

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO TECNICO-ECONOMICO ENTRE EDIFICIOS MODELADOS CON LOSAS ALIVIANADAS EN UNA DIRECCIÓN DE HORMIGON ARMADO Y HORMIGON PRESFORZADO

AUTOR:

SARA MICHELLE PONGUILLO BETANCOURT

DIRECTOR:

ING. PATRICIO CASTRO

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

QUITO, MARZO DE 2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme permitido seguir el camino que escogí para mi vida.

A mi padre, por todo el esfuerzo y sacrificio que ha hecho desde el día que nací hasta el día de hoy sin importar nada para que yo pueda llegar a ser la persona que he llegado a ser.

A mi madre, por ser mi luz y mi guía en la vida, por haber visto los amaneceres conmigo y por ser mi mejor amiga.

A mis hermanos, porque a pesar de que son menores que yo han sido para mí un ejemplo de perseverancia y tenacidad.

A mi novio Luis, por construir su vida junto a la mía.

A mi tía Pilar, por la ayuda que me brindó a lo largo de mi carrera.

Al Ing. Eduardo Aguirre y a su familia, por sus enseñanzas y ayuda tanto personal como profesionalmente.

Al Ing. Patricio Castro director de mi tesis, por toda la ayuda brindada tanto en la carrera y por impulsarme a realizar un trabajo de titulación a la altura de mi capacidad.

Al Ing. Estuardo Páez y al Ing. Marcelo Guerra correctores de mi trabajo de titulación por la ayuda y dedicación que me dieron para poder desarrollar mi tesis.

A mis amigos, en especial a Alexandra Oviedo por ser como una hermana e Ivanna Mendoza por haber sido mi amiga incondicional de la carrera.

Sara Michelle Ponguillo Betancourt

Dedicatoria

A mis abuelitas Dora Andrade e Hilda Ayala por ser mi ejemplo de mujeres luchadoras, por todo el amor y comprensión que me han dado a lo largo de mi vida y por enseñarme que soy capaz de todo lo que me proponga.

A mi madre, Diana Betancourt como resultado de todos sus años de dedicación a sus hijos.

A mi padre, Fausto Ponguillo como muestra del orgullo que siento de ser su hija y ahora, colega.

A mis hermanos Emilio y Esteban que nunca han dudado de mí y siempre me han apoyado.

A mi novio Luis Aguirre por ser tan comprensivo, paciente y amoroso. Por ayudarme a ser una buena persona y una gran profesional y por haber estado a mi lado en momentos duros y en momentos felices.

Sara Michelle Ponguillo Betancourt

Tabla de contenido

1. CAPÍTULO I 1
1.1 Introducción 1
1.2 Objetivos 2
1.2.1 Objetivo General 2
1.2.2 Objetivos Específicos 2
1.3 Alcance 2
2. CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 3
2.1 Diseño Estructural 3
2.1.1 Materiales 3
2.1.1.1 Hormigón 3
2.1.1.2 Acero de Refuerzo 4
2.1.1.3 Malla de Temperatura 5
2.1.1.4 Cable de Acero para presfuerzo 5
2.1.1.5 Sistema de Anclaje 5
2.1.2 Sistema Constructivo 6
2.1.2.1 Hormigón Armado 6
2.1.2.2 Hormigón Presforzado 7
2.1.3 Elementos Estructurales 9
2.1.3.1 Columnas de Hormigón Armado 9
2.1.3.2 Vigas de Hormigón Armado 10
2.1.3.3 Losas alivianadas de hormigón armado en una dirección 11
2.1.3.4 Losas alivianadas de hormigón presforzado en una dirección 11
2.1.4 Sistema Estructural 12
2.1.4.1 Superestructura 12
2.1.4.2 Pórticos Especiales a Momento 12
2.1.4.3 Cargas 12

2.1.5 Bases para el diseño 13
2.1.5.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015) 13
2.1.5.2 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14) 13
2.1.5.3 Post-tensioning Manual 14
2.1.6 Método de Diseño 14
2.2 Costos 15
2.2.1 Análisis de Precios Unitarios (APUs) 15
2.2.2 Presupuesto 16
3. CAPÍTULO III: LOSAS ALIVIANADAS EN UNA DIRECCIÓN 17
3.1 Losas de Hormigón Armado 18
3.1.1 Momentos Flexionantes 19
3.1.2 Cortante 22
3.2 Losas de Hormigón Presforzado 23
3.2.1 Análisis a Flexión 24
3.2.1.1 Etapas de Carga 24
3.2.1.2 Método de Balance de Cargas 26
3.2.1.3 Esfuerzos bajo cargas de servicio 32
3.2.1.4 Límites de esfuerzos 33
4. CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN GENERAL 34
4.1 Propiedades Mecánicas 34
4.1.1 Propiedades Mecánicas del Hormigón 34
4.1.2 Propiedades Mecánicas del Acero de Refuerzo 35
4.1.3 Propiedades Mecánicas del Cable de Presfuerzo 36
4.2 Cargas 36
4.2.1 Cargas Consideradas 36
4.2.1.1 Carga Muerta (Permanente) 36
4.2.1.2 Carga Viva 37

4.2.2 Combinaciones de Carga 38
4.3 Requerimientos de la NEC 2015 39
4.3.1 Consideraciones y Factores 39
4.3.1.1 Zona Sísmicas 39
4.3.1.2 Perfil del Suelo 40
4.3.1.3 Coeficiente del Perfil de Suelo 41
4.3.1.4 Categoría de edificio y categoría de importancia 42
4.3.1.5 Factores para determinación del período de vibración T 43
4.3.1.6 Grupos estructurales de acuerdo con R 44
4.3.1.7 Configuración estructural 45
4.3.2 Cálculo del Espectro de respuesta elástico de aceleraciones 45
4.3.2.1 Cálculo del Período 47
4.3.3 Cálculo del Cortante Basal de Diseño 48
5. CAPÍTULO V: PREDISEÑO Y BASES DEL DISEÑO 52
5.1 Prediseño 52
5.1.1 Combinaciones de Carga 52
5.1.2 Disposición de ejes para modelos 53
5.1.3 Prediseño de columnas 54
5.1.4 Prediseño de Vigas 56
5.1.5 Prediseño de losas de hormigón armado 60
5.1.6 Prediseño de losas de hormigón presforzado 60
5.2 Bases de Diseño 61
5.2.1 Recubrimiento 61
5.2.2 Área de acero (As) mínimo 63
5.2.2.1 As en vigas 63
5.2.2.2 As en columnas 64
5.2.2.3 As Losas hormigón armado 64

5.2.2.4 As Losas hormigón presforzado 65
5.2.3 Diseño del Refuerzo 65
5.2.3.1 Espaciamiento mínimo 65
5.2.3.2 Desarrollo de ganchos 67
5.2.3.3 Desarrollo del refuerzo 70
5.2.3.4 Desarrollo de Traslape 80
5.2.3.5 Refuerzo transversal 83
5.2.4 Anclajes y conectores 86
5.2.5 Consideraciones sísmicas 88
5.2.5.1 Consideraciones en vigas 88
5.2.5.2 Consideraciones en columnas 90
6. CAPÍTULO VI: MEMORIA DE CÁLCULO EDIFICIO 1 91
6.1 Tablas de resultados del Análisis en SAP2000 91
6.1.1 Materiales 91
6.1.1.1 Propiedades de los materiales – Tabla general 91
6.1.1.2 Propiedades de los materiales- Hormigón 92
6.1.1.3 Propiedades de los materiales – Acero de Refuerzo 92
6.1.1.4 Propiedades de los materiales – Objeto tipo 93
6.1.2 Elementos de la estructura 93
6.1.2.1 Secciones de Área 93
6.1.2.2 Secciones de Pórticos 95
6.1.3 Carga Viva y carga muerta 98
6.1.4 Carga sísmica 99
6.1.5 Derivas 105
6.2 Gráficos de resultados del análisis y diseño en SAP2000 107
6.2.1 Modelo 3D 107
6.2.2 Columnas 108

6.2.3 Vigas 109
6.2.4 Losa 110
6.2.5 Cargas D+L 111
6.2.6 Cargas QX, QY y DINAMICA 113
6.2.7 Mass Source 116
6.2.8 Espectro de diseño 117
6.2.9 Diseño 118
6.2.9.1 Diseño de columnas 118
6.2.9.2 Diseño de Losas 122
6.2.9.3 Diseño de vigas 123
7. CAPÍTULO VII: MEMORIA DE CÁLCULO EDIFICIO 2 143
7.1 Tablas de resultados del Análisis en SAP2000 y ADAPT-PTRC 143
7.1.1 Materiales 143
7.1.1.1 Propiedades de los materiales – Tabla general 143
7.1.1.2 Propiedades de los materiales- Hormigón 144
7.1.1.3 Propiedades de los materiales – Acero de Refuerzo 144
7.1.1.4 Propiedades de los materiales – Objeto tipo 145
7.1.2 Elementos de la estructura 146
7.1.2.1 Secciones de Área 146
7.1.2.2 Secciones de Pórticos 147
7.1.3 Carga Viva y carga muerta 151
7.1.4 Carga sísmica 152
7.1.5 Derivas 159
7.1.6 Losas 160
7.1.6.1 Parámetros generales de diseño 160
7.1.6.2 Losas vanos continuos 9m 161
7.1.6.3 Losa vano discontinuo 9m 168

7.1.6.4 Losa vano discontinuo 6.1m 175
7.2 Gráficos de resultados del análisis y diseño en SAP2000 182
7.2.1 Modelo 3D 182
7.2.2 Columnas 183
7.2.3 Vigas 184
7.2.4 Losa 186
7.2.5 Cargas D+L 187
7.2.6 Cargas QX, QY y DINAMICA 189
7.2.7 Mass Source 192
7.2.8 Espectro de diseño 193
7.2.9 Diseño 194
7.2.9.1 Diseño de columnas 194
7.2.9.2 Diseño de vigas 200
8. CAPÍTULO VIII: PLANOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO 220
8.1 Planos estructurales 220
8.2 Especificaciones Técnicas 222
8.2.1 Especificaciones del Hormigón 222
8.2.2 Especificaciones de encofrado y desencofrado 222
8.2.3 Especificaciones del acero de refuerzo 223
8.2.4 Especificaciones del cable de presfuerzo 224
8.3 Análisis de Precios unitarios 225
8.4 Cálculo de volúmenes de obra 225
8.4.1 Volumen de elementos en Edificio 1 225
8.4.1.1 Volumen de columnas 225
8.4.1.2 Volumen de vigas 226
8.4.1.3 Volumen de losas 230

8.4.2 Volumen de elementos en Edificio 2 232
8.4.2.1 Volumen de columnas 232
8.4.2.2 Volumen de vigas 232
8.4.2.3 Volumen de losas 234
8.5 Presupuesto 236
8.5.1 Presupuesto Edificio 1 236
8.5.2 Presupuesto Edificio 2 237
9. CAPÍTULO IX: COMPARACION TECNICAS Y ECONÓMICAS 238
9.1 Comparación Técnica 238
9.2 Comparación económica 243
10. CAPÍTULO X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 245
10.1 Conclusiones 245
10.2 Recomendaciones 247

Índice de Tablas

Tabla 1: Losa con sistema en una dirección.. 24
Tabla 2: Esfuerzos bajo carga de servicio 32
Tabla 3: Limites para los esfuerzos a compresión..... 33
Tabla 4: Límites para los esfuerzos a tracción. 33
Tabla 5: Propiedades mecánicas del hormigón 34
Tabla 6: Propiedades mecánicas del acero de refuerzo 35
Tabla 7: Varillas de acero de refuerzo usadas en Ecuador..... 35
Tabla 8: Propiedades mecánicas del acero de presfuerzo..... 36
Tabla 9: Cargas Muertas..... 37
Tabla 10: Cargas Muertas..... 37
Tabla 11: Combinaciones de Carga para el diseño por última resistencia. 38
Tabla 12: Tipos de Carga..... 38
Tabla 13: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. 39
Tabla 14: Clasificación de los perfiles de suelo. 40
Tabla 15: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto 41
Tabla 16: Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca. 41
Tabla 17: Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos 42
Tabla 18: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura. 43
Tabla 19: Factores para determinación del período de vibración.. 43
Tabla 20: Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles.. 44
Tabla 21: Coeficiente de configuración estructural.. 45
Tabla 22: Espectro de Diseño.. 49
Tabla 23: Espectro de diseño Sa.. 50
Tabla 24: Espectro de Diseño Sa(g). 50
Tabla 25: Espectro de Diseño Sa(g)/R. 51
Tabla 26: Espectro de diseño.. 51
Tabla 27: Valor de las cargas de diseño. 52
Tabla 28: Combinaciones de Carga.. 53
Tabla 29: Columnas tipo según área cooperante. 55
Tabla 30: Vigas tipo según área cooperante. 57

Tabla 31: Altura mínima de vigas no presforzadas. 59
Tabla 32: Altura mínima de vigas modelo hormigón armado. 59
Tabla 33: Espesor mínimo de losas en una dirección. 60
Tabla 34: Espesor mínimo de losas modelo hormigón armado 60
Tabla 35: Recubrimiento especificado para elementos de concreto construidos en sitio no preesforzados. 62
Tabla 36: Recubrimiento especificado para elementos de concreto presforzado construidos en sitio 63
Tabla 37: Recubrimiento de Diseño. 63
Tabla 38: Refuerzo a corte mínimo requerido. 64
Tabla 39: Espaciamiento mínimo de diseño. 66
Tabla 40: Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción. 67
Tabla 41: Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos, amarras y estribos cerrados de confinamiento. 68
Tabla 42: Dimensión de diseño de ganchos de tracción. 69
Tabla 43: Dimensión de diseño de ganchos de confinamiento. 70
Tabla 44: Longitud de desarrollo para barras corrugadas y alambre corrugado en tracción 71
Tabla 45: Factores de modificación para el desarrollo de las barras corrugadas y alambres corrugados en tracción 72
Tabla 46: Factores de modificación para el diseño de ld en tracción 73
Tabla 47: Longitud de desarrollo ld de diseño. 73
Tabla 48: Factores de modificación para el desarrollo de las barras con gancho en tracción. 75
Tabla 49: Factores de modificación para el diseño de ldh en tracción. 76
Tabla 50: Longitud de desarrollo ldh de diseño. 76
Tabla 51: Factores de modificación para barras y alambres corrugados a compresión. 78
Tabla 52: Factores de modificación para el diseño de ldc en compresión **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 53: Longitud de desarrollo ldc de diseño 79
Tabla 54: Longitud de traslapo lst a tracción de diseño 81
Tabla 55: Longitud de traslapo lsc a tracción de diseño 82

Tabla 56: Propiedades del material-general (1de2) Edificio 1 91
Tabla 57: Propiedades del material-general (2de2) Edificio 1. 91
Tabla 58: Propiedades del material-hormigón (1de2) Edificio 1 92
Tabla 59: Propiedades del material-hormigón (2de2) Edificio 1 92
Tabla 60: Propiedades del material-acero de refuerzo (1de2) Edificio 1 92
Tabla 61: Propiedades del material-acero de refuerzo (2de2) Edificio 1 92
Tabla 62: Propiedades de materiales-objeto tipo Edificio 1 93
Tabla 63: Propiedades de materiales-secciones Edificio 1 93
Tabla 64: Propiedades secciones de área Edificio 1. (1de4) 93
Tabla 65: Propiedades secciones de área Edificio 1. (2de4) 94
Tabla 66: Propiedades secciones de área Edificio 1. (3de4) 94
Tabla 67: Propiedades secciones de área Edificio 1. (4de4) 94
Tabla 68: Parámetros de diseño para secciones de área Edificio 1 94
Tabla 69: Propiedades secciones de pórtico. (1de5) Edificio 1 95
Tabla 70: Propiedades secciones de pórtico. (2de5) Edificio 1 95
Tabla 71: Propiedades secciones de pórtico. (3de5) Edificio 1 96
Tabla 72: Propiedades secciones de pórtico Edificio 1. (4de5) 96
Tabla 73: Propiedades secciones de pórtico (5de5) Edificio 1 96
Tabla 74: Propiedades de las columnas (1de3) Edificio 1 97
Tabla 75: Propiedades de las columnas. (2de3) Edificio 1 97
Tabla 76: Propiedades de las columnas. (3de3) Edificio 1 97
Tabla 77: Propiedades de las vigas. (1de2) Edificio 1 97
Tabla 78: Propiedades de las vigas. (2de2) Edificio 1 98
Tabla 79: Factores de cargas Edificio 1 98
Tabla 80: Asignación de cargas, espectro de respuesta Edificio 1. 99
Tabla 81: Espectro de diseño Edificio 1 100
Tabla 82: Coeficiente auto sísmico Edificio 1 100
Tabla 83: Reacciones en la base (1de4) Edificio 1 100
Tabla 84: Reacciones en la base (2de4) Edificio 1 101
Tabla 85: Reacciones en la base (3de4) Edificio 1 101
Tabla 86: Reacciones en la base (4de4) Edificio 1 101
Tabla 87: Mass Source Edificio 1 102
Tabla 88: Participación de carga modal Edificio 1 102

Tabla 89: Participación modal de la masa (1de3) Edificio 1 102
Tabla 90: Participación modal de la masa (2de3) Edificio 1 103
Tabla 91: Participación modal de la masa (3de3) Edificio 1 103
Tabla 92: Período y Frecuencia modal Edificio 1 104
Tabla 93: Respuesta del espectro modal (1de2) Edificio 1 104
Tabla 94: Respuesta del espectro modal Edificio 1. (2de2) 105
Tabla 95: Desplazamientos por piso Edificio 1 106
Tabla 96: Derivas de piso Edificio 1 106
Tabla 97: Propiedades del material-general (1de2) Edificio 2 143
Tabla 98: Propiedades del material-general (2de2) Edificio 2 143
Tabla 99: Propiedades del material- propiedades mecánicas Edificio 2 144
Tabla 100: Propiedades del material-hormigón (1de2) Edificio 2 144
Tabla 101: Propiedades del material-hormigón (2de2) Edificio 2 144
Tabla 102: Propiedades del material-acero de refuerzo (1de2) Edificio 2. 144
Tabla 103: Propiedades del material-acero de refuerzo (2de2) Edificio 2. 145
Tabla 104: Propiedades de materiales-objeto tipo Edificio 2. 145
Tabla 105: Propiedades de materiales-secciones Edificio 2. 145
Tabla 106: Propiedades secciones de área Edificio 2. (1de4). 146
Tabla 107: Propiedades secciones de área Edificio 2. (2de4). 146
Tabla 108: Propiedades secciones de área Edificio 2. (3de4). 146
Tabla 109: Tabla 12: Propiedades secciones de área Edificio 2. (4de4). 146
Tabla 110: Parámetros de diseño para secciones de área Edificio 1 147
Tabla 111: Propiedades secciones de pórtico. (1de5) Edificio 2 147
Tabla 112: Propiedades secciones de pórtico. (2de5) Edificio 2 148
Tabla 113: Propiedades secciones de pórtico. (3de5) Edificio 2 148
Tabla 114: Propiedades secciones de pórtico Edificio 2. (4de5) 149
Tabla 115: Propiedades secciones de pórtico (5de5) Edificio 2 149
Tabla 116: Propiedades de las columnas (1de3) Edificio 2 150
Tabla 117: Propiedades de las columnas. (2de3) Edificio 2 150
Tabla 118: Propiedades de las columnas. (3de3) Edificio 2 150
Tabla 119: Propiedades de las vigas. (1de2) Edificio 2 150
Tabla 120: Propiedades de las vigas. (2de2) Edificio 2 151
Tabla 121: Factores de cargas Edificio 2 151

