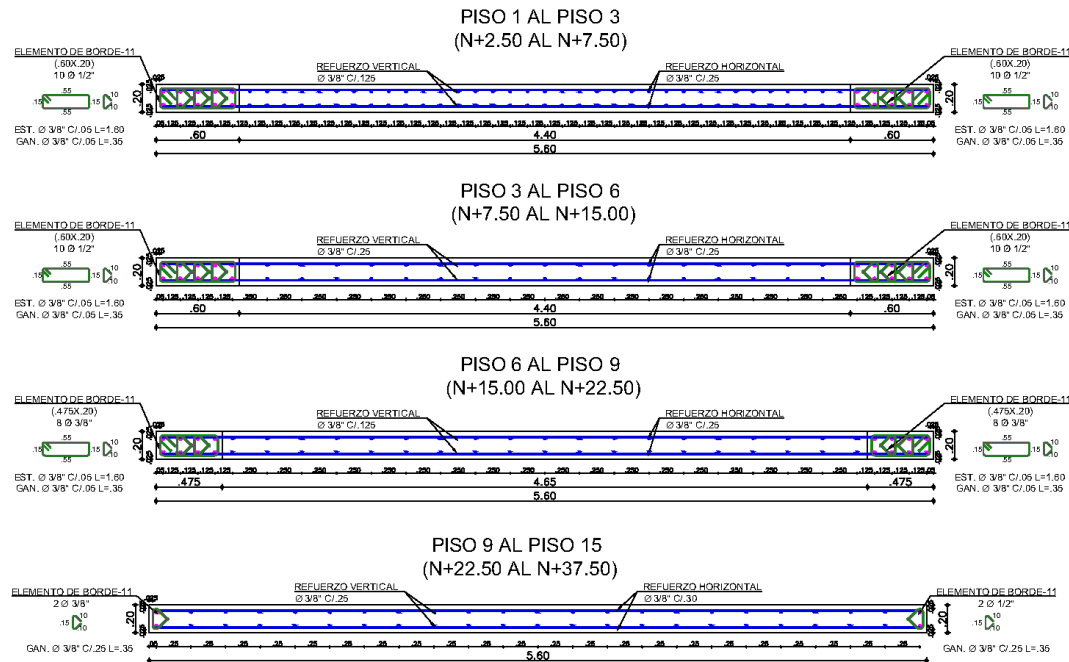
CLIENTE: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER  
BUCARAMANGA

ESCALA: 1:100

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES23 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

**MURO ESTRUCTURAL**  
**H.4.1, H.4.2, H.4.3 Y H.4.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
 LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1706 DE 2016).  
 DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
 DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
 DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
 DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
 DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGÍA: 7.0
- COBERTA PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I  
 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I=1.00$
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA  
 ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$   
 COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \text{ VON} = 24570 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
 BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
 MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
 NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
 CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 KN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREIMPUESTAS DE DISEÑO:  
 CARGA SOBREIMPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KG/FM<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
 CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL**  
**DE SANTANDER**  
 BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

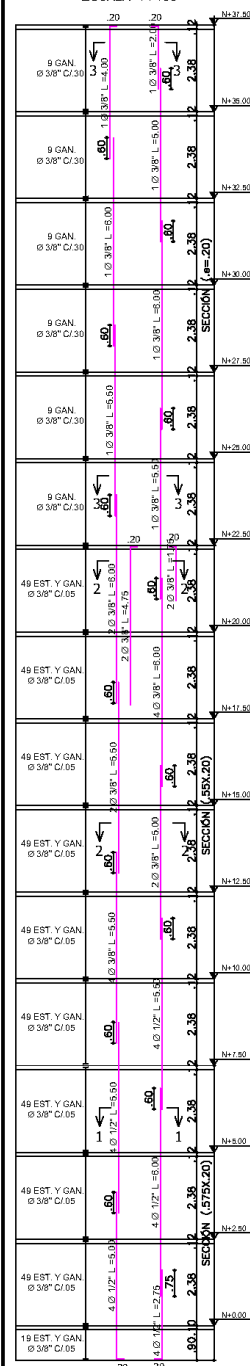
**SECCIÓN MURO HORIZONTAL**  
**H.4.1, H.4.2, H.4.3 Y H.4.4**