Tabla 122: Asignación de cargas, espectro de respuesta Edificio 2. 152
Tabla 123: Espectro de diseño Edificio 1 153
Tabla 124: Coeficiente auto sísmico (1de2) Edificio 2. 153
Tabla 125: Coeficiente auto sísmico (2de2) Edificio 2. 153
Tabla 126: Reacciones en la base (1de5) Edificio 2. 153
Tabla 127: Reacciones en la base (2de5) Edificio 2. 154
Tabla 128: Reacciones en la base (3de5) Edificio 2. 154
Tabla 129: Reacciones en la base (4de5) Edificio 2. 154
Tabla 130: Reacciones en la base (5de5) Edificio 2. 155
Tabla 131: Mass Source Edificio 2 155
Tabla 132: Participación de carga modal Edificio 2 155
Tabla 133: Participación modal de la masa (1de3) Edificio 2 156
Tabla 134: Participación modal de la masa (2de3) Edificio 2 156
Tabla 135: Participación modal de la masa (3de3) Edificio 2. 157
Tabla 136: Período y Frecuencia modal Edificio 2 157
Tabla 137: Respuesta del espectro modal (1de2) Edificio 2 158
Tabla 138: Respuesta del espectro modal (2de2) Edificio 2 158
Tabla 139: Desplazamientos por piso Edificio 2 159
Tabla 140: Derivas de piso Edificio 2 160
Tabla 141: Parametros de diseño Edificio 2 161
Tabla 142: Geometría del vano (losa continua 9m) Edificio 2 161
Tabla 143: Drape del tendón (losa continua 9m) Edificio 2 162
Tabla 144: Fuerza mínima requerida (losa continua 9m) Edificio 2 162
Tabla 145: Diseño del cable (losa continua 9m) Edificio 2 163
Tabla 146: Esfuerzos (losa continua 9m) (1de3) Edificio 2 164
Tabla 147: Esfuerzos (losa continua 9m) (2de3) Edificio 2 165
Tabla 148: Esfuerzos (losa continua 9m) (3de3) Edificio 2 166
Tabla 149: Geometría del vano (losa discontinua 9m) Edificio 2 168
Tabla 150: Drape del tendón (losa discontinua 9m) Edificio 2 168
Tabla 151: Fuerza mínima requerida (losa discontinua 9m) 169
Tabla 152: Diseño del cable (losa discontinua 9m) Edificio 2 169
Tabla 153: Esfuerzos (losa discontinua 9m) (1de3) Edificio 2 170
Tabla 154: Esfuerzos (losa discontinua 9m) (2de3) Edificio 2 171

Tabla 155: Esfuerzos (losa discontinua 9m) (3de3) Edificio 2 172
Tabla 156: Geometría del vano (losa discontinua 6.1m) Edificio 2 175
Tabla 157: Drape del tendón (losa discontinua 6.1m) Edificio 2 175
Tabla 158: Fuerza mínima requerida (losa discontinua 6.1m) Edificio 2 175
Tabla 159: Diseño del cable (losa discontinua 6.1m) Edificio 2 176
Tabla 160: Esfuerzos (losa discontinua 6.1m) (1de3) Edificio 2 177
Tabla 161: Esfuerzos (losa discontinua 6.1m) (2de3) Edificio 2 178
Tabla 162: Esfuerzos (losa discontinua 6.1m) (3de3) Edificio 2 179
Tabla 163: Comparación técnica-Número de ejes de vigas 238
Tabla 164: Comparación técnica-Área neta 238
Tabla 165: Comparación técnica-Cantidad de hormigón 239
Tabla 166: Comparación técnica-Cantidad de acero de refuerzo 240
Tabla 167: Comparación técnica-Cargas de la estructura 240
Tabla 168: Comparación técnica-Reacciones de la base, carga muerta 241
Tabla 169: Comparación técnica-Reacciones en la base, carga viva 241
Tabla 170: Comparación técnica-Reacciones de la base, carga QUAKEX 241
Tabla 171: Comparación técnica-Reacciones de la base, carga QUAKEY 242
Tabla 172: Comparación técnica-Reacciones de la base, carga DINAMICA 242
Tabla 173: Comparación técnica-Derivas elásticas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 174: Comparación técnica-Derivas inelásticas 243
Tabla 175: Comparación económica-Costos 243

Índice de Figuras

Figura 1: Rangos Aproximados de Resistencia a la Compresión de diferentes tipos de hormigón…… 4

Figura 2: Viga de hormigón..... 6
Figura 3: Viga de hormigón con acero en la zona de tracción 7
Figura 4: Esquemas alternativos para presforzar una viga rectangular de hormigón..... 8
Figura 5: Columna de hormigón armado..... 9
Figura 6: Viga de hormigón armado..... 10
Figura 7: Alivianamiento Permanente 17
Figura 8: Alivianamiento hueco 18
Figura 9: Distribución de carga de losa unidireccional 18
Figura 10: Dimensión losa de hormigón armado en una dirección 19
Figura 11: Par de fuerzas de compresión y tensión del momento nominal. 20
Figura 12: Diagrama de cuerpo libre combinado 26
Figura 13: Diagrama de cuerpo libre de cargas equivalentes 27
Figura 14: Equilibrio de fuerzas en el elemento 28
Figura 15: Fuerzas introducidas por el cable 29
Figura 16: Diagrama para los momentos secundarios 30
Figura 17: Diagrama de cuerpo libre combinado 30
Figura 18: Acciones de equilibrio de cuerpo libre combinado 31
Figura 19: Diagrama de esfuerzos de elemento postensado 32
Figura 20: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. 39
Figura 21: Espectro de diseño 45
Figura 22: Área en planta y ejes para el modelo de hormigón armado 53
Figura 23: Área en planta y ejes para el modelo de hormigón presforzado 54
Figura 24: Áreas cooperantes según ubicación de las columnas 55
Figura 25: Área cooperante según ubicación de las vigas. 57
Figura 26: Viga simplemente apoyada con carga lineal.. 58
Figura 27: Longitud de desarrollo de ganchos ldh 74
Figura 28: Disposición del acero de refuerzo adicional 80
Figura 29: Zona de traslape en vigas. 82

Figura 30: Zona de traslape en columnas 83
Figura 31: Gancho de refuerzo transversal 84
Figura 32: Disposición de los ángulos de los estribos. 85
Figura 33: Espaciamiento libre máximo en columnas 85
Figura 34: Estribos suplementarios 86
Figura 35: Zona de anclaje local y general 87
Figura 36: Zona general para dispositivo de anclaje localizado lejos del extremo del miembro. 87
Figura 37: Modelo 3D Edificio 1 107
Figura 38: Modelación de columnas Edificio 1 108
Figura 39: Modelación de vigas Edificio 1 109
Figura 40: Modelación de losa Edificio 1 110
Figura 41: Carga muerta aplicada Edificio 1 111
Figura 42: Carga viva aplicada Edificio 112
Figura 43: Carga QX Edificio 1 113
Figura 44: Carga QY Edificio 1 114
Figura 45: Carga DINAMICA Edificio 1 115
Figura 46: Mass Source Edificio 1. 116
Figura 47: Espectro Edificio 1 117
Figura 48: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 1y2 Edificio 1 118
Figura 49: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 3y4 Edificio 1. 119
Figura 50: Diseño de acero transversal en columnas eje 1y2 Edificio 1 120
Figura 51: Diseño de acero transversal en columnas eje 3y4 Edificio 1. 121
Figura 52: Diseño de refuerzo longitudinal de nervios Edificio 1 122
Figura 53: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +3.50 Edificio 1 123
Figura 54: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +7.00 Edificio 1 124
Figura 55: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +10.50 Edificio 1 125
Figura 56: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +14.00 Edificio 1 126
Figura 57: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +17.50 Edificio 1 127
Figura 58: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +21.00 Edificio 1. 128
Figura 59: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +24.50 Edificio 1 129
Figura 60: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +28.00 Edificio 1. 130
Figura 61: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +31.50 Edificio 1 131

Figura 62: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +35.00 Edificio 1. 132
Figura 63: Diseño de acero transversal en vigas nivel +3.50 Edificio 1. 133
Figura 64: Diseño de acero transversal en vigas nivel +7.00 Edificio 1. 134
Figura 65: Diseño de acero transversal en vigas nivel +10.5 Edificio 1. 135
Figura 66: Diseño de acero transversal en vigas nivel +14.00 Edificio 1. 136
Figura 67: Diseño de acero transversal en vigas nivel +17.50 Edificio 1. 137
Figura 68: Diseño de acero transversal en vigas nivel +21.00 Edificio 1. 138
Figura 69: Diseño de acero transversal en vigas nivel +24.50 Edificio 1. 139
Figura 70: Diseño de acero transversal en vigas nivel +28.00 Edificio 1. 140
Figura 71: Diseño de acero transversal en vigas nivel +31.50 Edificio 1. 141
Figura 72: Diseño de acero transversal en vigas nivel +35.00 Edificio 1. 142
Figura 73: Perfil del tendón (losa continua 9m) Edificio 2. 166
Figura 74: Diagrama de esfuerzos iniciales (losa continua 9m) Edificio 2 167
Figura 75: Diagrama de esfuerzos finales (losa continua 9m) Edificio 2 167
Figura 76: Diagrama de momentos (losa continua 9m) Edificio 2 168
Figura 77: Perfil del tendón (losa discontinua 9m) Edificio 2 173
Figura 78: Diagrama de esfuerzos iniciales (losa discontinua 9m) Edificio 2 173
Figura 79: Diagrama de esfuerzos finales (losa discontinua 9m) Edificio 2 174
Figura 80: Diagrama de momentos (losa discontinua 9m) Edificio 2 174
Figura 81: Perfil del tendón (losa discontinua 6.1m) Edificio 2 179
Figura 82: Diagrama de esfuerzos iniciales (losa discontinua 6.1m) Edificio 2 180
Figura 83: Diagrama de esfuerzos finales (losa discontinua 6.1m) Edificio 2 180
Figura 84: Diagrama de momentos (losa discontinua 6.1m) Edificio 2 181
Figura 85: Modelo 3D Edificio 2 182
Figura 86: Modelación de columnas Edificio 2. 183
Figura 87: Modelación de vigas (Losas tipo 1, 2, 3,5) Edificio 2. 184
Figura 88: Modelación de vigas (Losa tipo 4) Edificio 2 185
Figura 89: Modelación de vigas Edificio 2 186
Figura 90: Carga muerta aplicada Edificio 2 187
Figura 91: Carga viva aplicada Edificio 2 188
Figura 92: Carga QX Edificio 2 189
Figura 93: Carga QY Edificio 2 190
Figura 94: Carga DINAMICA Edificio 2 191

Figura 95: Mass Source Edificio 2 192
Figura 96: Espectro Edificio 2..... 193
Figura 97: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 1 Edificio 2 194
Figura 98: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 2 Edificio 2 195
Figura 99: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 3 Edificio 2 196
Figura 100: Diseño de acero transversal en columnas eje 1 Edificio 2 197
Figura 101: Diseño de acero transversal en columnas eje 2 Edificio 2 198
Figura 102: Diseño de acero transversal en columnas eje 3 Edificio 2 199
Figura 103: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +3.50 Edificio 2. 200
Figura 104: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +7.00 Edificio 2 201
Figura 105: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +10.50 Edificio 2 202
Figura 106: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +14.00 Edificio 2 203
Figura 107: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +17.50 Edificio 2 204
Figura 108: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +21.00 Edificio 2 205
Figura 109: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +24.50 Edificio 2 206
Figura 110: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +28.00 Edificio 2 207
Figura 111: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +31.50 Edificio 2. 208
Figura 112: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +35.00 Edificio 2 209
Figura 113: Diseño de acero transversal en vigas nivel +3.50 Edificio 2 210
Figura 114: Diseño de acero transversal en vigas nivel +7.00 Edificio 2 211
Figura 115: Diseño de acero transversal en vigas nivel +10.5 Edificio 2 212
Figura 116: Diseño de acero transversal en vigas nivel +14.00 Edificio 2 213
Figura 117: Diseño de acero transversal en vigas nivel +17.50 Edificio 2 214
Figura 118: Diseño de acero transversal en vigas nivel +21.00 Edificio 2 215
Figura 119: Diseño de acero transversal en vigas nivel +24.50 Edificio 2 216
Figura 120: Diseño de acero transversal en vigas nivel +28.00 Edificio 2 217
Figura 121: Diseño de acero transversal en vigas nivel +31.50 Edificio 2 218
Figura 122: Diseño de acero transversal en vigas nivel +35.00 Edificio 2 219
Figura 123: Detalle de anclajes. 225

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 19
Ecuación 2 20
Ecuación 3 20
Ecuación 4 21
Ecuación 5 21
Ecuación 6 21
Ecuación 7 22
Ecuación 8 22
Ecuación 9 22
Ecuación 10 22
Ecuación 11 23
Ecuación 12 23
Ecuación 13 28
Ecuación 14 28
Ecuación 15 28
Ecuación 16 29
Ecuación 17 30
Ecuación 18 31
Ecuación 19 34
Ecuación 20 45
Ecuación 21 46
Ecuación 22 47
Ecuación 23 47
Ecuación 24 48
Ecuación 25 58
Ecuación 26 60
Ecuación 27 64
Ecuación 28 65
Ecuación 29 74
Ecuación 30 77
Ecuación 31 77
Ecuación 32 81

1. CAPÍTULO I

1.1 Introducción

En la ciudad de Quito, dentro del campo de la construcción, los ingenieros que analizan y diseñan proyectos estructurales han optado por mantener el método constructivo convencional de hormigón armado para losas ya que este método ha dado buenos resultados a lo largo de los años pero por costumbre no se ha dado apertura en el medio para la aplicación de nuevos métodos como es el Hormigón presforzado, ya que la falta de estudios e investigaciones realizadas para esta ciudad no genera confianza entre los profesionales de la construcción, siendo que, este sistema ha demostrado ser mejor y más eficiente en países como EEUU en América del Norte y en Chile, Colombia, Panamá, entre otros, en América del Sur.

Esta tesis propone hacer una comparación técnico-económica entre losas construidas con dos tipos diferentes de hormigón compuesto; estos son: el hormigón armado y el hormigón postensado. Esto se da con la finalidad de poder presentar a la comunidad de ingenieros un estudio real con el cual basarse al momento de realizar un diseño; determinar cuál de los dos sistemas presentan el mejor comportamiento estructural cuando se encuentran sometidas a las mismas condiciones de estados de carga mediante el análisis y diseño de los elementos y cumpliendo con los parámetros de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015) y mediante un estudio de costos que determine la opción más favorable tanto para el constructor como para el contratante, para que así en un futuro se pueda implementar la opción más conveniente y que sirva como guía de implementación de la opción estructural más conveniente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar un análisis comparativo técnico-económico entre dos edificios que tenga uno losas de hormigón armado y otro losas de hormigón presforzado postensado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir la metodología de análisis y diseño en las que se basarán los modelos y la comparación y a su vez determinar los parámetros que tiene que cumplir.
- Realizar el análisis técnico del modelo de losa de hormigón armado y el modelo de losa de hormigón postensado.
- Diseñar cada uno de los modelos planteados cumpliendo los parámetros establecidos en las Normativas seleccionadas.
- Predimensionar una estructura para analizar los diseños bajo condiciones de cargas.
- Hacer un estudio de costos de los dos modelos con la metodología del Análisis de Precios Unitarios (APU)
- Hacer un análisis comparativo basado en los resultados del análisis técnico, el diseño y el análisis de precios unitarios.

1.3 Alcance

El análisis comparativo se hará en base a la norma NEC 2015 de Peligro Sísmico y Diseño Sismoresistente vigente en el país para la cuidad de Quito, que está en la zona sísmica V y para un suelo tipo E.

Se diseñarán dos modelos de un edificio habitacional (superestructura) de 10 pisos con un área en planta de 779 m², que estará empotrado en sus apoyos. Los dos tendrán columnas y vigas descolgadas de hormigón armado y la diferencia estará en que el primer modelo tendrá losas alivianadas de hormigón armado y el segundo modelo tendrá losas alivianadas de hormigón postensado.

Se realizará el análisis estructural, diseño y análisis de precios unitarios de la superestructura de los dos modelos.

Con los datos obtenidos se hará una comparación y se determinará cual diseño va a ser más eficiente en resistencia y costos.

2. CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Diseño Estructural

2.1.1 Materiales

2.1.1.1 Hormigón

> El concreto u hormigón es un material que se puede considerar constituido por dos partes: una es un producto pastoso y moldeable, que tiene la propiedad de endureces con el tiempo, y la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esta pasta. A su vez, la pasta está constituida por agua y un producto aglomerante o conglomerante, que es el cemento. El agua cumple la doble misión de dar fluidez a la mezcla y de reaccionar químicamente con el cemento dando lugar, con ello a su endurecimiento. (Porrero et al., 2009, p31)
>
> Son dos las características o propiedades principales de mayor consideración. La primera es la relativa a la consistencia o grado de fluidez del material en estado fresco, la cual se conoce también como manejabilidad. La segunda propiedad es el grado de endurecimiento o resistencia que es capaz de adquirir el concreto. (Porrero et al., 2009, p36)
>
> Desde el momento en que los granos del cemento inician su proceso de hidratación comienzan las reacciones de endurecimiento, que se manifiestan en primer lugar con el atiesamiento del fraguado y continua luego con una evidente ganancia de resistencia, al principio en forma rápida y, a medida que trascurre el tiempo, disminuyendo la velocidad.(Porrero et al., 2009, p249)

"El hormigón se usa en gran cantidad en elementos estructurales de edificaciones tales como: columnas, vigas, losas, muros, etc. "(Porrero et al., 2009). Es por eso que dependiendo del elemento que va a crear, se debe alcanzar una resistencia mínima.

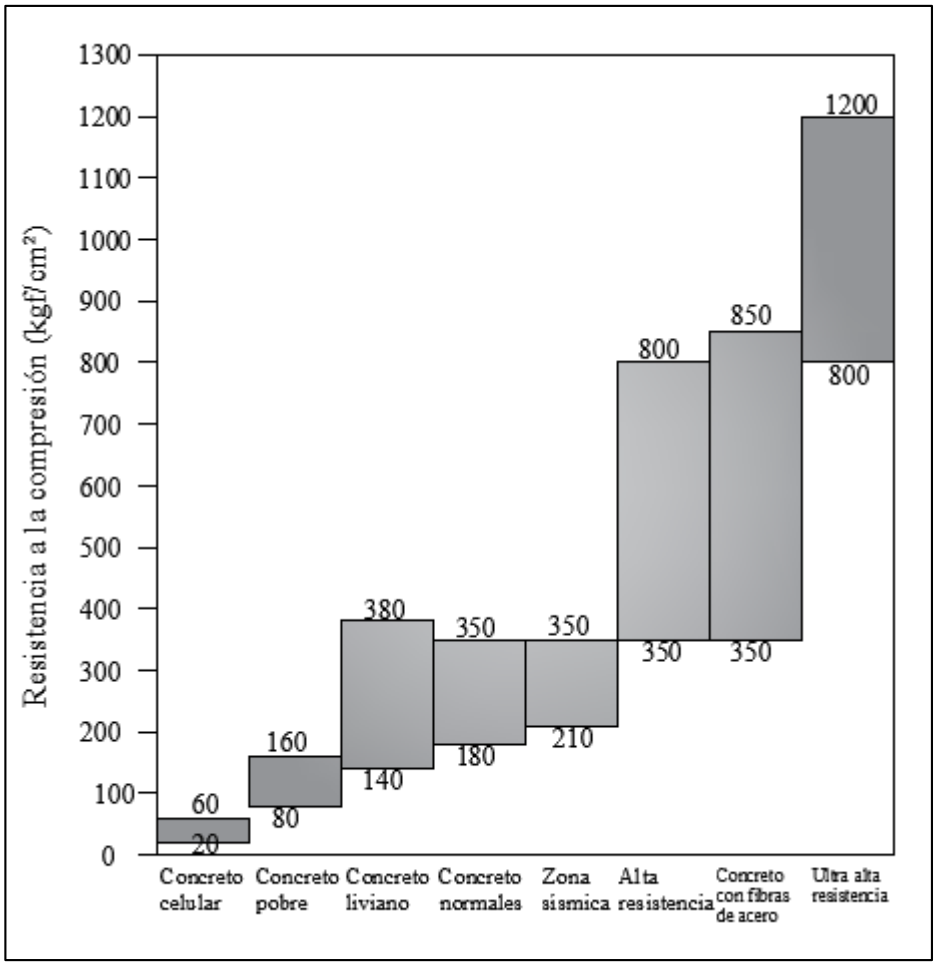


Figura 1: Rangos Aproximados de Resistencia a la Compresión de diferentes tipos de hormigón. Fuente: Porrero et al., 2009.Modificado por: Sara Ponguillo.

Para el desarrollo de esta tesis se consideró una resistencia del hormigón de 280 kg/cm² para todos los elementos.

2.1.1.2 Acero de Refuerzo

"El acero es una aleación de hierro y carbono, conformado en caliente y que puede tener presente, en forma intencional o no, pequeñas cantidades de otros elementos" (Porrero et al., 2009, p423).

McCormac & Brown (2011) afirman:

> El refuerzo usado en las estructuras de hormigón puede ser en forma de varilla o de malla. Las varillas pueden ser lisas o corrugadas. Las varillas corrugadas, que tienen protuberancias en sus superficies para aumentar la adherencia entre el hormigón y el acero, se usan en casi todas las aplicaciones. (p.22)

En el Ecuador se usan barras con un límite elástico que llega a los 4200 kg/cm².

2.1.1.3 Malla de Temperatura

La malla electrosoldada es una retícula de alambres laminados en frío dispuestos en ángulo recto, que se fabrica mediante electrosoldadura. Se utiliza como refuerzo estructural en losas y muros, también como acero de repartición y como refuerzo por retracción y temperatura. El límite elástico de los alambres (Fy) es 5000 kg/cm² por lo que el área de acero requerida es 16% menor que el área requerida con barras.(Porrero et al., 2009, p.442)

2.1.1.4 Cable de Acero para postensado

"El cable trenzado se fabrica de acuerdo con la Especificación ASTM A 416. Es fabricado con siete alambres firmemente torcidos alrededor de un séptimo de diámetro ligeramente mayor" (Nilson, 1990, p.54).