DISEÑO:

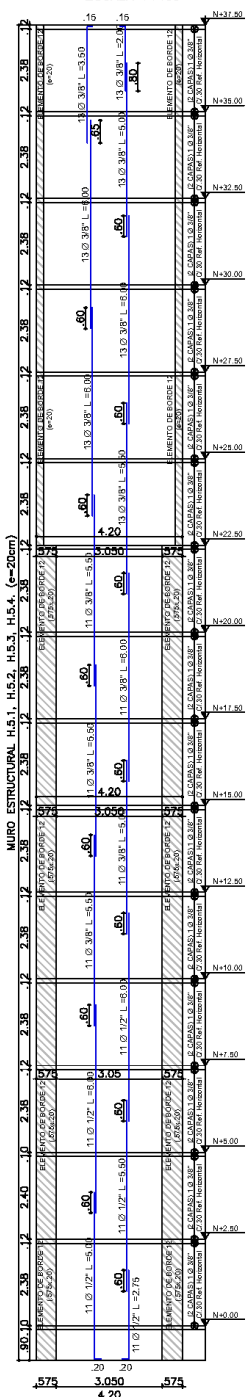
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES24 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

**ELEMENTO DE BORDE 12**  
(.55x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**MURO ESTRUCTURAL**  
H.5.1, H.5.2, H.5.3 Y H.5.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016)  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA  
CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)  
COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- CLUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA:  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_s = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 Mpa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA.
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS  
Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS  
PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIAJO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59.00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER EG O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIR LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-62 O EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | GANCHO 90° (m) | ESTRIBOS        |                 |                |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|      |              |                | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) | GANCHO 45° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          | -              |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          | -              |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          | -              |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          | -              |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-12,**  
**DESPIECE MURO HORIZONTAL**  
**H.5.1, H.5.2, H.5.3 Y H.5.4**

DISEÑO:

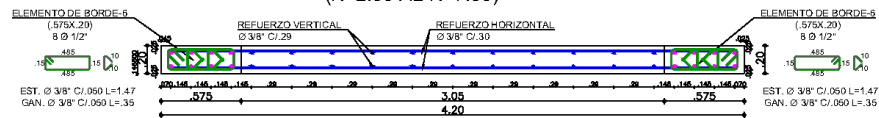
Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020   | DIBUJO: | EST. DES25 |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

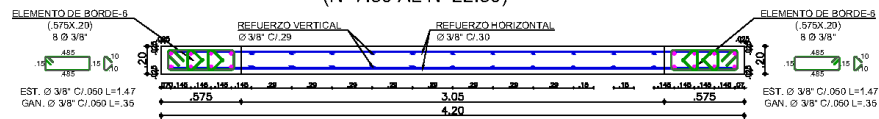


**MURO ESTRUCTURAL**  
**H.5.1, H.5.2, H.5.3 Y H.5.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**

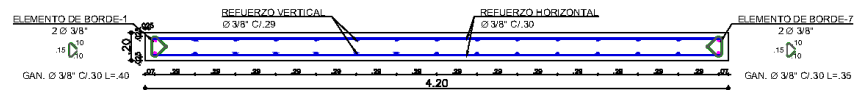
PISO 1 AL PISO 3  
(N+2.50 AL N+7.50)



PISO 3 AL PISO 9  
(N+7.50 AL N+22.50)



PISO 9 AL PISO 15  
(N+22.50 AL N+37.50)



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1700 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2626 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGIA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACION DE ENERGIA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SISMICA: INTERMEDIA
- ACELERACION PICO EFECTIVA:  $A_a = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24573 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2289.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50 kN/m<sup>2</sup>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACION: PLACA MACIZA
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18 kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 kN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACION ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL**  
**DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSION | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCIÓN MURO HORIZONTAL**  
**H.5.1, H.5.2, H.5.3 Y H.5.4**