La resistencia última a la tensión de este cable es de 270ksi, cuenta con un diámetro de 0.5 pulgadas. La fuerza inicial que el cable resiste a tensión (fpi) es de 33kips o 15ton y la fuerza efectiva después de considerar las pérdidas es de 26.77kips o 12ton. Este es el valor con el que se va a diseñan las losas presforzadas.(Morales, 2020)

2.1.1.5 Sistema de Anclaje

Los anclajes se utilizan para tensar el cordón en el sitio. Una placa se usa típicamente durante las operaciones de instalado y fundición para incrustar los anclajes de tensión en el concreto. Después de tensar, se cortan las colas de los cables y la cuña se rellena con mortero para evitar la entrada de agua. Se debe tensionar el tendón a una fuerza específica para asentar las cuñas de forma segura en el anclaje. Esto asegura que no ocurra ningún deslizamiento en el extremo fijo durante la operación de tensión. (Post-tensioning Institute, 2006, p.62)

2.1.2 Sistema Constructivo

2.1.2.1 Hormigón Armado

El hormigón por si solo es un material que resiste bien a compresión (en torno a 30Mpa) aunque menos que el acero. Una característica del hormigón es su baja resistencia a tracción, del orden de 10 veces menor que la resistencia a compresión. Considerando una viga fabricada exclusivamente de hormigón, el valor máximo de la carga (q) que puede resistir la viga será aquella que origine una tensión de tracción igual a la resistencia a tracción del hormigón. Cuando esta carga se alcance la viga colapsara sin previo aviso.(Hernández & Gil, 2007, p.16)

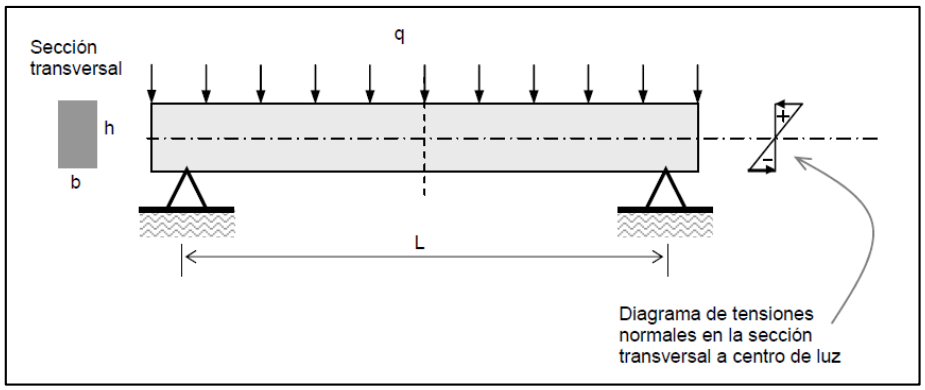


Figura 2: Viga de hormigón. Fuente:(Hernández & Gil, 2007, p.17)

Para mejorar este inconveniente, se plantea la necesidad de introducir un material que resista a tracción lo que el hormigón no puede: el acero. Este material añadido debe colocarse en las zonas donde es más necesario o sea, donde se desarrollan las tracciones. Al conjunto de ambos materiales trabajando de esta forma se le denomina hormigón armado. (Hernández & Gil, 2007, p.17)

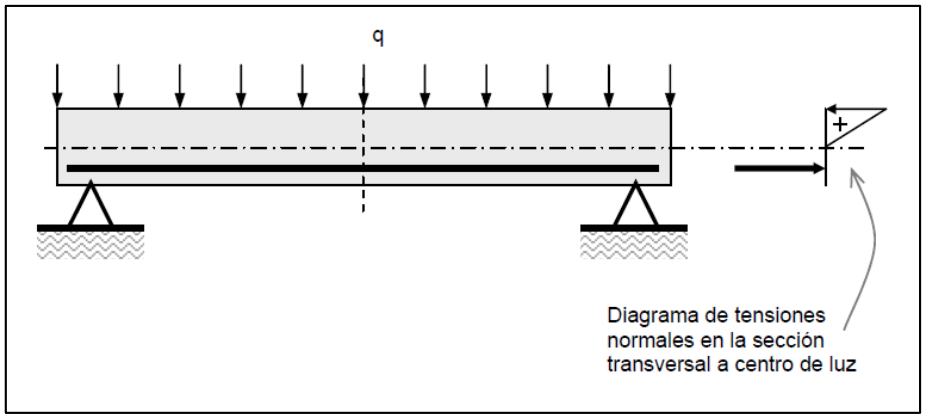


Figura 3: Viga de hormigón con acero en la zona de tracción Fuente:(Hernández & Gil, 2007, p.17)

2.1.2.2 Hormigón Presforzado

Como ya fue mencionado, el hormigón es un material que trabaja a compresión y su resistencia a la tensión es mucho más baja.

> El hormigón presforzado implica la aplicación de una carga compresiva, previa a la aplicación de las cargas anticipadas de diseño, en forma tal que se reduzcan o eliminen los esfuerzos de tensión que de otra forma ocurrirían. En la práctica actual de diseño se permite que haya esfuerzos de tensión en el concreto, y hasta cierto agrietamiento limitado. Haciendo variar la magnitud del esfuerzo compresivo puede controlarse la deflexión del miembro. (Nilson, 1990, p.17)

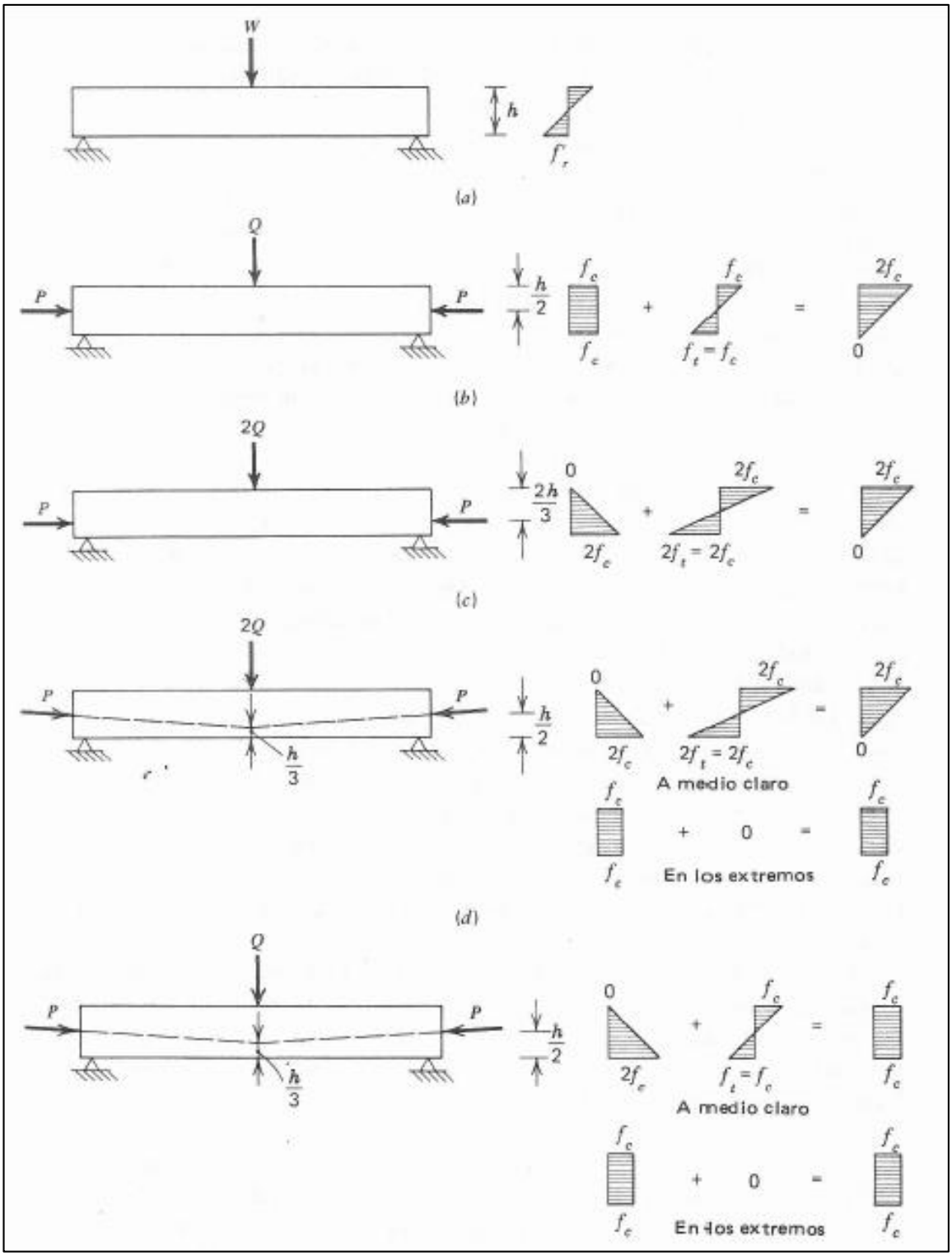


Figura 4: Esquemas alternativos para presforzar una viga rectangular de hormigón.

Fuente:(Nilson, 1990, p.23)

2.1.3 Elementos Estructurales

2.1.3.1 Columnas de Hormigón Armado

Las columnas son aquellos elementos verticales que soportan fuerzas de compresión y flexión, encargados de transmitir todas las cargas de la estructura a la cimentación; es decir, son uno de los elementos más importantes para el soporte de la estructura. Las columnas son diseñadas con una sección y refuerzo según los esfuerzos que debe resistir, generalmente repartiendo el esfuerzo longitudinal simétricamente en la cara de la sección, para no causar excentricidades en el elemento. (Silva, 2018)

Una columna de concreto simple puede soportar muy poca carga, pero su capacidad de carga aumenta mucho si se le agregan varillas longitudinales. Pueden lograrse incrementos sustanciales de resistencia proporcionando restricción lateral a las varillas longitudinales. Bajo cargas de compresión, las columnas no sólo tienden a acortarse longitudinalmente, sino también a expandirse lateralmente debido a la ley de Poisson. La capacidad de tales miembros puede aumentar considerablemente si se les provee restricción lateral en forma de estribo cerrado estrechamente separado o espirales helicoidales enrolladas alrededor del refuerzo longitudinal. (McCormac & Brown, 2011, p.258)

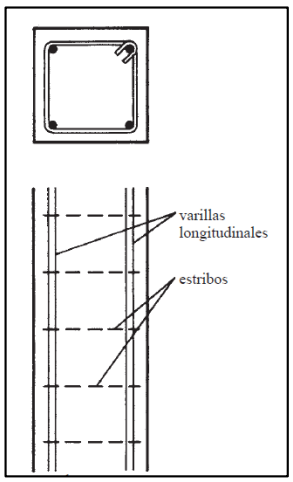


Figura 5: Columna de hormigón armado. Fuente: McCormac & Brown, 2011

2.1.3.2 Vigas de Hormigón Armado

"Se define como Viga a un elemento estructural que trabaja principalmente a flexión y cuya longitud predomina sobre las otras dos dimensiones, suele ser horizontal"(Parra, 2017).

> Comúnmente, las vigas de hormigón armado son continuas sobre varios soportes y, bajo cargas de gravedad, desarrollan el diagrama de momentos y la forma desviada que se muestra en la figura. Nuevamente, se necesita refuerzo en la cara de tracción de la viga, que se encuentra en la parte superior de las vigas en las regiones de momento negativo cerca de los soportes y en la parte inferior en las regiones de momento positivo cerca de los medios.(Wight & MacGregor, 2009, p.196)

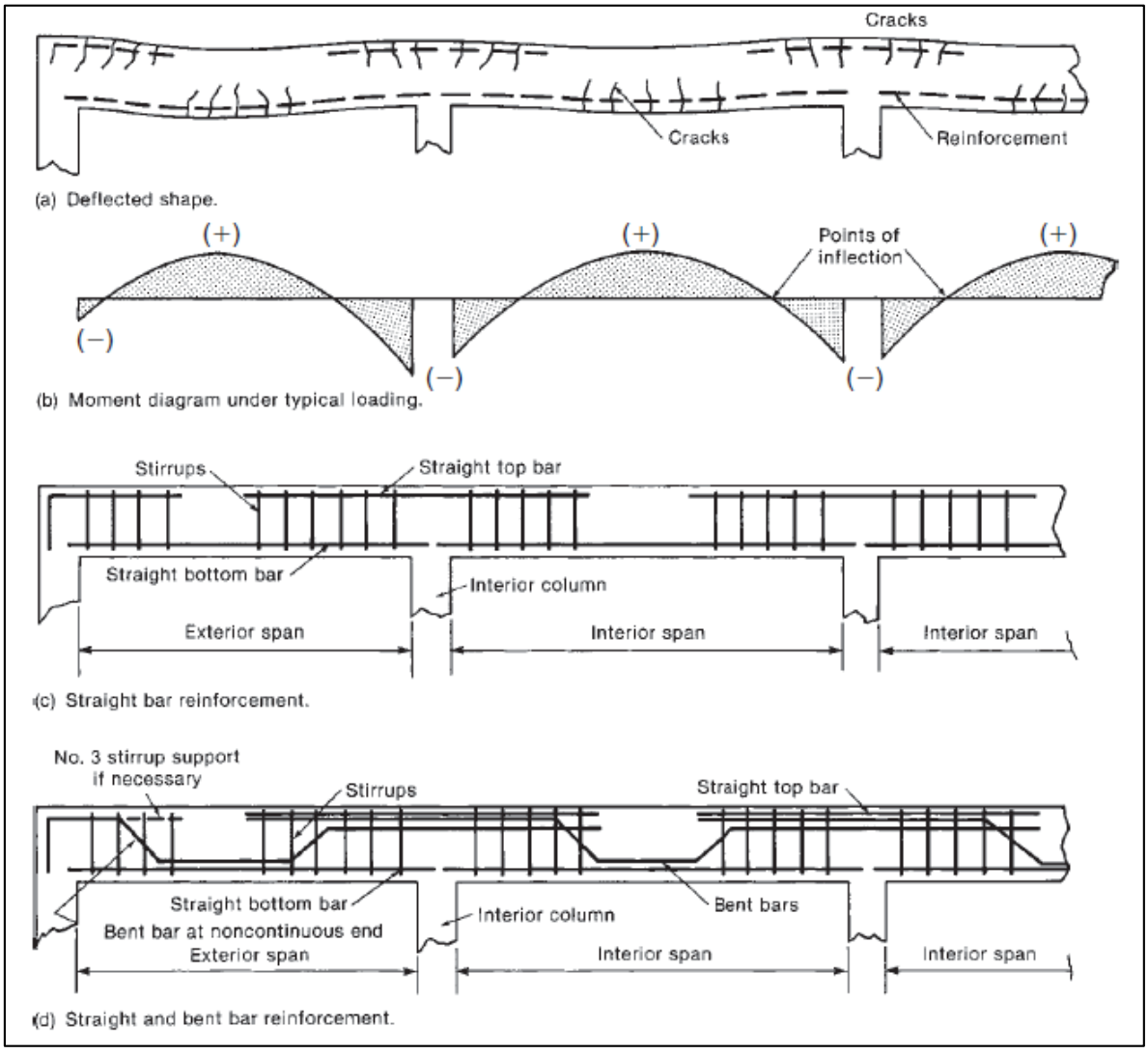


Figura 6: Viga de hormigón armado. Fuente: Wight & MacGregor, 2009

2.1.3.3 Losas alivianadas de hormigón armado en una dirección

Las losas de hormigón armado son grandes placas planas soportadas por vigas, muros o columnas de concreto reforzado, por muros de mampostería, por vigas o columnas de acero estructural, o por el suelo. Si están soportadas sólo en dos lados opuestos, se denominan losas en una dirección por que la flexión es en sólo una dirección. En realidad, si una losa rectangular está soportada en los cuatro bordes, pero el lado largo es dos o más veces mayor que el lado corto, la losa se comportará, para todo fin práctico, como una losa en una dirección. Se hace la suposición que una losa en una dirección es una viga rectangular con una relación grande de ancho a longitud.(McCormac & Brown, 2011, p.96)

Las losas alivianadas se componen por una zona traccionada, conformada por nervios o costillas y una capa de hormigón que toma la compresión. El espacio entre los nervios puede quedar vacío o se pueden colocar elementos tales como bloques cerámicos, de hormigón celular o EPS (espuma de polietileno), que no signifiquen un aporte en las cargas finales. La función principal de estos elementos es la de alivianar el peso de la estructura mediante la eliminación del hormigón en la zona traccionada, mejorando la eficiencia del sistema. La losa tiene una sección en forma de "T", con una capa de hormigón que recibe las fuerzas de compresión y nervios en los cuales, junto con la armadura metálica insertada en ellos, reciben las fuerzas de tracción.(Souza, 2019)

2.1.3.4 Losas alivianadas de hormigón postensado en una dirección

El refuerzo principal en las losas postensadas consiste generalmente de cable trenzado o tendones de alambres múltiples, espaciados típicamente entre, aproximadamente 0.5m y 1.5m, dependiendo de las cargas, los claros y el espesor de la losa. Casi siempre se especifica excentricidad variable, con un perfil básico parabólico, el cual se deriva de las cargas uniformes que deben soportarse.(Nilson, 1990, p.380)

Los cables de postensado ejercen cargas y momentos en las losas, las cuales se oponen a las cargas gravitacionales, a sus momentos y a sus esfuerzos de

flexión. Así, el miembro postensado debe resistir solamente una parte de las cargas muerta y viva por flexión, con la parte remanente neutralizada o equilibrada por la acción de los cables.(Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 1989, p.43)

2.1.4 Sistema Estructural

2.1.4.1 Superestructura

Estructura se define como "conjunto de elementos estructurales ensamblados para resistir cargas verticales, sísmicas y de cualquier otro tipo"(NEC-SE-DS, 2014, p.9).

Hablando del sistema superestructura, se refiere a los elementos sobre el nivel del terreno que se necesitan para sostener el pero propio del edificio más las cargas adicionales de carga muerta y carga viva, los cuales transportan estas cargas a la subestructura.(Bucio & López, 2017)

2.1.4.2 Pórticos Especiales a Momento

Estructura formada por columnas y vigas descolgadas del sistema de piso, que resiste cargas verticales y de origen sísmico, en la cual tanto el pórtico como la conexión viga-columna son capaces de resistir tales fuerzas y está especialmente diseñado y detallado para presentar un comportamiento estructural dúctil.(NEC-SE-DS, 2014, p.11)

2.1.4.3 Cargas

Para diseñar un edificio se tienen que tomar en cuenta principalmente dos tipos de cargas, la carga viva y la carga muerta.

Las cargas muertas son cargas de magnitud constante que permanecen en un mismo lugar. Incluyen el peso propio de la estructura en estudio, así como también cualesquiera elementos que están permanentemente unidos a ella.

Para diseñar una estructura, es necesario estimar los pesos o cargas muertas de las diversas partes.(McCormac & Brown, 2011, p.28)

Las cargas vivas son cargas que pueden cambiar de magnitud y posición. Estas incluyen cargas de ocupantes, cargas de materiales en bodegas, cargas de materiales de construcción, cargas de grúas viajeras, cargas de equipo de operación y muchas otras. Por lo general, son cargas inducidas por la gravedad.(McCormac & Brown, 2011, p.28)

2.1.5 Bases para el diseño

2.1.5.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015)

El proyecto de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC -promovido por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda- a través de la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos, se basa en el Decreto Ejecutivo No.705, del 24 de marzo de 2011, que dispone actualizar el Código Ecuatoriano de la Construcción (1996) suscrito por medio de Decreto Ejecutivo No.3970. La NEC pretende dar respuesta a la demanda de la sociedad en cuanto a la mejora de la calidad en la edificación, proteger al usuario y fomentar el desarrollo sostenible. Este cuerpo normativo se aplicará para edificios de nueva construcción, obras de ampliación, reformas o rehabilitación y determinadas construcciones protegidas desde el punto de vista ambiental, histórico o artístico.(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

2.1.5.2 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14)

ACI 318, "Requisitos del código de construcción para concreto estructural y comentarios", es el documento que presenta los requisitos del código para el diseño y la construcción de concreto estructural que son necesarios para garantizar la seguridad pública. El ACI 318 es un estándar imprescindible para todos los profesionales que se dedican al diseño, la construcción y la inspección del hormigón.(American Concrete Institute, n.d.)

2.1.5.3 Post-tensioning Manual

> La primera edición del Manual de postensado se publicó en 1972. El manual proporcionó el estándar de la industria para el diseño y construcción de estructuras postensadas. Las ediciones posteriores reflejaron el creciente uso del postensado. Ha habido avances significativos en la tecnología de postensado en las últimas dos décadas. El postensado ahora se utiliza en muchas áreas nuevas, que van desde losas residenciales en el suelo hasta grandes puentes atirantados. Como resultado el manual de postensado contiene información actualizada sobre las prácticas actuales en el uso, diseño y construcción de postensados.(Post-Tensioning Institute, n.d.)

2.1.6 Método de Diseño

El método de diseño adoptado es el llamado diseño por última resistencia, McCormac & Brown (2011) afirma:

> En este método las cargas actuantes muertas y vivas se multiplican por ciertos factores de carga (equivalentes a factores de seguridad) y los valores resultantes se llaman cargas factorizadas. Los miembros se seleccionan entonces de manera que teóricamente fallen justo bajo las cargas factorizadas. (p.63)

Las ventajas de éste método son varias como enuncia McCormac & Brown (2011):

- Con el diseño por resistencia, se usa una teoría más consistente para el diseño de estructuras de concreto reforzado.
- En el diseño por resistencia se usa un factor de seguridad más realista. El proyectista ciertamente puede estimar las magnitudes de las cargas muertas que una estructura tendrá que soportar con más exactitud que al estimar las cargas vivas y ambientales. Con el método de diseño por esfuerzos de trabajo se usaba el mismo factor de seguridad para cargas muertas, vivas y ambientales.
- Una estructura diseñada con el método de resistencia tendrá un factor de seguridad más uniforme contra el colapso. El método de resistencia

aprovecha ventajosamente los aceros de alta resistencia, mientras que el diseño por esfuerzos de trabajo sólo lo hacía parcialmente. El resultado es una mayor economía al emplear el diseño por resistencia.

- El método por resistencia permite diseños más flexibles que el método por esfuerzos de trabajo. (p.94)

2.2 Costos

2.2.1 Análisis de Precios Unitarios (APUs)

El precio unitario es el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado y ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad. El análisis, cálculo e integración de los precios unitarios para un trabajo determinado deberá guardar congruencia con los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución de las obras, con el programa de ejecución convenido y con los programas de utilización de personal, maquinaria y equipo de construcción. Analizar e integrar un precio unitario implica el uso y clasificación de los insumos que serán necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, además de la aplicación de los elementos que integran el factor de sobrecosto (FSC), conformado por el costo indirecto, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. Los insumos que componen el costo directo se clasifican en tres tipos: materiales, mano de obra, y maquinaria y equipo.(Revista Mexicana de la Construcción, 2019)

- Costo Directo

  El costo directo es la suma de los costos de los materiales, mano de obra y, maquinaria y equipo que intervienen en la elaboración del mismo.

  Los precios de los materiales considerados en los análisis de costos directos para la obtención del precio unitario (P.U.), deben estar calculados tomando en cuenta el precio de lista, menos su descuento correspondiente, más el cargo por concepto de fletes en su caso, esto

es, el precio del material puesto en la obra, sin considerar el impuesto al valor agregado (I.V.A.), este impuesto deberá aplicarse al final del presupuesto, excepto en los casos que marca la Ley para obras exentas como son los inmuebles destinados a casa habitación, en cuyo caso el I.V.A. que trasladan los proveedores sí deberá incluirse dentro del costo12.

Otro elemento que debe tomarse en cuenta en la obtención del costo directo es el referido a los rendimientos por trabajador o cuadrilla, el cual corresponde a un promedio representativo de diferentes obras y que forman, consecuentemente, un criterio de lo que se puede lograr en la realización de una obra.(López Aguilar, 2000)

- Costo Indirecto

  El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos, y comprende entre otros los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.(Revista Mexicana de la Construcción, 2019)

2.2.2 Presupuesto

El presupuesto de obra se define como el análisis previo de la cantidad de dinero que se va a necesitar para completar el proyecto basándose en experiencias previas de construcciones similares.(López Aguilar, 2000)

3. CAPÍTULO III: LOSAS ALIVIANADAS EN UNA DIRECCIÓN

Este capítulo presenta la base teórica y el comportamiento del elemento losa modelada en una dirección, tanto de hormigón armado como de hormigón postensado.

Las losas son elementos que se los diseñan para cargas muerta y viva y no se toma en cuenta el sismo por lo que solo se analiza su comportamiento estático.

El objetivo de alivianar la losa es disminuir peso de hormigón que no está trabajando en función del elemento para tener como resultado un modelo menos pesado y por ende más económico. Hay diferentes formas de alivianar una losa.

- Alivianamiento permanente

Este tipo de alivianamiento se lo usa de forma que se colocan bloques en lugar de hormigón. Al ser su peso unitario menor al peso unitario del hormigón la losa disminuye el peso. Los bloques no se consideran en el cálculo de cortante ya que no trabajan estructuralmente

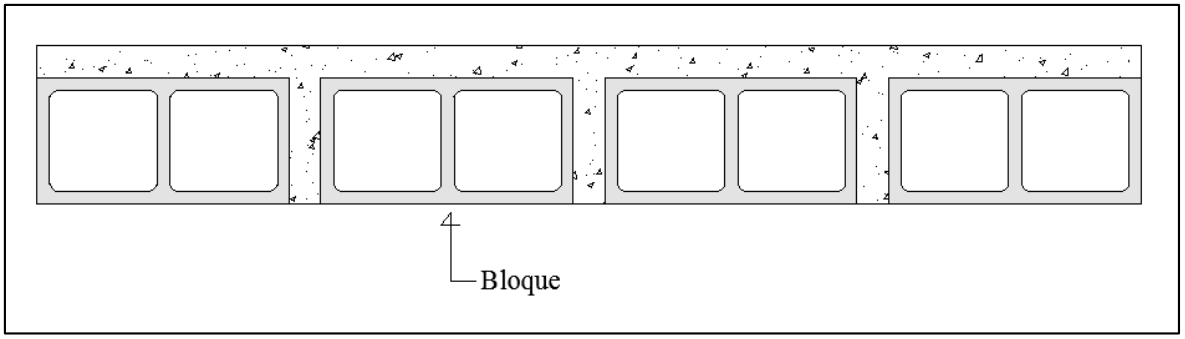


Figura 7: Alivianamiento Permanente. Elaborado por: Sara Ponguillo.

- Alivianamiento hueco

Este alivianamiento se crea colocando piezas de espuma Flex que se retirarán una vez retirados los encofrados. Otra forma de crear la forma del alivianamiento hueco es crear cajones colocados como forma de encofrados. Estos se deben lubricar para que su extracción sea fácil.

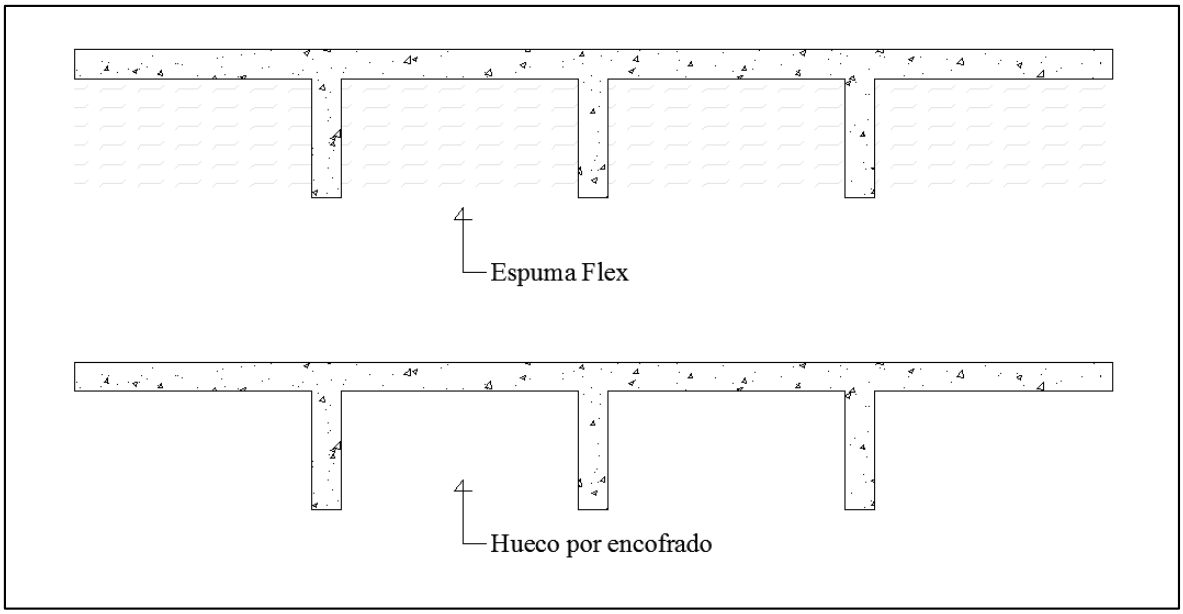


Figura 8: Alivianamiento hueco. Elaborado por: Sara Ponguillo.

3.1 Losas de Hormigón Armado

La losa de hormigón armado en una dirección se considera de acuerdo a McCormac & Brown (2011) "es una viga rectangular con una relación grande de ancho longitud"(p.96). Por lo tanto el análisis de los momentos flexionantes y de las fuerzas cortantes a seguir es el correspondiente a vigas.

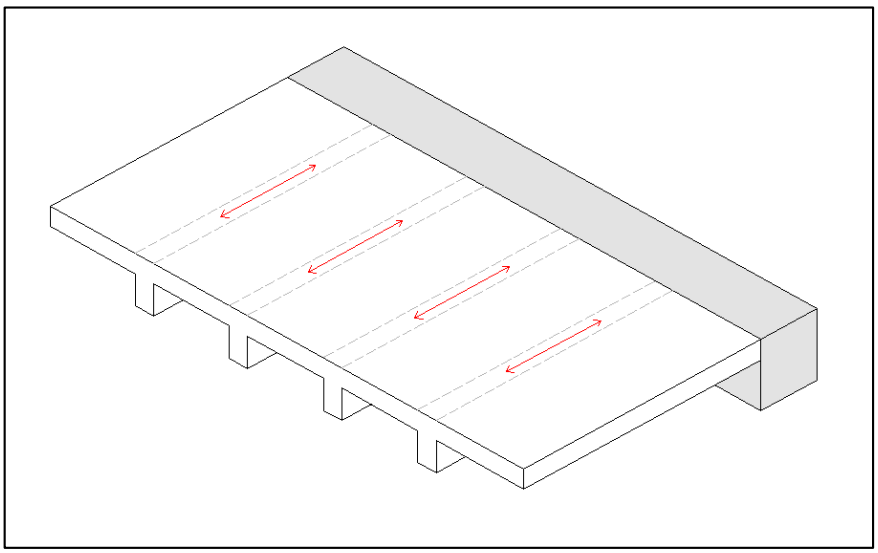


Figura 9: Distribución de carga de losa unidireccional. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Un requisito para que una losa se considere en una dirección es su relación de dimensiones.

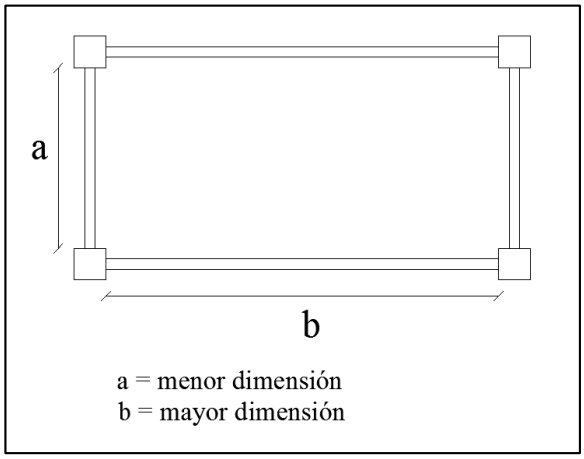


Figura 10: Dimensión losa de hormigón armado en una dirección. Elaborado por: Sara Ponguillo.

$$\frac{a}{b} < 0.5$$

Ecuación 1

Fuente: (ACI 318S-14, 2015)

3.1.1 Momentos Flexionantes

El análisis de flexión en losas se lo realiza mediante el método de momentos últimos o nominales. McCormac & Brown (2011) dice que: "se supone que las varillas de refuerzo a tensión están trabajando a su punto de cedencia antes de que falle el concreto en el lado de compresión de la viga" (p.46).

La resistencia nominal de la obtiene de la siguiente manera:

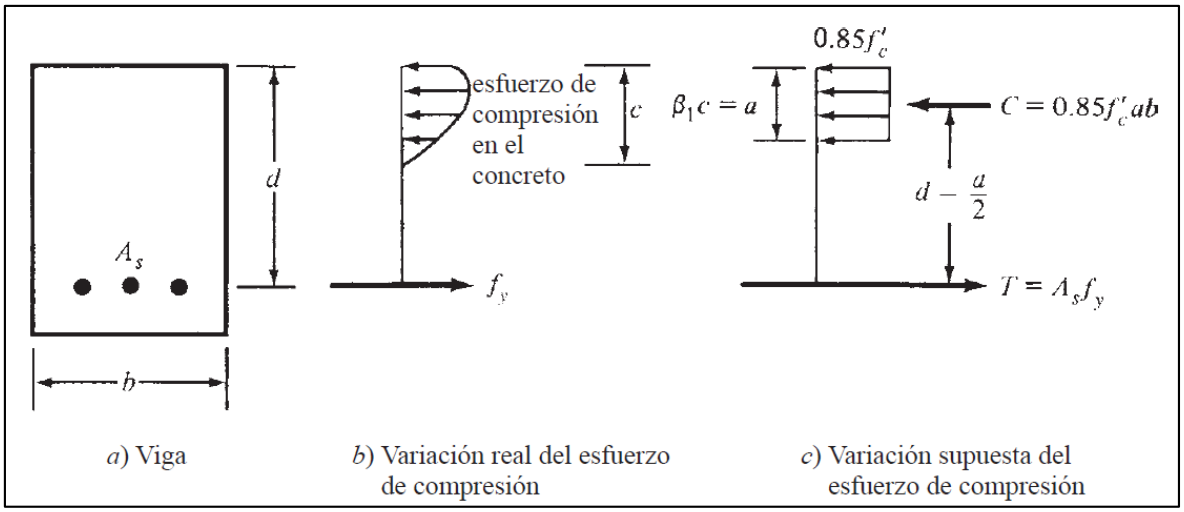


Figura 11: Par de fuerzas de compresión y tensión del momento nominal. Fuente: McCormac & Brown, 2011.

a. Se calcula la fuerza T de tensión

$$T = A_s f_y$$

Ecuación 2

Fuente: (McCormac & Brown, 2011)

Donde:

T: Fuerza total de tensión

As: Área del acero

fy: límite de fluencia del acero

b. Se calcula la fuerza C de compresión

$$C = 0.85\, f'c\, ab$$

Ecuación 3

Fuente: (McCormac & Brown, 2011)

Donde:

f'c: Esfuerzo máximo a compresión del hormigón

a: Distancia de desde la fibra más alejada a compresión al centro de gravedad

b: base del elemento

c. Se igualan fuerzas T y C y se despeja a.

$$T = C$$

Ecuación 4

Fuente:(McCormac & Brown, 2011)

d. Se calcula la distancia entre centros de gravedad de T y C

Para una viga rectangular se usa la expresión:

$$d - \frac{a}{2}$$

Ecuación 5

Fuente:(McCormac & Brown, 2011)

En caso de que el elemento no sea simétrico se debe calcular el área a compresión del hormigón y su centro de gravedad.

$$Ac = \frac{T}{0.85\ f'c}$$

Ecuación 6

Fuente:(McCormac & Brown, 2011)

e. Se calcula Mn como la fuerza T o C por la distancia entre sus centros de gravedad

Una vez calculado el momento nominal se lo compara con el momento último.

$$M_u \leq \emptyset M_n$$

El factor Φ es un factor de reducción de capacidad y para flexión es 0.9.

Ecuación 7

Fuente: (McCormac & Brown, 2011)

El momento Mu se calcula con la siguiente fórmula:

$$Mu = \frac{w\ l^2}{8}$$

Ecuación 8

Fuente: (Beer & Johnston, 2007)

3.1.2 Cortante

McCormac & Brown (2011) afirma: "La fuerza cortante máxima Vu en la losa no debe exceder la capacidad de esfuerzo cortante de diseño ΦVn de la sección transversal de la losa" (p.227).

$$V_u \leq \emptyset V_n$$

Ecuación 9

Fuente: (McCormac & Brown, 2011)

Se calcula Vn que es la resistencia nominal del concreto

$$Vn = \emptyset Vc$$

Ecuación 10

Fuente:(McCormac & Brown, 2011)

El factor Φ es un factor de reducción de capacidad y para corte es 0.85.

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}\ bd$$

Ecuación 11

Fuente:(Páez, 2019)

El valor de Vu es la fuerza de corte calculada a una distancia d de la cara del apoyo del elemento.

$$Vu = \frac{w\ l}{2}$$

Ecuación 12

Fuente: (Beer & Johnston, 2007)

3.2 Losas de Hormigón Presforzado

Las losas de hormigón presforzadas son usadas para estructuras que presentan luces grandes. El (Post-tensioning Institute, 2006) afirma: "el sistema de piso postensado es particularmente efectivo en zonas de alta sismicidad donde las fuerzas laterales están directamente relacionadas con la carga muerta"(p.95).

La disposición de la distribución de cargas de las losas postensadas van según la tabla 9.1 del manual de Instituto de Postensado.

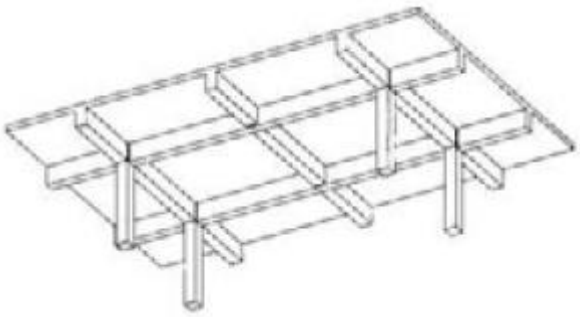
Losa con sistema en una dirección		
Sistema de suelo y disposición de tendones postensados	**Rango de alcance típico (centro columna-centro losa)**	**Cargas Típicas**
	Losas = de 4.5 a 6 m	Carga ligera= 0.5 ton/m² Carga pesada= hasta 1 ton/m²

Tabla 1: Losa con sistema en una dirección. Fuente: Post-tensioning Institute, 2006. Modificado por: Sara Ponguillo.