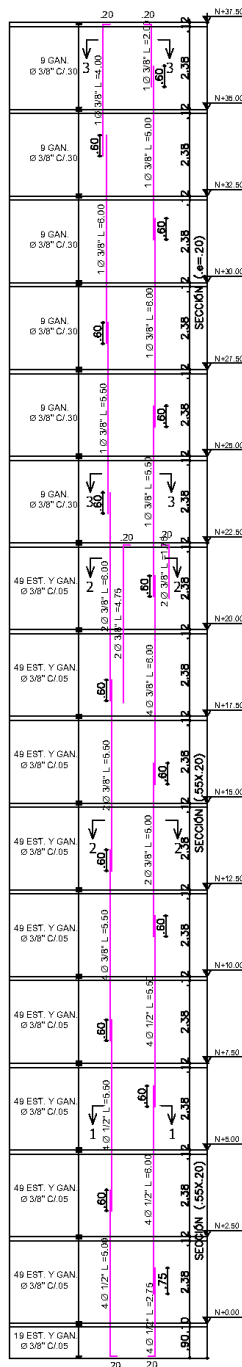
DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES26 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |



**ELEMENTO DE BORDE 13**  
(.55x.20) / (e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



SECCIÓN 3-3  
ESCALA 1 : 25

2 Ø 1 1/2"  
GAN. Ø 3/8" C/30 L=35

SECCIÓN 3-3  
ESCALA 1 : 25

2 Ø 3/8"  
GAN. Ø 3/8" C/30 L=35

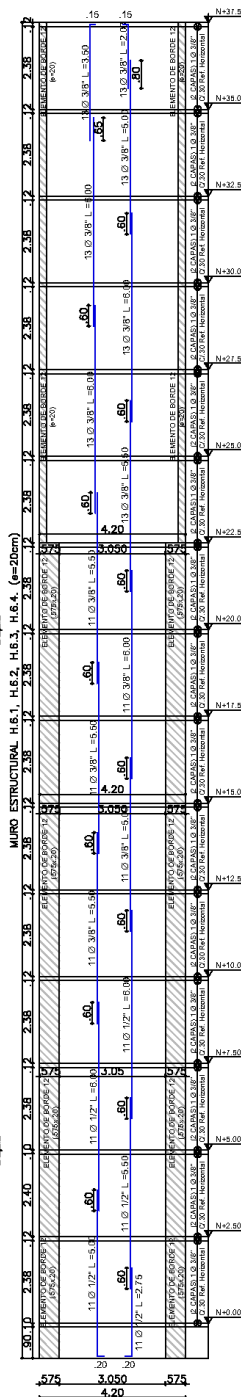
SECCIÓN 2-2  
ESCALA 1 : 25

8 Ø 3/8"  
EST. Ø 3/8" C/05 L=1.47  
GAN. Ø 3/8" C/05 L=35

SECCIÓN 1-1  
ESCALA 1 : 25

8 Ø 1 1/2"  
EST. Ø 3/8" C/05 L=1.47  
GAN. Ø 3/8" C/05 L=35

**MURO ESTRUCTURAL**  
H.6.1, H.6.2, H.6.3 Y H.6.4  
(e=20cm)  
ESCALA 1 : 100



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008/ DECRETO LEY 019 DE 2012 / LEY 1796 DE 2016).  
DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 092 DEL 17 DE FEBRERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- GRUPO DE USO: I
- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA: I=1.00
- ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_E = 0.20$
- COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_v = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D
- $F_a = 1.40$
- $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO:  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c}$  - 24,870 MPa
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI) NORMA NTC-2289.  
 $E = 200,000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA.  $F_y = 420 \text{ MPa}$ .  
NORMAS NTC - 5905.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,500 KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N=0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18kN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGf/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