3.2.1 Análisis a Flexión

3.2.1.1 Etapas de Carga

En el hormigón presforzado se debe considerar tres diferentes estados de carga para el análisis. Estos son:

a. En transferencia de la fuerza de tensado

   El Post-tensioning Institute (2006) afirma que:

   - Comportamiento elástico: las secciones permanecen planas, los esfuerzos son proporcionales a las tensiones.
   - La fuerza de tensado es máxima previa a cualquier pérdida de capacidad.
   - Carga aplicada mínima.
   - Esfuerzos flexurales están limitados a los valores especificados en las normas de construcción. (p.95)

b. Bajo cargas de servicio

El Post-tensioning Institute (2006) afirma que:

- Comportamiento elástico: las secciones permanecen planas, los esfuerzos son proporcionales a las tensiones.
- Las cargas aplicadas no se afectan por factores que aparecen en las combinaciones de carga. Las cargas vivas dependerán del uso de la estructura y estará determinada por la norma de la construcción.
- Los esfuerzos introducidos permanecen en niveles efectivos una vez que se hayan alcanzado las pérdidas a corto y largo plazo.
- La fuerza de pre tensado se introduce de tal manera que cumpla con los límites para deflexiones y fisuramiento determinados por el código de construcción vigente y cualquier criterio adicional por parte del profesional encargado del diseño. (p.95)

c. Esfuerzos nominales

El Post-tensioning Institute (2006) afirma que:

- Comportamiento inelástico: Las secciones permanecen planas, pero los esfuerzos no son proporcionales a las tensiones.
- Las cargas son afectadas por factores que están determinados en la normativa de construcción.
- Las fuerzas de tensado están en niveles de resistencia nominales determinados en los códigos de construcción.
- Los momentos son distribuidos inelásticamente de acuerdo a los límites especificados en la norma a fin de tener un modelo económico.
- La capacidad a corte y momento de cada sección debe ser mayor a las solicitaciones por la factorización de cargas sin exceder a los esfuerzos y tensiones para el hormigón y el acero especificados en el código.
- Refuerzo no pretensado es añadido para satisfacer requisitos de resistencia o cualquier consideración adicional de ser necesaria y que se determine en el código de construcción. (p.96)

3.2.1.2 Método de Balance de Cargas

Este método se basa en diagramas de cuerpo libre. Según el Post-tensioning Institute (2006):

Se debe considerar dos diagramas de cuerpo libre, donde el primero considera el miembro estructural de hormigón con el cable de acero sobre el cual actúan todas las fuerzas externas al elemento; y el segundo diagrama el tendón de acero es reemplazado por las fuerzas verticales que se introducen en el miembro estructural resultante del tensado. El diagrama equivalente es la diferencia de los dos diagramas mencionados y son la base del análisis del postensado. (p.96)

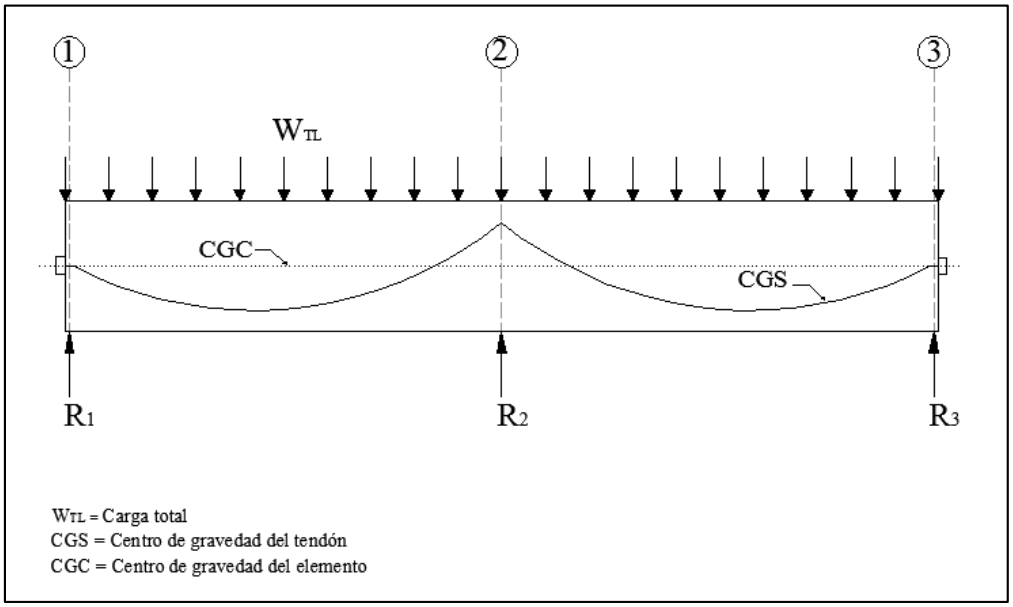


Figura 12: Diagrama de cuerpo libre combinado. Fuente: Post-tensioning Institute, 2006. Elaborado por: Sara Ponguillo.

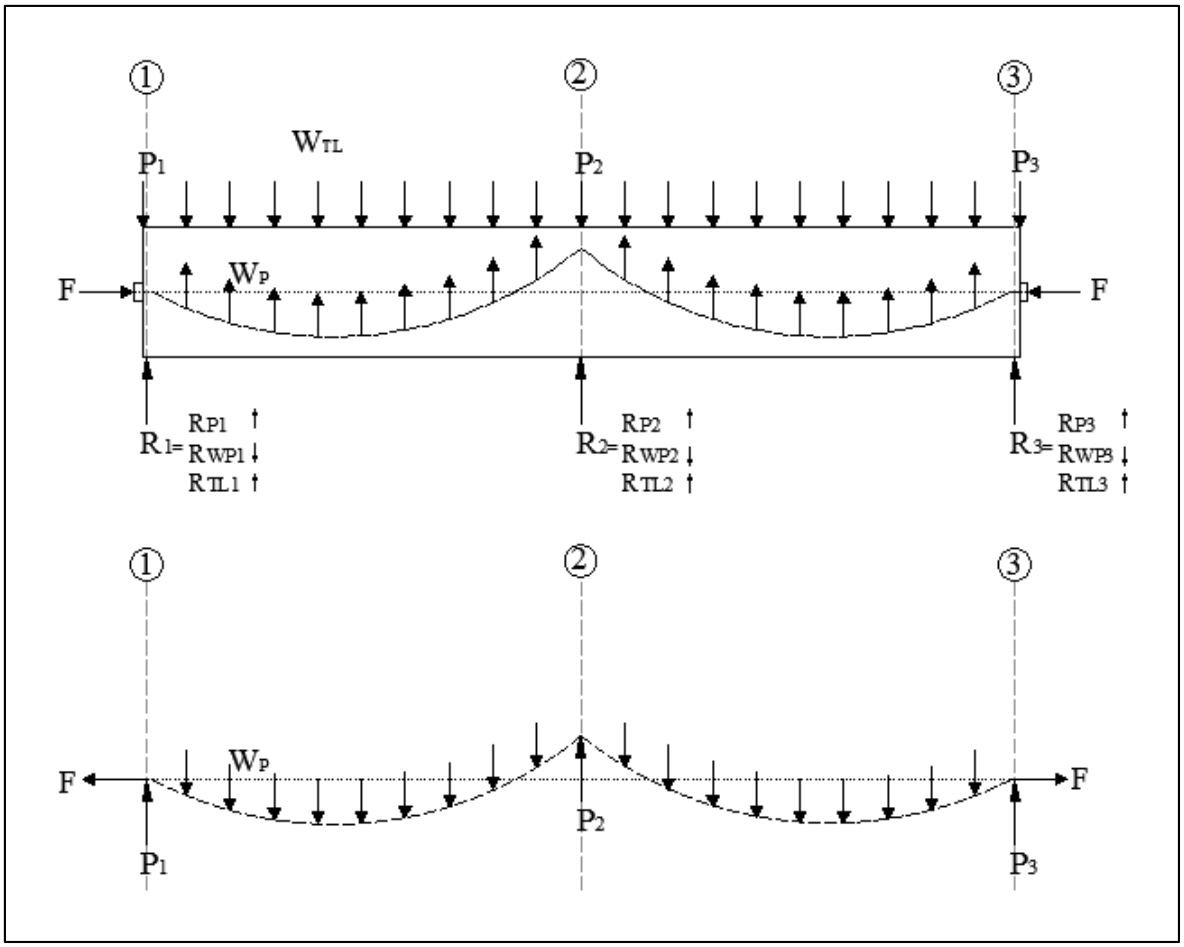


Figura 13: Diagrama de cuerpo libre de cargas equivalentes. Fuente: Post-tensioning Institute, 2006. Elaborado por: Sara Ponguillo.

El Post-tensioning Institute (2006) dice que:

El diagrama de cuerpo libre de cargas equivalentes es usado en el cálculo de los esfuerzos de flexión en el hormigón en la etapa de transferencia y en etapa de cargas de servicio y a su vez permite calcular reacciones secundarias y momentos. La fuerza que se introduce por acción del cable es dependiente de la trayectoria del mismo y de las cargas que deba soportar. La geometría típica a usar es la parábola ya que genera esfuerzos verticales uniformes en toda su trayectoria y balancea cargas repartidas sobre el elemento. (p.97)

Como se puede observar en la figura 7, el Post-tensioning Institute (2006) indica que: “la fuerza F produce una carga wp en el interior del elemento a lo largo del tendón de acero al momento del tensado que pretende equilibrar las cargas a las que está sometido el elemento” (p.99).

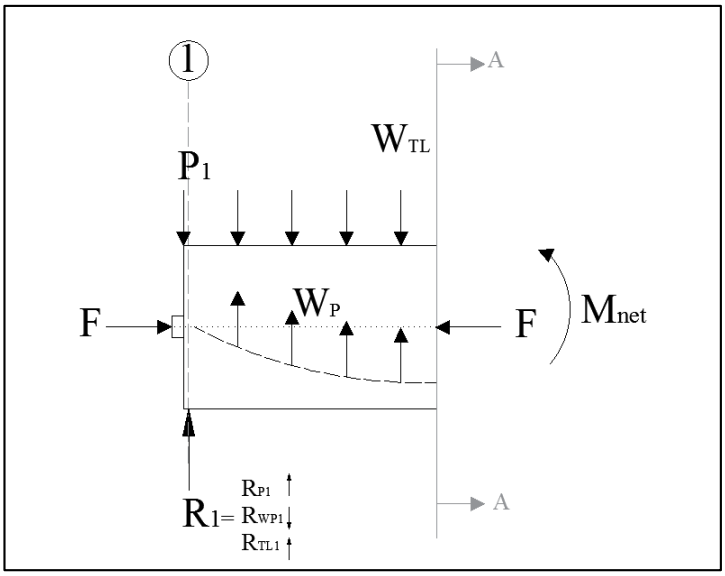


Figura 14: Equilibrio de fuerzas en el elemento. Fuente:(Post-tensioning Institute, 2006) Elaborado por: Sara Ponguillo.

El momento neto viene determinado por:

$$M_{net} = M_{TL} + M_{Bal}$$

Ecuación 13

Fuente:(Post-tensioning Institute, 2006)

En donde el momento balanceado y el momento total se los calcula:

$$M_{TL} = W_{TL}\frac{x^2}{2} - R_{TL} * x$$

Ecuación 14

Fuente:(Post-tensioning Institute, 2006)

$$M_{Bal} = w_p * \frac{x^2}{2} - R_{pw} * x$$

Ecuación 15

Fuente:(Post-tensioning Institute, 2006)

El cálculo del esfuerzo en las fibras extremas se lo hace de la siguiente forma:

$$f = -\frac{F}{A} \pm \frac{M_{net}}{S}$$

Ecuación 16

Fuente: (Post-tensioning Institute, 2006)

Donde:

A: Área de la sección transversal

S: Módulo de la sección transversal

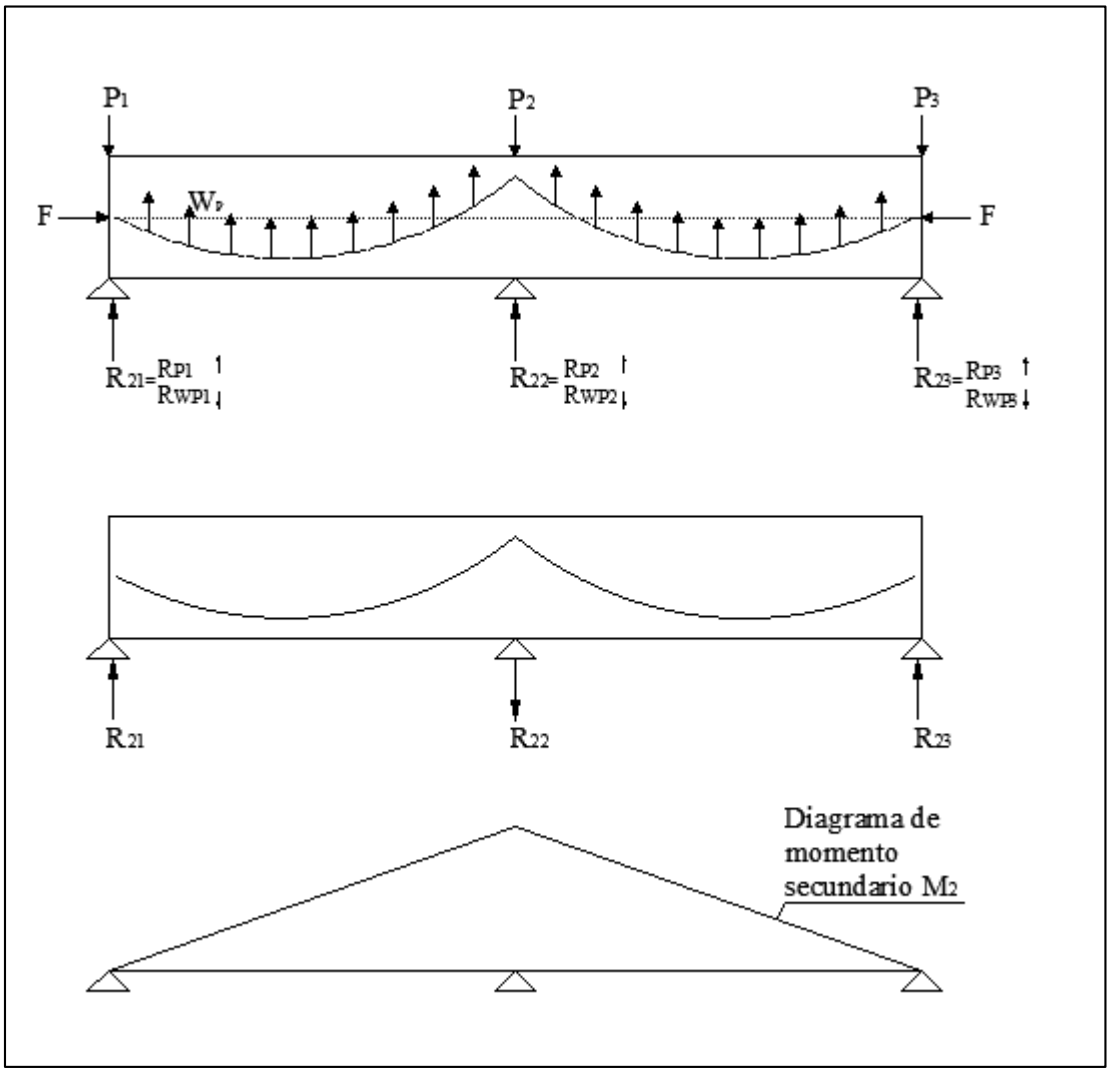


Figura 15: Fuerzas introducidas por el cable. Fuente:(Post-tensioning Institute, 2006). Elaborado por: Sara Ponguillo.

Dice el Post-tensioning Institute (2006): "En los apoyos se generan reacciones consideradas como secundarias que deben estar equilibrados y sus respectivos momentos también se consideran secundarios" (p.100).

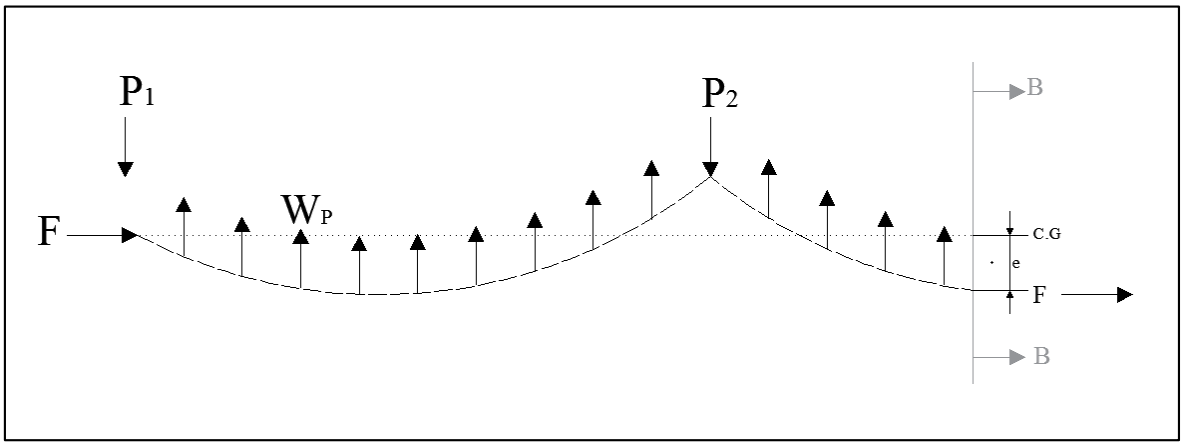


Figura 16: Diagrama para los momentos secundarios. Fuente: Post-tensioning Institute, 2006. Elaborado por: Sara Ponguillo.

$$M_2 = M_{bal} - F * e$$

Ecuación 17

Fuente:(Post-tensioning Institute, 2006)

"Para calcular los esfuerzos nominales se debe tomar en cuenta las fuerzas gravitacionales que actúan en el elemento y las fuerzas del cable, y para estoy hay que obtener el valor de la excentricidad"(Post-tensioning Institute, 2006,p.101).

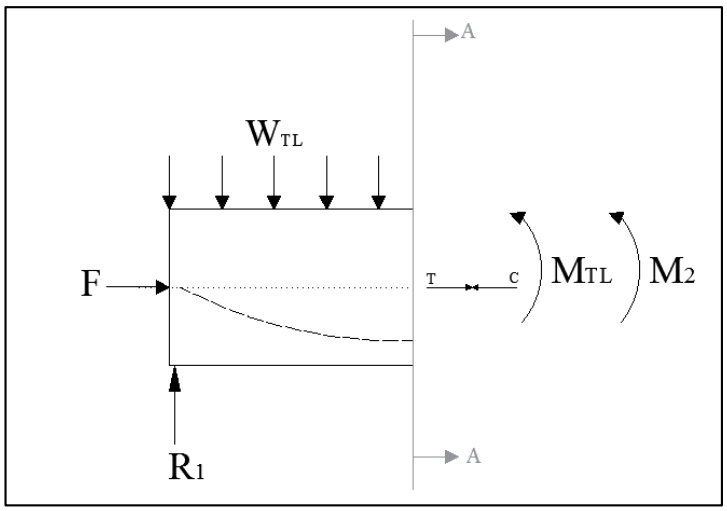


Figura 17: Diagrama de cuerpo libre combinado. Fuente: Post-tensioning Institute, 2006. Elaborado por: Sara Ponguillo

"La fuerza de compresión se coloca en el centro de gravedad del elemento para equilibrar la tensión e introducir un momento que sea igual a Fe"(Post-tensioning Institute, 2006, p.101).

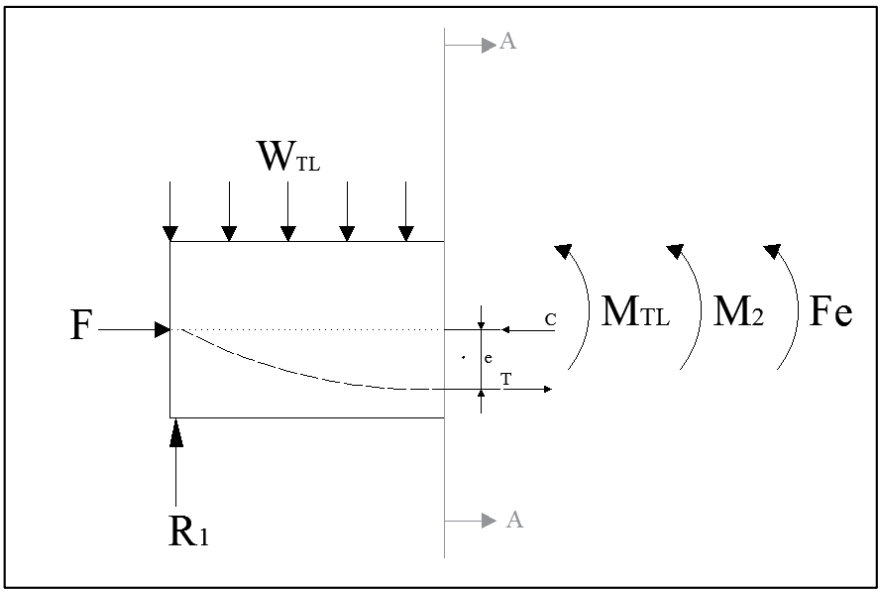


Figura 18: Acciones de equilibrio de cuerpo libre combinado. Fuente: Post-tensioning Institute, 2006. Elaborado por: Sara Ponguillo.

La fuerza de la fibra externa para el diagrama combinado se la calcula de la siguiente manera:

$$f = -\frac{F}{A} + \frac{\pm M_{TL} \pm M_2 \pm Fe}{S}$$

Ecuación 18

Fuente: (Post-tensioning Institute, 2006)

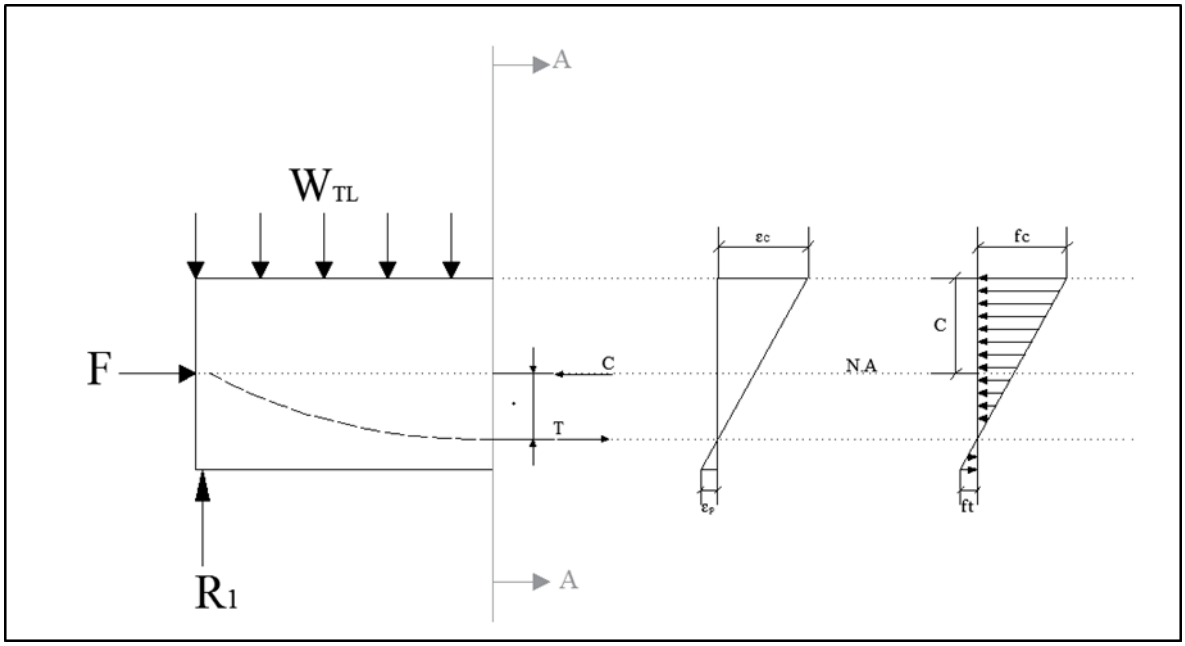


Figura 19: Diagrama de esfuerzos de elemento postensado. Fuente: Post-tensioning Institute, 2006. Elaborado por: Sara Ponguillo.

3.2.1.3 Esfuerzos bajo cargas de servicio

"Las cargas de servicio son las cargas no factoradas viva y muerta. El código ACI318-14 clasifica a las secciones presforzadas según su fuerza de tensión en la fibra extrema (ft)(Post-tensioning Institute, 2006, 9.104)

Esfuerzos bajo carga de servicio		
Clase	**Definición**	**Fórmula**
Clase U	No fisurada	$f_t \leq 7.5 * \sqrt{f'c} \quad [psi]$
Clase T	Transición	$7.5\sqrt{f'c} < f_t \leq 12\sqrt{f'c} \quad [psi]$
Clase C	Fisurada	$f_t > 12\sqrt{f'c} \quad [psi]$

Tabla 2: Esfuerzos bajo carga de servicio. Fuente: Post-tensioning Institute, 2006. Modificado por: Sara Ponguillo.

Las losas en una dirección se las puede diseñar bajo la clase U o T.

3.2.1.4 Límites de esfuerzos

Los límites vienen dados por el código ACI318-14 en la sección 24.5.3.

Límites para los esfuerzos a compresión	
Ubicación	**Límite**
En los extremos de miembros simplemente apoyados	0.70 f'ci [Mpa]
En las otras ubicaciones	0.60 f'ci [Mpa]

Tabla 3: Limites para los esfuerzos a compresión. Fuente: ACI 318S-14, 2015.

Límites para los esfuerzos a tracción	
Ubicación	**Límite**
En los extremos de miembros simplemente apoyados	0.50 √f'ci [Mpa]
En las otras ubicaciones	0.25 √f'ci [Mpa]

Tabla 4: Límites para los esfuerzos a tracción. Fuente: ACI 318S-14, 2015.

4. CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN GENERAL

4.1 Propiedades Mecánicas

4.1.1 Propiedades Mecánicas del Hormigón

Propiedades del Hormigón			
Descripción	**Valor**	**Unidades**	**Norma**
F´c a los 28 días	280	kg/cm²	ASTM C1077
Módulo de Elasticidad	2511403	t/m²	NEC-SE-DS
Módulo de Rigidez (G)	808500	t/m²	ASTM C1157
Peso Específico	2.4	t/m³	ASTM C150

Tabla 5: Propiedades mecánicas del hormigón. Modificado por: Sara Ponguillo.

- Cálculo Módulo de Elasticidad

$$Ec = 4.7 * \sqrt{f'c} \quad [Mpa]$$

Ecuación 19

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Al determinar la resistencia del hormigón podemos calcular el valor del módulo de elasticidad. El valor debe ser ingresado en la ecuación en Mpa y la unidad resultante será en Gpa.

$$280 \frac{kg}{cm^2} = 27.4586 \, Mpa$$

$$Ec = 4.7 * \sqrt{27.4586}$$

$$Ec = 24.6284 \, Gpa = 2511403 \, \frac{t}{m^3}$$

4.1.2 Propiedades Mecánicas del Acero de Refuerzo

Propiedades del Acero de refuerzo			
Acero A615 GR 60			
Descripción	**Valor**	**Unidades**	**Norma**
Módulo de Elasticidad (E)	2038901.9	kg/cm²	ASTM A615M
Módulo de Rigidez (G)	784193	kg/cm²	ASTM A615M
Fy	4218	kg/cm²	ASTM A615M
Fu	6327	kg/cm²	ASTM A615M
Peso Específico	Tabla 3		

Tabla 6: Propiedades mecánicas del acero de refuerzo. Modificado por: Sara Ponguillo.

No	Diámetro Nominal	Área	Peso Específico
	mm	cm²	kg/m
10	10.00	0.785	0.617
12	12.00	1.130	0.888
14	14.00	1.539	1.208
16	16.00	2.010	1.578
18	18.00	2.544	1.998
20	20.00	3.141	2.466
22	22.00	3.801	2.984
25	25.00	4.908	3.853
28	28.00	6.157	4.834
32	32.00	8.042	6.313

Tabla 7: Varillas de acero de refuerzo usadas en Ecuador. Fuente: Porrero et al., 2009. Modificado por: Sara Ponguillo.

4.1.3 Propiedades Mecánicas del Cable de Presfuerzo

Propiedades del Cable de Presforzado			
Cable 270 Ksi			
Descripción	**Valor**	**Unidades**	**Norma**
Diámetro	12.7	mm	ASTM A416M
Fpi	15	ton	ASTM A416M
Fse	12	ton	ASTM A416M
Relajación Bajo Carga	3.5	%	ASTM A416M
Peso Específico	0.886	kg/m	ASTM A416M

Tabla 8: Propiedades mecánicas del acero de presfuerzo. Modificado por: Sara Ponguillo.

4.2 Cargas

4.2.1 Cargas Consideradas

En el análisis de un edificio se debe considerar "las cargas permanentes (principalmente debidas al peso propio), de las cargas variables (cargas vivas y cargas climáticas) y de sus combinaciones"(NEC-SE-CG, 2015, p.5).

4.2.1.1 Carga Muerta (Permanente)

"Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Son elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura"(NEC-SE-CG, 2015, p.5).

Cargas Muertas Permanentes			
Cargas	**Valor**	**Unidad**	**Norma**
Peso propio de cielo raso falso	0.020	t/m²	NEC-SE-CG
Peso propio masillados	0.060	t/m²	NEC-SE-CG
Peso propio acabados	0.020	t/m²	NEC-SE-CG
Peso propio mamposterias	0.250	t/m²	NEC-SE-CG
Peso propio instalaciones	0.015	t/m²	NEC-SE-CG

Tabla 9: Cargas Muertas. Fuente: NEC-SE-CG, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

$$W_{carga\ muerta} = \mathbf{0.365}\ \frac{t}{m^2}$$

4.2.1.2 Carga Viva

La carga viva, también llamada sobrecargas de uso, que se utilizara en el cálculo depende de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras.(NEC-SE-CG, 2015, p.5)

Cargas Vivas			
Cargas	**Valor**	**Unidad**	**Norma**
Habitaciones	0.200	t/m²	NEC-SE-CG

Tabla 10: Cargas Muertas. Fuente: NEC-SE-CG, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

$$W_{carga\ viva} = \mathbf{0.200}\ \frac{t}{m^2}$$

4.2.2 Combinaciones de Carga

"Cuando sea apropiado, se deberá investigar cada estado límite de resistencia. Los efectos más desfavorables, tanto de viento como de sismo, no necesitan ser considerados simultáneamente"(NEC-SE-CG, 2015, p.19).

Combinanciones de Carga	
Combinación 1	1.4D
Combinación 2	1.2D+1.6L+0.5MAX(Lr,S,R)
Combinación 3	1.2D+1.6MAX(Lr,S,R)+MAX(L,O.5W)
Combinación 4	1.2D+1.0W+L+0.5MAX(Lr,S,R)
Combinación 5	1.2D+1.0E+L+0.2S
Combinación 6	0.9D+1.0W
Combinación 7	0.9D+1.0E

Tabla 11: Combinaciones de Carga para el diseño por última resistencia. Fuente: NEC-SE-CG, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo

Tipos de Carga	
D	Carga Permanente
E	Carga de Sismo
L	Sobrecarga (Carga Viva)
Lr	Sobrecarga Cubierta (Carga Viva)
S	Carga de Granizo
W	Carga de Viento

Tabla 12: Tipos de Carga. Fuente: NEC-SE-CG, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

4.3 Requerimientos de la NEC 2015

4.3.1 Consideraciones y Factores

4.3.1.1 Zona Sísmicas

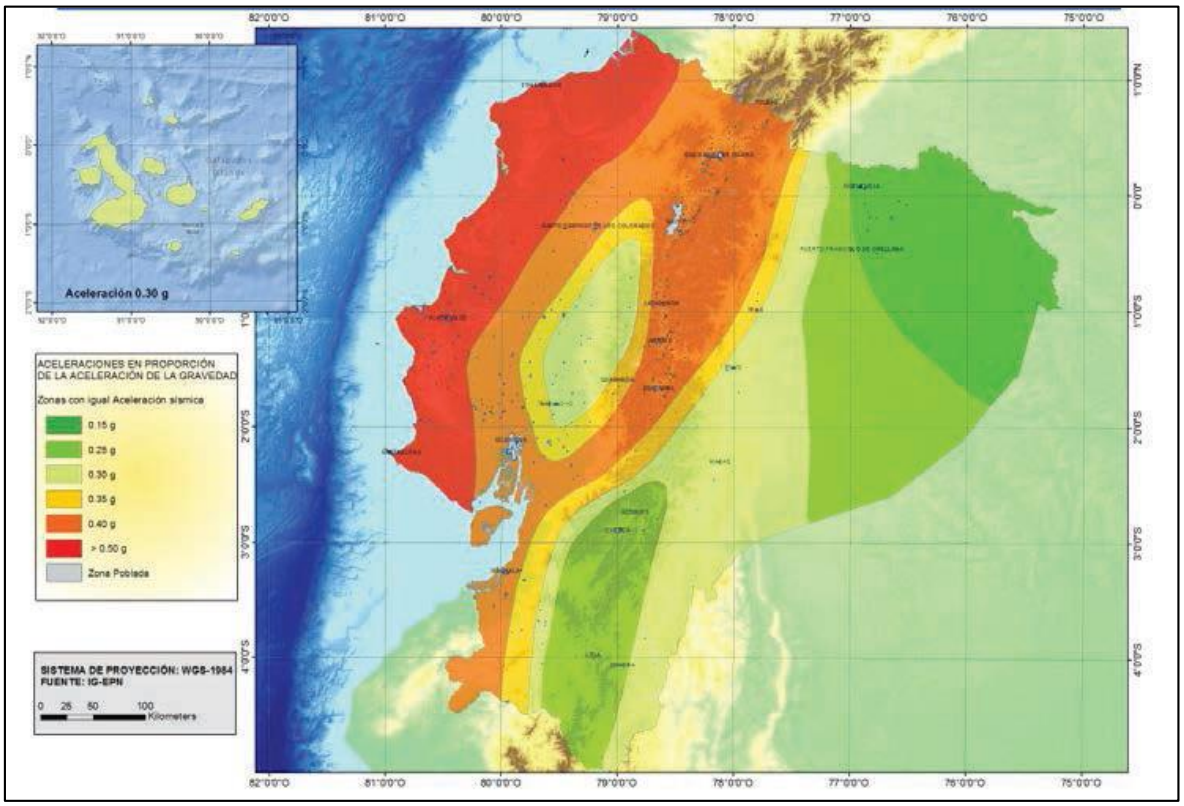


Figura 20: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Fuente:(NEC-SE-DS, 2015)

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥0.50
Caracterizacion del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Tabla 13: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Esta tesis está delimitada para ser diseñada para la ciudad de Quito, por lo que la NEC 2015 nos dice que pertenece a la zona sísmica V, el valor del factor Z es de 0.4 y se caracteriza por ser una zona de alto peligro sísmico

4.3.1.2 Perfil del Suelo

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

Tabla 14: Clasificación de los perfiles de suelo. Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

4.3.1.3 Coeficiente del Perfil de Suelo

Fa: Coeficiente de amplificación de suelos en la zona de período corto						
Tipo de perfil del subsuelo	**Zona sísmica y factor Z**					
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥0.50
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1	0.85
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Tabla 15: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.
Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Fd: amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuestas de desplazamientos para diseño en roca						
Tipo de perfil del subsuelo	**Zona sísmica y factor Z**					
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥0.50
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Tabla 16: Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca. Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Fs: Comportamiento no lineal de los suelos						
Tipo de perfil del subsuelo	**Zona sísmica y factor Z**					
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥0.50
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.4
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Tabla 17: Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos. Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

4.3.1.4 Categoría de edificio y categoría de importancia

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5

Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1

Tabla 18: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura. Fuente: Modificado por: Sara Ponguillo.

4.3.1.5 Factores para determinación del período de vibración T

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

Tabla 19: Factores para determinación del período de vibración. Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

4.3.1.6 Grupos estructurales de acuerdo con R

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Tabla 20: Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles. Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

4.3.1.7 Configuración estructural

Coeficiente de configuracion estructural		
Configuración en elevación	La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles	φ_E=1
Configuración en planta	La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Riguidez es semejante al Centro de Masa	$\varphi_{P=1}$

Tabla 21: Coeficiente de configuración estructural. Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

4.3.2 Cálculo del Espectro de respuesta elástico de aceleraciones

"El espectro de diseño puede representarse mediante un espectro de respuesta basado en las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el sitio de emplazamiento de la estructura"(NEC-SE-DS, 2015, p.9).

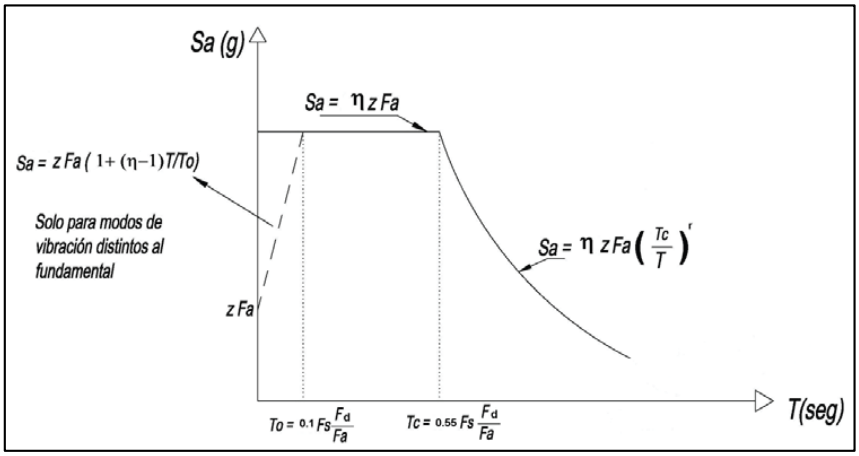


Figura 21: Espectro de diseño. Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

$$Sa = \eta * z * Fa$$

Ecuación 20

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

$$Sa = 2.48 * 0.4 * 1.2$$

$$Sa = 1.19$$

$$Sa = \eta * z * Fa * \left(\frac{Tc}{T}\right)^r$$

Ecuación 21

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Donde:

Sa: Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g).

η: Razón entre la aceleración espectral Sa (T = 0.1 s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

η = 2.48 para provincias de la Sierra

z: Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g

Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó.

r: Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto

r = 1 para todos los suelos, excepto tipo E

T: Período fundamental de vibración de la estructura

Tc: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño

La NEC-SE-DS dice que se usará el valor de Sa que cumpla la condición que plantea para cada ecuación.

- 0≤T≤Tc para la ecuación 2

- T>Tc para la ecuación 3

4.3.2.1 Cálculo del Período

Para calcular el valor de Sa primero se debe encontrar los valores de T y Tc con las siguientes ecuaciones:

$$T = C_t * hn^{\alpha} \quad [s]$$

Ecuación 22

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Donde:

Ct y α: Coeficiente que depende del tipo de edificio

hn: Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros

$$T = 0.055 * 35^{0.9}\ s$$

$$\boldsymbol{T = 1.3490372\ s}$$

$$Tc = 0.55 * Fs * \frac{Fd}{Fa} \quad [s]$$

Ecuación 23

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Donde:

Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó.

Fs: Coeficiente de amplificación de suelo.

Fd: Coeficiente de amplificación de suelo.

$$Tc = 0.55 * 1.28 * \frac{1.19}{1.2}\ s$$

$$\boldsymbol{Tc = 0.6981333\ s}$$

$$T > Tc$$

$$\boldsymbol{1.3490372\ s > 0.6981333\ s}$$

Calculamos Sa con la ecuación 3

$$Sa = 2.48 * 0.4 * 1.2 * \left(\frac{0.6981333}{1.3490372}\right)^{1}$$

$$\boldsymbol{Sa = 0.6160}$$

4.3.3 Cálculo del Cortante Basal de Diseño

"Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción, de acuerdo con las especificaciones de la presente norma"(NEC-SE-DS, 2015, p.9).

$$V = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \emptyset_p * \emptyset_E} W$$

Ecuación 24

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Donde:

V:	Cortante basal total de diseño
Sa(Ta):	Espectro de diseño en aceleración
I:	Coeficiente de importancia
R:	Factor de reducción de resistencia sísmica
ØP y ØE:	Coeficientes de configuración en planta y elevación
W:	Carga sísmica reactiva

$$V = \frac{1 * 0.6160}{8 * 1 * 1} W$$

$$\boldsymbol{V = 0.0770\, W}$$

Espectro de Diseño			
T	**Sa**	**Sa(g) [m/s²]**	**Sa(g)/(R*Φp*ΦE)**
0.000	0.149	1.460	0.182
0.100	0.149	1.460	0.182
0.200	0.149	1.460	0.182
0.300	0.149	1.460	0.182
0.400	0.149	1.460	0.182
0.500	0.149	1.460	0.182
0.600	0.149	1.460	0.182
0.700	0.148	1.454	0.182
0.800	0.121	1.190	0.149
0.900	0.102	0.997	0.125
1.000	0.087	0.851	0.106
1.200	0.066	0.648	0.081
1.500	0.047	0.463	0.058
1.700	0.039	0.384	0.048
2.000	0.031	0.301	0.038
2.500	0.022	0.215	0.027
3.000	0.017	0.164	0.020
3.500	0.013	0.130	0.016
4.000	0.011	0.106	0.013
5.000	0.008	0.076	0.010
8.000	0.004	0.038	0.005
11.000	0.002	0.023	0.003
15.000	0.001	0.015	0.002

Tabla 22: Espectro de Diseño. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

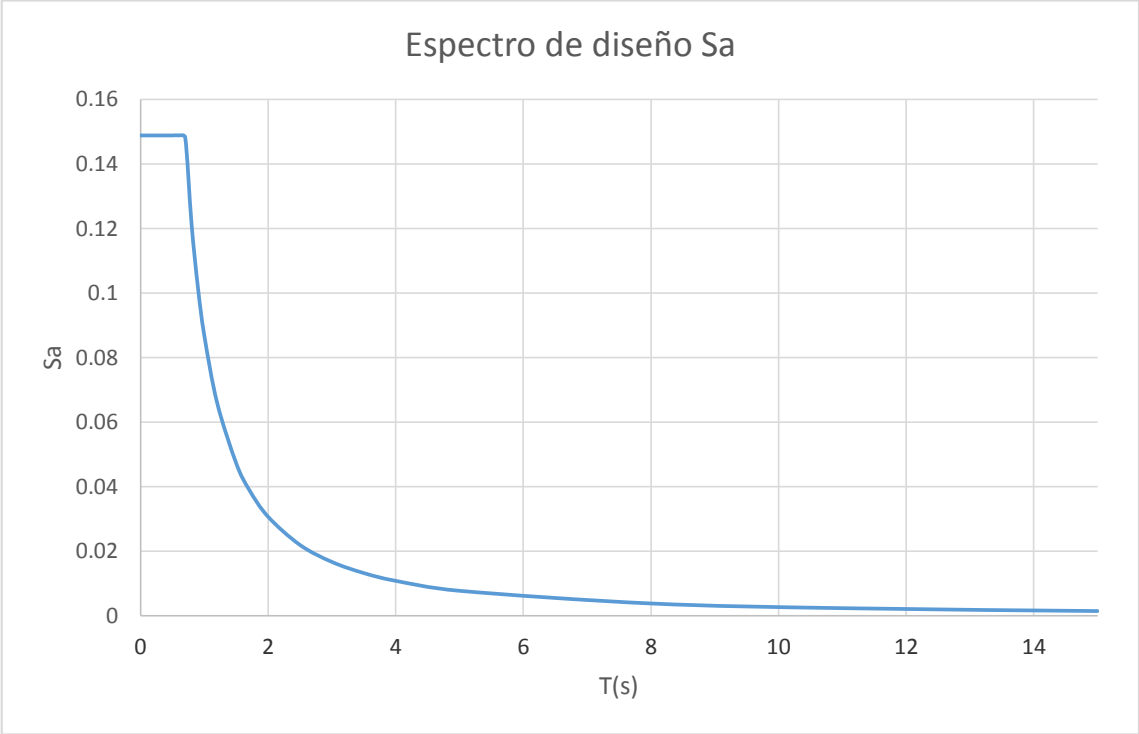


Tabla 23: Espectro de diseño Sa. Elaborado por: Sara Ponguillo.