**PROTECCIÓN ACTIVA DEL ACERO**

- LOS SOPORTES DE ACERO ESTARÁN LIMPIOS, SECOS, EXENTOS DE ÓXIDO, POLVO, GRASAS Y ACEITES. PARA LO CUAL SE RECOMIENDA PREPARAR LAS SUPERFICIES MEDIANTE LIJADO O PREFERIBLEMENTE CON CHORRO DE ARENA, GRADO SA 2.5 O MEDIANTE CEPILLO METÁLICO, GRADO ST3 SEGUN NORMA SIS05 59 00.
- IMPRIMACION ANTICORROSIVA A BASE DE RESINAS EPOXI Y FOSFATO DE ZINC, SIKADUR PRIMER E O EQUIVALENTE ESPESOR DE LA PELÍCULA SECA DE IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE 80 MICRAS EN UNA CAPA SECA DE 80 MICRAS.
- EL MOMENTO DE APLICAR EL IMPRIMANTE LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR TOTALMENTE SECAS Y DEBEN SEGUIRSE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- APLICACIÓN DE PINTURAS DE RESINA EPOXI PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN, INTemperies Y ATAQUES QUÍMICOS DE TIPO MODERADO A MEDIO, SIKAGUARD-42 O EQUIVALENTE.
- ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN MÍNIMO DE 600 MICRAS, EN TRES CAPAS DE ESPESOR CADA UNA DE 200 MICRAS O 0.20 MM.

**LONGITUD DE TRASLAPOS Y GANCHOS (C.12/C.7.1)**

| Ø    | TRASLAPO (m) | ESTRIBOS       |                 |                 |                |
|------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|      |              | GANCHO 90° (m) | GANCHO 180° (m) | GANCHO 135° (m) | GANCHO 90° (m) |
| 1/4" | 0.60         | 0.10           | 0.10            | 0.075           | 0.075          |
| 3/8" | 0.60         | 0.15           | 0.15            | 0.100           | 0.100          |
| 1/2" | 0.60         | 0.20           | 0.20            | 0.125           | 0.125          |
| 5/8" | 0.60         | 0.25           | 0.25            | 0.150           | 0.150          |
| 3/4" | 1.00         | 0.30           | 0.30            | -               | -              |
| 7/8" | 1.20         | 0.35           | 0.35            | -               | -              |
| 1"   | 1.40         | 0.40           | 0.40            | -               | -              |

**SUPERVISIÓN TÉCNICA**

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DEBE SOMETERSE A UNA SUPERVISIÓN TÉCNICA, REALIZADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL TÍTULO V DE LA LEY 1430 DE 1997 Y DEL TÍTULO I DEL REGLAMENTO NSR-10.

**ACEPTACIÓN DEL CONCRETO**

LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DEL CONCRETO ESTÁN ESTABLECIDOS EN C.5.6 NSR-10.

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | S.L.U.H     |
|         |         |                |             |

ESCALA:

1:100

CONTENIDO:

**DESPIECE ELEMENTO DE BORDE-13,**  
**DESPIECE MURO HORIZONTAL**  
**H.6.1, H.6.2, H.6.3 Y H.6.4**

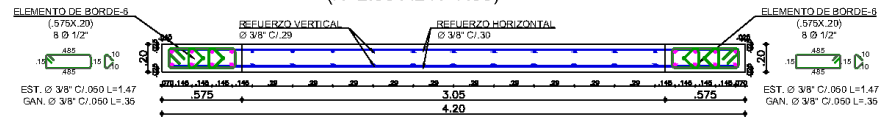
DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

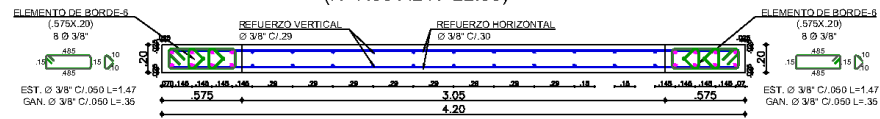
|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE DE 2020   | DIBUJO: | EST. DES27 |
| TAMANO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