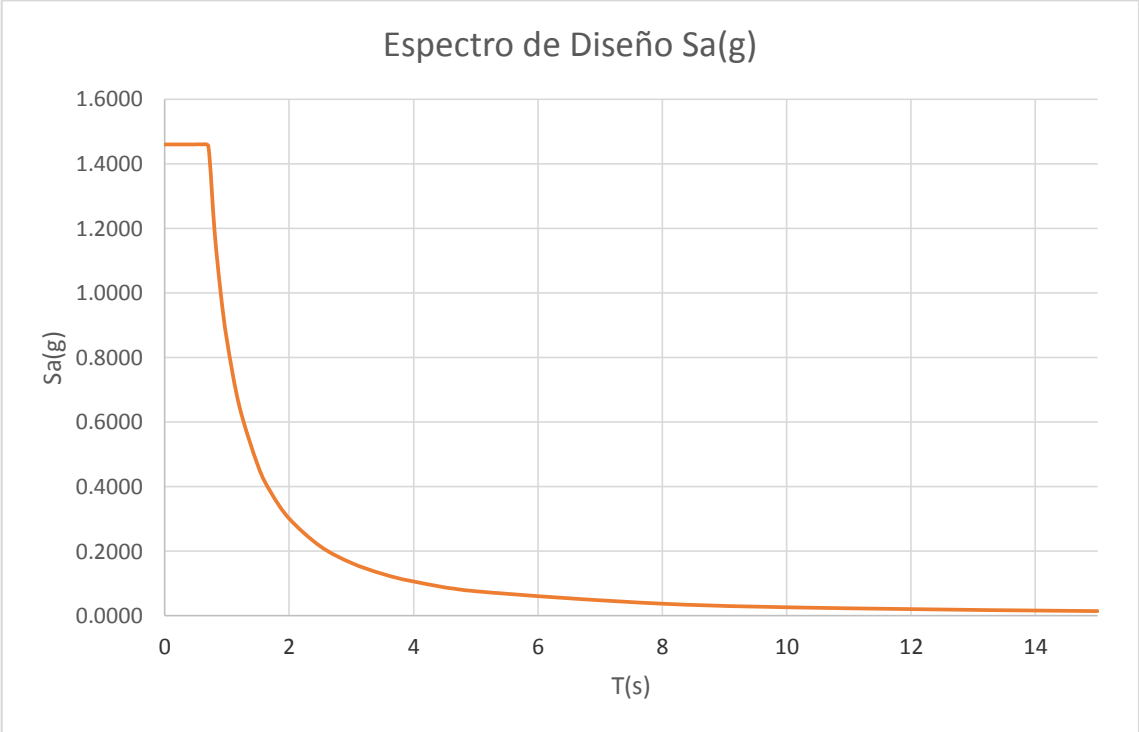


Tabla 24: Espectro de Diseño Sa(g). Elaborado por: Sara Ponguillo.

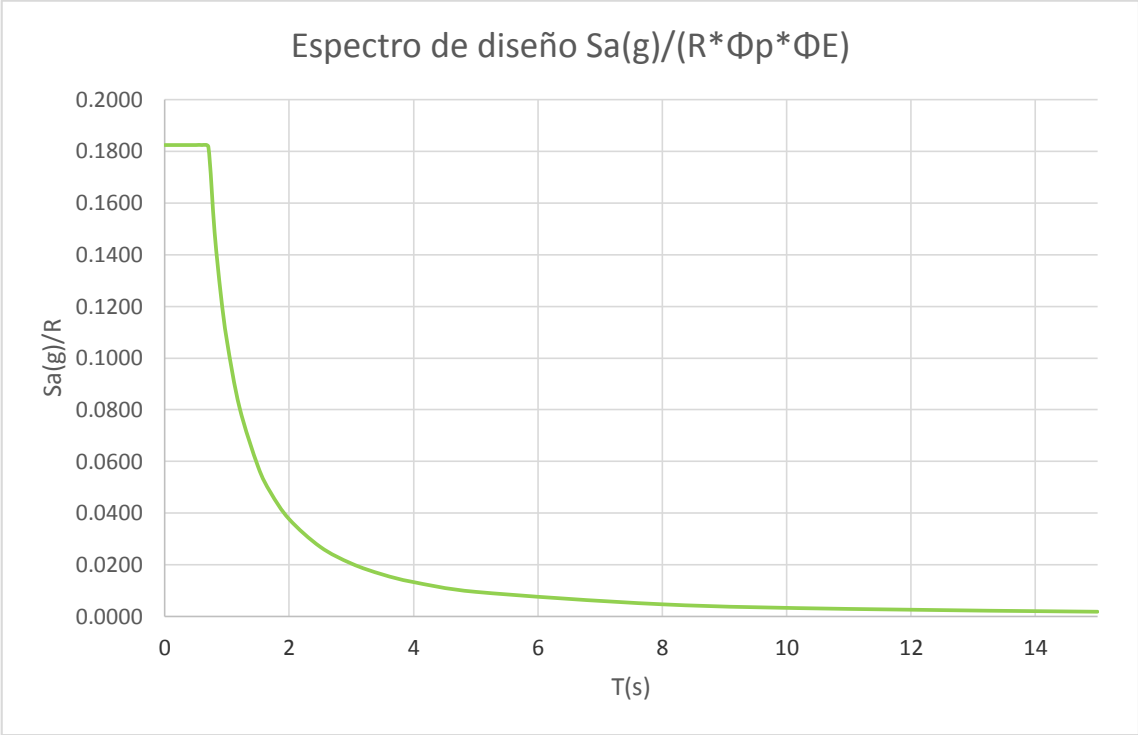


Tabla 25: Espectro de Diseño Sa(g)/(R*Φp*ΦE). Elaborado por: Sara Ponguillo.

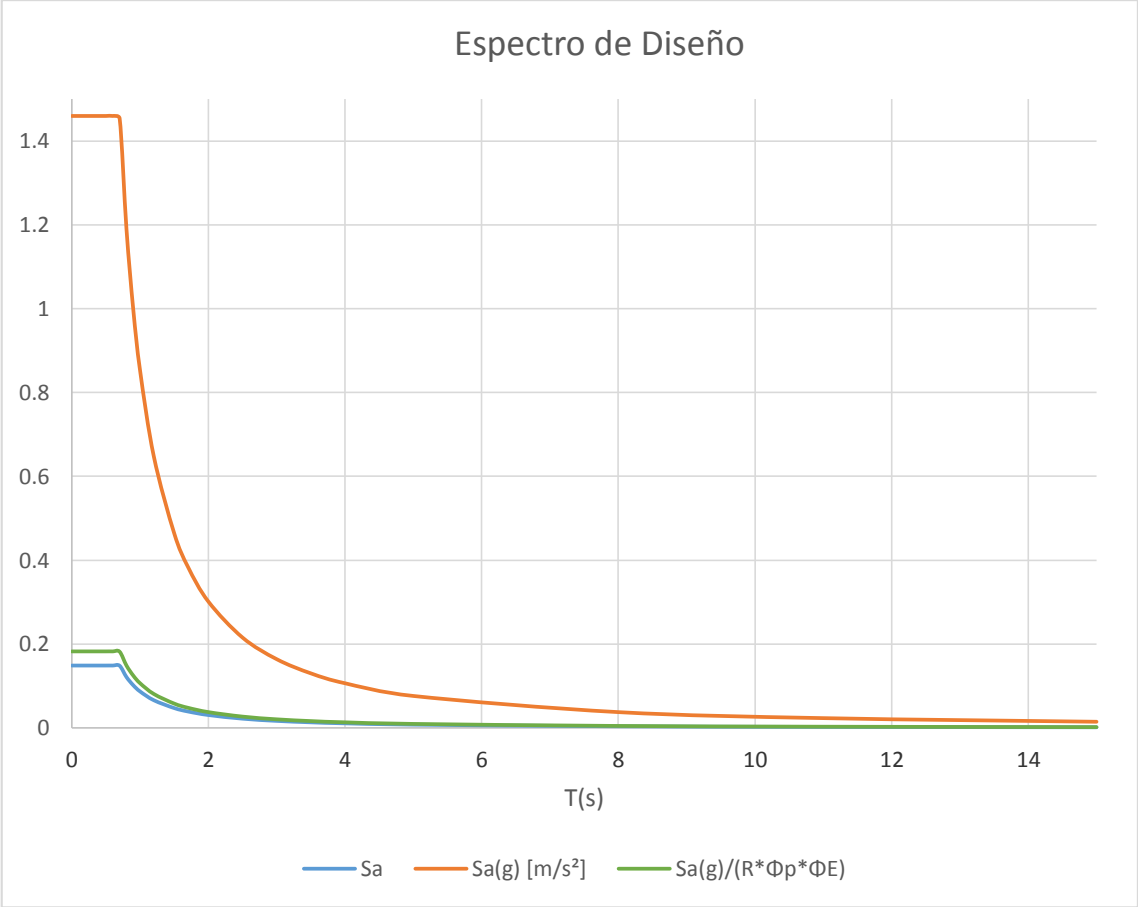


Tabla 26: Espectro de diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

5. CAPÍTULO V: PREDISEÑO Y BASES DEL DISEÑO

5.1 Prediseño

El prediseño es el primer dimensionamiento de los elementos para tener como base en el análisis, con estos valores se comienza y según los resultados se puede ir modificando hasta que cumplan con la funcionalidad deseada.

Los prediseños de vigas y columnas se los usará para realizar el análisis del modelo de hormigón armado y para realizar el análisis del modelo de hormigón presforzado se usaran los elementos ya funcionales del primer modelo ya que las condiciones para estos elementos no cambian.

Para las losas los prediseños si son específicos para cada modelo ya que las consideraciones son diferentes.

5.1.1 Combinaciones de Carga

Como se indica en la sección 4.3.1.1 la carga muerta considerada para el análisis y diseño del edificio es 0.365 t/m² pero esta no incluye un peso propio de los elementos de la superestructura así que usamos el valor de 0.240 t/m² para poder tener un valor más real de la carga que tendrá que resistir la columna.

Valor de las cargas de diseño		
D=	0.605	(T/m2)
E=	0	(T/m2)
L=	0.2	(T/m2)
Lr=	0	(T/m2)
S=	0	(T/m2)
W=	0	(T/m2)

Tabla 27: Valor de las cargas de diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Combinaciones de carga			
1.4D	=	0.847	(T/m2)
1.2D+1.6L+0.5MAX(Lr,S,R)	=	1.046	(T/m2)
1.2D+1.6MAX(Lr,S,R)+MAX(L,O.5W)	=	0.926	(T/m2)
1.2D+1.0W+L+0.5MAX(Lr,S,R)	=	0.926	(T/m2)
1.2D+1.0E+L+0.2S	=	0.926	(T/m2)
0.9D+1.0W	=	0.545	(T/m2)
0.9D+1.0E	=	0.545	(T/m2)

Tabla 28: Combinaciones de Carga. Elaborado por: Sara Ponguillo.

5.1.2 Disposición de ejes para modelos

Para realizar el prediseño del modelo de edificio del hormigón armado primero se definió el área del edificio y sus ejes para poder determinar áreas cooperantes, elementos más críticos y poder determinar los elementos para el análisis en el programa SAP2000.

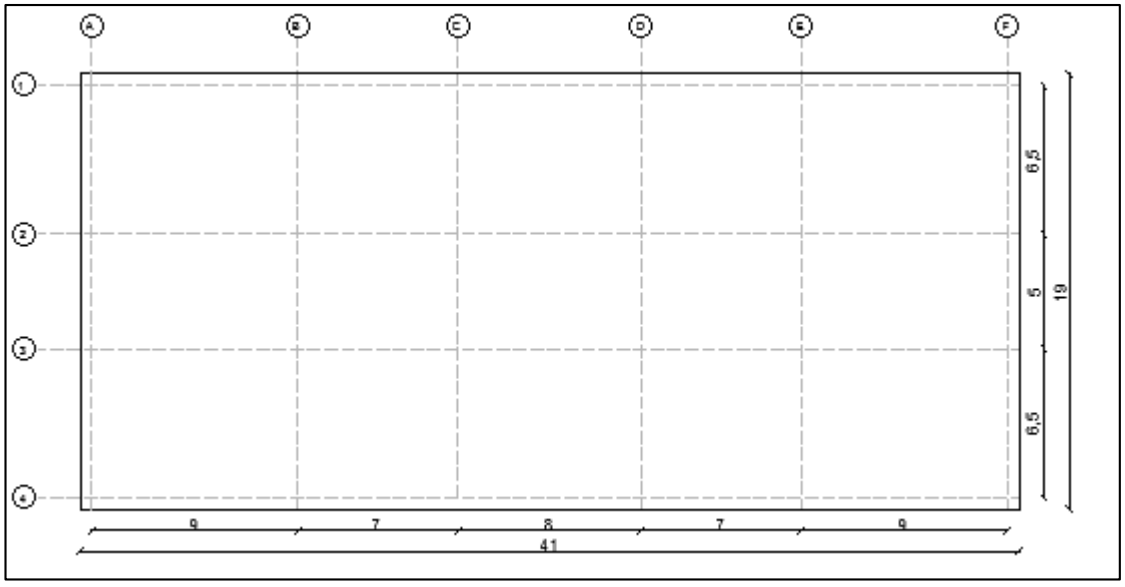


Figura 22: Área en planta y ejes para el modelo de hormigón armado. Elaborado por: Sara Ponguillo.

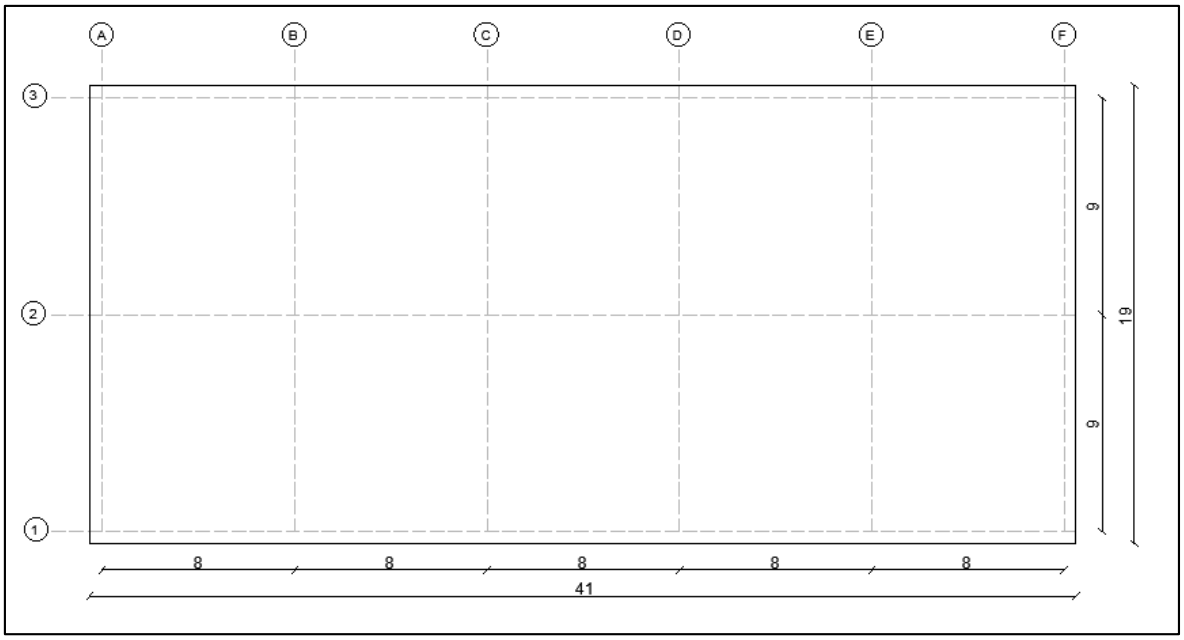


Figura 23: Área en planta y ejes para el modelo de hormigón presforzado. Elaborado por: Sara Ponguillo.

El área bruta de cada edificio será de 779 m² para poder realizar comparaciones bajo mismas condiciones.

5.1.3 Prediseño de columnas

Para el prediseño de las columnas primero se calculó la combinación de cargas más crítica tomando en cuenta la carga viva y muerta y se multiplicó este valor por 1.5 para hacer una consideración de prediseño de las cargas sísmicas.

- Área cooperante más crítica.

Se considera que todas las columnas serán iguales por lo que se calcula el área cooperante más crítica. Para esto se agrupó las columnas que según la ubicación tendrán la misma área cooperante para simplificar los cálculos.

En el caso de las columnas el área cooperante se tomó de la mitad de cada cuadrante al que pertenece la columna.

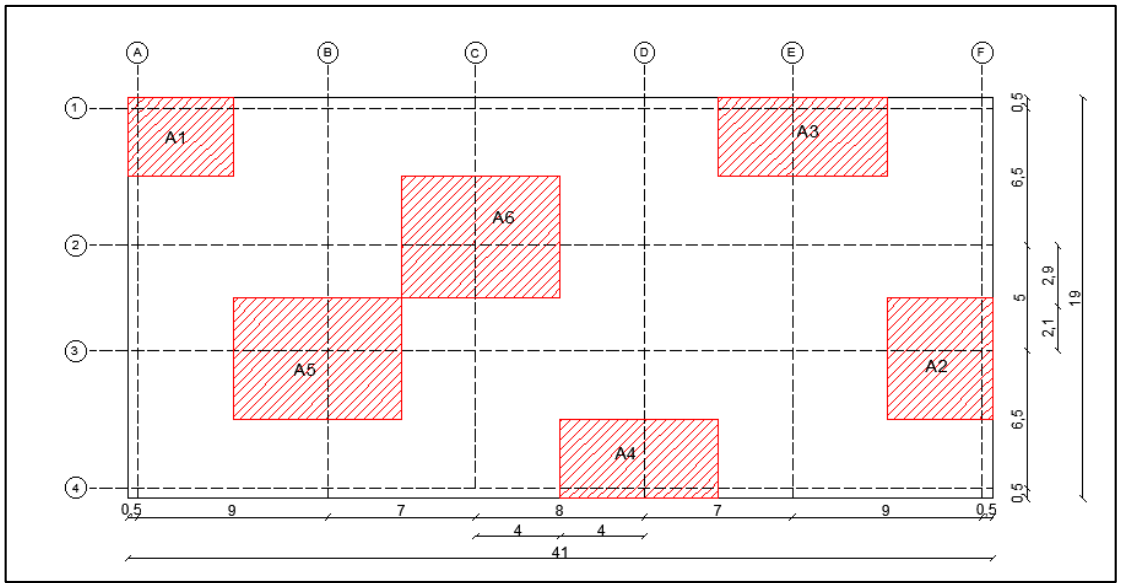


Figura 24: Áreas cooperantes según ubicación de las columnas. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Columnas tipo según área cooperante					
Tipo	**Columnas**	**Columna para diseño**	**Área cooperante**		
			b (m)	**h (m)**	**b*h (m²)**
T1	A1, A4, F1, F4	A1	5	3.75	18.75
T2	A2, A3, F2, F3	F3	5	5.75	28.75
T3	B1, B4, E1, E4	E1	8	3.75	30.00
T4	C1, C4, D1, D4	D4	7.5	3.75	28.13
T5	B2, B3, E2, E3	B3	8	5.75	46.00
T6	C2, C3, D2, D3	C2	7.5	5.75	43.13

Tabla 29: Columnas tipo según área cooperante. Elaborado por: Sara Ponguillo.

- Prediseño

Se define que el área cooperante más crítica es la del tipo de columnas T5 con un área de 46m².

$$Área\ cooperante\ por\ piso = 46\ m^2$$

Para tener un valor aproximado de la carga total que va a recibir la columna multiplicamos el área por los 10 pisos del modelo y este valor se multiplica por el valor de la carga mayorada más crítica.

$$Área\ Total = 10\ pisos * 46\ m^2 = 460\ m^2$$

$$P_{Total} = 460\ m^2\ * 1.046\ \frac{t}{m^2} = 481.16\ t$$

Para hacer una consideración de prediseño de la carga sísmica se multiplica por un factor de 1.5. Este factor no está normado, es un valor impuesto.

$$P_s = 481.16\ t * 1.5 = 721.74\ t$$

Se divide el valor de la carga para la resistencia del hormigón para tener un área aproximada resistente.

$$\frac{P}{f´c} = \frac{721.74\ t}{2800\ t/m^2} =\ 0.2577 m^2$$

Para tener una dimensión inicial se saca la raíz cuadrada y suponemos que la sección será cuadrada.

$$\sqrt{0.2577\ m^2} = 0.507\ m$$

5.1.4 Prediseño de Vigas

- Área cooperante más crítica

Para el prediseño de las vigas para determinar el área cooperante se trazó una recta a 45º en cada vértice al que la columna pertenece y se determinó el área en el programa AutoCAD.