**MURO ESTRUCTURAL**  
**H.6.1, H.6.2, H.6.3 Y H.6.4**  
**(e=20cm)**  
**ESCALA 1:25**

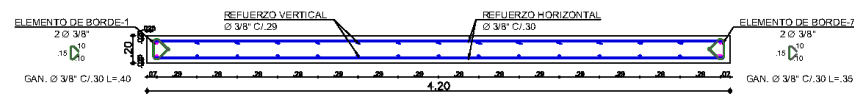
PISO 1 AL PISO 3  
(N+2.50 AL N+7.50)



PISO 3 AL PISO 9  
(N+7.50 AL N+22.50)



PISO 9 AL PISO 15  
(N+22.50 AL N+37.50)



**DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

REGlamento COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)  
LEY 400 DE 1997 (MODIFICADA LEY 1229 DE 2008 / DECRETO-LEY 019 DE 2012 / LEY 1700 DE 2016).  
DECRETO 925 DEL 19 DE MARZO DE 2010.  
DECRETO 2625 DEL 13 DE JULIO DE 2010.  
DECRETO 082 DEL 17 DE ENERO DE 2011.  
DECRETO 0340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012.  
DECRETO 0945 DEL 05 DE JUNIO DE 2017.

**PARAMETROS SÍSMICOS**

- SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS DE CARGA CON CAPACIDAD ESPECIAL DE ENERGÍA (DES)
- COEFICIENTE DE CAPACIDAD DISIPACIÓN DE ENERGÍA: 7.0
- CUBIERTA: PLACA MACIZA.
- GRUPO DE USO: I  
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA  $I = 1.00$
- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA  
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA:  $A_E = 0.20$   
COEFICIENTE DE VELOCIDAD:  $A_V = 0.20$
- PERFIL DEL SUELO: D  
 $F_a = 1.40$   
 $F_v = 2.00$

**ESPECIFICACIONES ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

- CONCRETO  
 $f_c = 17.5 \text{ MPa}$  (2,500 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
CONCRETO CICLOPEO.  
 $f_c = 28 \text{ MPa}$  (4,000 PSI) - AGREGADO MAX. 3/4"  
 $E = 4700 \sqrt{f_c} = 24573 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO:  
BARRAS CORRUGADAS  
 $F_y = 420 \text{ MPa}$  (60,000 PSI), NORMA NTC-2288.  
 $E = 200000 \text{ MPa}$  (60,000 PSI)  
MALLA ELECTROSOLDADA:  $F_y = 420 \text{ MPa}$ , NORMAS NTC - 5806.

**ESPECIFICACIONES GEOTECNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE: 25 ton/m<sup>2</sup> (2,50KN/m<sup>2</sup>)
- MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO: 25 MPa
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: N-0.10m
- TIPO DE CIMENTACIÓN: PLACA MACIZA
- PESO ESPECÍFICO DEL SUELO ( $\gamma$ ): 1.8 Ton/m<sup>3</sup> (18KN/m<sup>3</sup>)
- VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE: 300m/s

**CARGAS**

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:  
CARGA VIVA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 kgf/m<sup>2</sup> (1.80 kN/m<sup>2</sup>)
- CARGAS SOBREIMPUESTAS DE DISEÑO:  
CARGA SOBREIMPUESTA CUARTOS PRIVADOS Y CORREDORES = 180 KGF/M<sup>2</sup> (1.80 KN/M<sup>2</sup>)

PROYECTO:

**ESTRUCTURA RESIDENCIAL**  
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL

CLIENTE:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**  
BUCARAMANGA



| FECHA   | VERSIÓN | MODIFICACIONES | RESPONSABLE |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 11/2020 | 01      | DISEÑO INICIAL | SL U/H      |
|         |         |                |             |

ESCALA: 1:25

CONTENIDO:

**SECCIÓN MURO HORIZONTAL**  
**H.6.1, H.6.2, H.6.3 Y H.6.4**

DISEÑO:

Ing. SANDRA LILIANA URIBE HERNANDEZ

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| FECHA: SEPTIEMBRE de 2020   | DIBUJO: | EST. DES28 |
| TAMAÑO PAPEL: 500mm X 330mm |         |            |