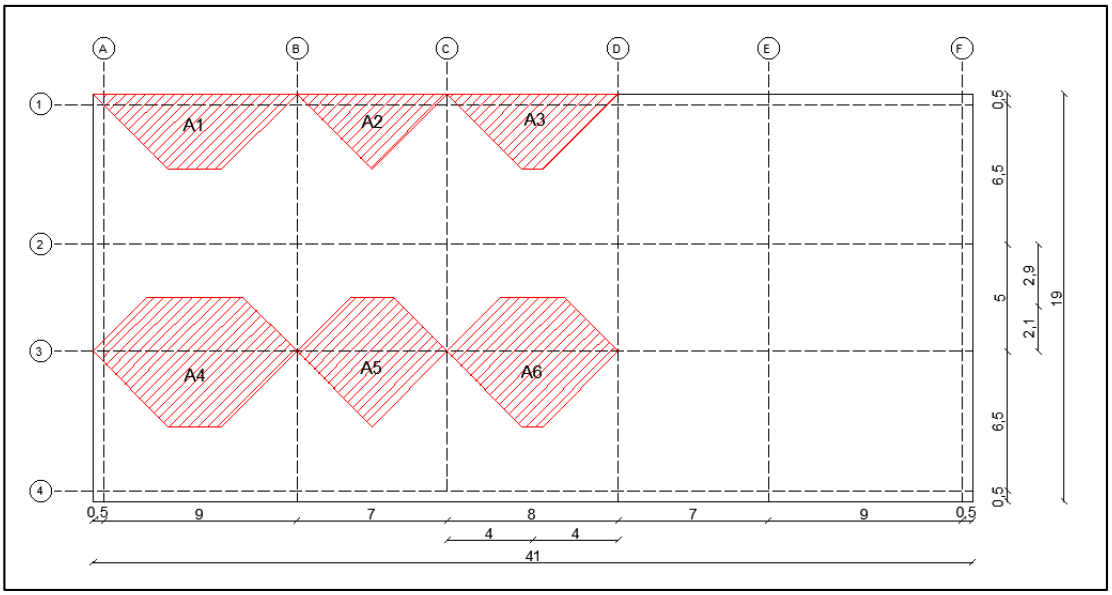


Figura 25: Área cooperante según ubicación de las vigas. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Vigas tipo según área cooperante			
Tipo	**Vigas**	**Viga para Diseño**	**Área (AutoCAD) (m²)**
T1	AB1, AB4, EF1, EF4	AB1	21
T2	BC1, BD4, DE1, DE4	BC1	12.25
T3	CD1, CD4	CD1	15.75
T4	AB2, AB3, EF2, EF3	AB3	38.5
T5	BC2, BC3, DE2, DE3	BC3	23.5
T6	CD2, CD3	CD3	29.5

Tabla 30: Vigas tipo según área cooperante. Elaborado por: Sara Ponguillo.

- Prediseño

El área cooperante más crítica es del grupo T4 con un área de 38.5 m².

$$Área\ cooperante\ por\ piso = 38.5\ m^2$$

Se multiplica el área por el valor de la carga mayorada.

$$P_{Total} = 38.5\ m^2 * 1.046\ \frac{t}{m^2} = 40.27\ t$$

Para hacer una consideración de prediseño de la carga sísmica se multiplica por un factor de 1.5. Este factor no está normado, es un valor impuesto.

$$P_s = 40.27 * 1.5 = 60.41\ t$$

Se transforma la carga puntual en una carga lineal para la viga para calcular las reacciones del elemento.

$$w = \frac{60.41\ t}{9\ m} = \ 6.71\ t/m$$

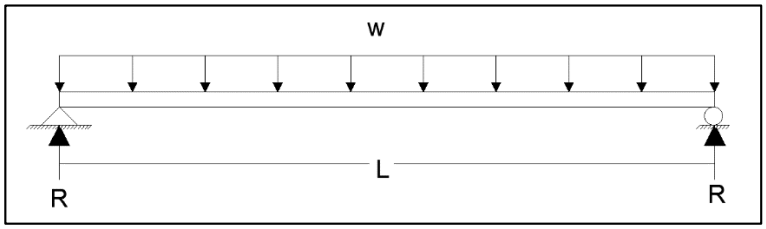


Figura 26: Viga simplemente apoyada con carga lineal. Elaborado por: Sara Ponguillo.

$$R = \frac{w * L}{2}$$

Ecuación 25

Fuente:

$$R = \frac{6.71\frac{t}{m} * 9m}{2}$$

$$R = 30.2\ t$$

Se divide el valor de la carga para la resistencia del hormigón para tener un área aproximada resistente.

$$\frac{P}{f´c} = \frac{30.2\ t}{2800\ t/m^2} = \ 0.0107 m^2$$

Para la altura mínima de las vigas usamos la tabla 9.3.1.1 del código de diseño ACI318-14.

Altura mínima de vigas no presforzadas	
Condición de Apoyo	**h mínima**
Simplemente apoyadas	ℓ/16
Un extremo continuo	ℓ/18.5
Ambos extremos continuos	ℓ/21
En voladizo	ℓ/8

Tabla 31: Altura mínima de vigas no presforzadas. Fuente: American Concrete Institute, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Altura mínima de vigas modelo hormigón armado		
Longitud vano (m)	**Condición de apoyo**	**h mínima (m)**
9	Un extremo continuo	0.49
7	Ambos extremos continuos	0.33
8	Ambos extremos continuos	0.38
6.5	un extremo continuo	0.35
5	ambos extremos continuos	0.24

Tabla 32: Altura mínima de vigas modelo hormigón armado. Elaborado por: Sara Ponguillo.

5.1.5 Prediseño de losas de hormigón armado

Para el prediseño de las losas se usa la tabla 7.3.1.1 para calcular el espesor mínimo.

Espesor mínimo de losas en una dirección	
Condición de Apoyo	**h mínimo**
Simplemente apoyadas	ℓ/20
Un extremo continuo	ℓ/24
Ambos extremos continuos	ℓ/28
En voladizo	ℓ/10

Tabla 33: Espesor mínimo de losas en una dirección. Fuente: ACI 318S-14, 2015.

Espesor mínimo de losas modelo hormigón armado		
Longitud vano (m)	**Condición de apoyo**	**h mínima (m)**
9	Un extremo continuo	0.32
7	Ambos extremos continuos	0.25
8	Ambos extremos continuos	0.29

Tabla 34: Espesor mínimo de losas modelo hormigón armado. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Se decide tomar el valor de 0.35m para diseñar las losas de todos los vanos.

5.1.6 Prediseño de losas de hormigón presforzado

El valor del espesor mínimo se obtiene de la tabla 9.3 del Manual del Instituto de postensado. Para losas en una dirección se obtiene la siguiente relación:

$$\frac{Longitud\ de\ vano}{48}$$

Ecuación 26

Fuente: (Post-tensioning Institute, 2006)

$$espesor\ mínimo = \frac{800cm}{48}$$

$$espesor\ mínimo = 16.67\ cm$$

5.2 Bases de Diseño

5.2.1 Recubrimiento

El recubrimiento es una distancia normada que va desde la fibra extrema del elemento hasta el refuerzo transversal.

Recubrimiento especificado para elementos de concreto construidos en sitio no presforzadas

Exposición del concreto	Miembro	Refuerzo	Recubrimiento especificado, mm
Construido contra el suelo y permanentemente en contacto con el	Todos	Todos	75
Expuesto a la intemperie o en contacto con el suelo	Todos	Barras No. 19 a No 57	50
		Barras No. 16, alambre MW200 o MD200 y menores	40
No expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	Losas, viguetas y muros	Barras No. 43 y No. 57	40
		Barra No. 36 y menores	20
	Vigas, columnas,	Armadura principal, estribos,	40

	pedestales y amarres a tracción	espirales y estribos cerrados para confinamiento	

Tabla 35: Recubrimiento especificado para elementos de concreto construidos en sitio no presforzadas. Fuente: American Concrete Institute, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Recubrimiento especificado para elementos de concreto presforzado construidos en sitio			
Exposición del concreto	**Miembro**	**Refuerzo**	**Recubrimiento especificado, mm**
Construido contra el suelo y permanentemente en contacto con el	Todos	Todos	75
Expuesto a la intemperie o en contacto con el suelo	Losas, viguetas y muros	Todos	25
	Todos los demás	Todos	40
No expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	Losas, viguetas y muros	Todos	20
	Vigas, columnas, pedestales y amarres a tracción	Refuerzo principal	40
		Estribos, espirales y estribos	25

		cerrados de confinamiento	

Tabla 36: Recubrimiento especificado para elementos de concreto presforzado construidos en sitio. Fuente: American Concrete Institute, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Para el diseño de los dos modelos se seleccionaron valores basados en las tablas para el recubrimiento de los elementos pero estandarizando para simplificar el proceso. Los valores que se usarán en el diseño a continuación serán los especificados en la siguiente tabla:

Recubrimiento de Diseño			
Exposición del concreto	**Miembro**	**Refuerzo**	**Recubrimiento especificado, mm**
Expuesto y no expuesto a la intemperie	Columna	Todos	50
	Viga	Todos	50
	Losa hormigón armado	Todos	25
	Losa hormigón presforzado	Todos	25

Tabla 37: Recubrimiento de Diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

5.2.2 Área de acero (As) mínimo

5.2.2.1 As en vigas

Para el refuerzo a flexión, el ACI 318S-14 (2015) dice que:

> As mínimo debe ser mayor que (a) y (b), excepto en lo dispuesto en 9.6.1.3. Para una viga estáticamente determinada con el ala en tracción, el valor de bw debe tomarse como el menor entre bf y 2bw.
>
> a. $\frac{0.25\sqrt{f'c}}{fy} b_w d$
>
> b. $\frac{1.4}{fy} b_w d$ (p.145)

El refuerzo mínimo requerido a corte está dado por la tabla 9.6.3.3.

Refuerzo a corte mínimo requerido		
Tipo de Viga		**Av min/s**
No presforzadas	El mayor de:	$0.062\sqrt{f'c}\frac{b_w}{f_{yt}}$ $0.35\frac{b_w}{f_{yt}}$

Tabla 38: Refuerzo a corte mínimo requerido. Fuente: ACI 318S-14, 2015.

Modificado por: Sara Ponguillo.

5.2.2.2 As en columnas

El refuerzo longitudinal debe ser, según el ACI 318S-14 (2015):

> Para columnas no presforzadas y columnas presforzadas con f pe<16 MPa de valor promedio, el área de refuerzo longitudinal no debe ser menor que 0.01Ag ni mayor que 0.08Ag.
>
> Cuando se requiere refuerzo para cortante, Av mínimo debe ser el mayor entre (a) y (b).
>
> a. $0.062\sqrt{f'c}\frac{b_w s}{f_{yt}}$
> b. $0.35\ \frac{b_w s}{f_{yt}}$ (p.167)

5.2.2.3 As Losas hormigón armado

El acero de refuerzo mínimo depende del fy de las barras, en este caso es <420 MPa por lo que la fórmula es:

$$0.0020\ Ag$$

Ecuación 27

Fuente: (ACI 318S-14, 2015)

5.2.2.4 As Losas hormigón presforzado

Según el Manual del Instituto de Postensado, las losas de hormigón presforzado deben contar con refuerzo a flexión que se calcula de la siguiente manera:

000040 *A*

Ecuación 28

Fuente: (Post-tensioning Institute, 2006)

Donde:

A: área desde el centro de gravedad CGC y la fibra extrema.

Para el acero de contracción y temperatura se debe cumplir con las especificaciones según el ACI 318S-14 (2015):

En construcción monolítica de vigas y losas postensadas construidas en sitio, el área bruta de concreto es el área total de la viga incluyendo el espesor de la losa y la porción de losa dentro de la mitad de la distancia libre entre las almas de las vigas adyacentes. Se permite incluir la fuerza efectiva del presfuerzo de los tendones de las vigas en el cálculo de la fuerza total de presfuerzo que actúa sobre el área bruta de la sección de concreto. (p.96)

5.2.3 Diseño del Refuerzo

5.2.3.1 Espaciamiento mínimo

El código ACI 318S-14 (2015) dice que:

- Para refuerzo no presforzado paralelo colocado en una capa horizontal, la distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa debe ser al menos el mayor entre 25 mm, db, y 4/3dagg.
- Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas horizontales, las barras de las capas superiores deben colocarse exactamente sobre las de las capas inferiores, con una distancia libre entre capas no menor de 25 mm.

– Para refuerzo longitudinal en columnas, pedestales, puntales y elementos de borde en muros, la distancia libre entre barras debe ser al menos el mayor de 40 mm, 1.5db, y 4/3dagg. (p.435)

Con los parámetros de espaciamiento mínimo se calcula cual va a ser el valor de diseño dependiendo del diámetro de la varilla.

Espaciamiento Mínimo de Diseño		
Diámetro	**Espaciamiento Vigas**	**Espaciamiento Columnas**
mm	**mm**	**mm**
10	25	40
12	25	40
14	25	40
16	25	40
18	25	40
20	25	40
22	25	40
25	25	40
28	28	42
32	32	48
36	36	54

Tabla 39: Espaciamiento mínimo de diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

El espaciamiento de retracción y temperatura "no debe exceder el menor de 5h y 450mm"(ACI 318S-14, 2015, p.430).

5.2.3.2 Desarrollo de ganchos

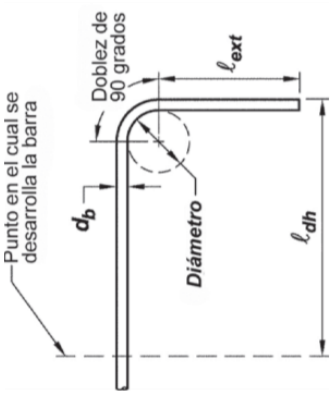
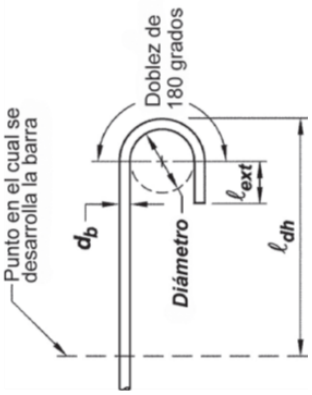
Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción				
Tipo de gancho estándar	**Diámetro de la barra**	**Diámetro interior mínimo de doblado, mm**	**Extensión recta ℓ_{ext}, mm**	**Tipo de gancho estándar**
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

Tabla 40: Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción. Fuente: ACI 318S-14, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos, amarras y estribos cerrados de confinamiento

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ℓ_{ext}, mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

Tabla 41: Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos, amarras y estribos cerrados de confinamiento. Fuente: ACI 318S-14, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Dimensión de diseño de ganchos de tracción				
	Gancho 90˚		Gancho 180˚	
Diámetro db	Diámetro interior mínimo doblado	lext 90˚	Diámetro interior mínimo doblado	lext 180˚
mm	mm	mm	mm	mm
10	60	120	60	65
12	72	144	72	65
14	84	168	84	65
16	96	192	96	65
18	108	216	108	72
20	120	240	120	80
22	132	264	132	88
25	150	300	150	100
28	168	336	168	112
32	256	384	256	128
36	288	432	288	144

Tabla 42: Dimensión de diseño de ganchos de tracción. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Dimensión de diseño de ganchos de confinamiento						
	Gancho 90˚		Gancho 135˚		Gancho 135˚	
Diámetro db	Diámetro interior mínimo doblado	lext	Diámetro interior mínimo doblado	lext	Diámetro interior mínimo doblado	lext
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10	40	75	40	75	40	65
12	48	75	48	75	48	65
14	56	84	56	84	56	65
16	64	96	64	96	64	65
18	72	108	72	108	72	72

20	120	240	120	120	120	80
22	132	264	132	132	132	88
25	150	300	150	150	150	100
28	168	336	168	168	168	112
32	192	384	192	192	192	128
36	216	432	216	216	216	144

Tabla 43: Dimensión de diseño de ganchos de confinamiento. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Se debe tener en cuenta que la ubicación en donde se desarrollan los modelos de esta tesis es una zona sísmica alta por lo que hay que considerar los requisitos sísmicos que deben cumplir los ganchos descritos a continuación según el ACI 318S-14 (2015):

- Doblez mínimo de 90 grados para estribos cerrados de confinamiento circulares y de 135 grados para los demás estribos cerrados de confinamiento.
- El gancho debe abrazar el refuerzo longitudinal y la extensión debe proyectarse hacia el interior del estribo o estribo cerrado de confinamiento. (p.138)

5.2.3.3 Desarrollo del refuerzo

La tracción o compresión calculada en el refuerzo en cada sección de un miembro debe ser desarrollada hacia cada lado de dicha sección mediante una longitud embebida en el concreto, gancho, barra corrugada con cabeza o dispositivo mecánico, o una combinación de ellos.(ACI 318S-14, 2015, p.438)

En la práctica, el concepto de longitud de desarrollo requiere longitudes o extensiones mínimas del refuerzo más allá de todos los puntos de esfuerzo máximo en el refuerzo. Tales esfuerzos máximos generalmente ocurren en los puntos donde se presentan los esfuerzos máximos y puntos del vano donde termina o se dobla el refuerzo adyacente. Desde el punto de esfuerzo máximo en el refuerzo, se necesita cierta longitud o anclaje del refuerzo a través del

cual se desarrolle el esfuerzo. Esta longitud de desarrollo o anclaje se necesita en ambos lados de los puntos de esfuerzo máximo. Con frecuencia, el refuerzo continúa a lo largo de una distancia considerable en un lado del punto de esfuerzos críticos, de modo que el cálculo requiere tratar sólo el otro lado, por ejemplo, el refuerzo por momento negativo continúa a través de un apoyo hasta la mitad del vano siguiente.(ACI 318S-14, 2015, p.439)

- Desarrollo de refuerzo en tracción

Para el cálculo de la longitud de desarrollo en tracción (ld) se usa el mayor de los siguientes criterios:

a. Tabla 25.4.2.2 del ACI318-14 usando los factores de modificación de la tabla 25.4.2.4
b. 300mm

Longitud de desarrollo para barras corrugadas y alambre corrugado en tracción

Espaciamiento y recubrimiento	**Barras No. 19 o menores y alambres corrugados**	**Barras No. 22 y mayores**
Espaciamiento libre entre barras o alambres que se están desarrollando o empalmando por traslapo no menor que db , recubrimiento libre al menos db , y no menos estribos a lo largo de ld que el mínimo del Reglamento o espaciamiento libre entre barras o alambres que están siendo desarrollados o empalmados por traslapo no menor que 2db y recubrimiento libre no menor que db	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2.1\ \lambda \sqrt{f'c}}\right) d_b$	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1.7\ \lambda \sqrt{f'c}}\right) d_b$
Otros casos	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2.1\ \lambda \sqrt{f'c}}\right) d_b$	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2.1\ \lambda \sqrt{f'c}}\right) d_b$

Tabla 44: Longitud de desarrollo para barras corrugadas y alambre corrugado en tracción.
Fuente: ACI 318S-14, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Factores de modificación para el desarrollo de las barras corrugadas y alambres corrugados en tracción		
Factor de Modificación	**Condición**	**Valor del factor**
Concreto de peso liviano λ	Concreto de peso liviano	0.75
	Concreto de peso liviano, donde *fct* se especifica	De acuerdo con 19.2.4.3
	Concreto de peso normal	1
Epóxico Ψe	Refuerzo con recubrimiento epóxico o zinc y barras con recubrimiento dual de zinc y epóxico con menos de 3*db* de recubrimiento, o separación libre menor que 6*db*	1.5
	Refuerzo con recubrimiento epóxico o zinc y barras con recubrimiento dual de zinc y epóxico para todas las otras condiciones	1.2
	Refuerzo sin recubrimiento o refuerzo recubierto con zinc (galvanizado)	1
Tamaño Ψs	Para barras No. 22 y mayores	1
	Para barras No. 19 o menores y alambres corrugados	0.8
Ubicación Ψt	Más de 300 mm de concreto fresco colocado bajo el refuerzo horizontal	1.3
	Otra	1

Tabla 45: Factores de modificación para el desarrollo de las barras corrugadas y alambres corrugados en tracción. Fuente: ACI 318S-14, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Factores de modificación para el diseño de ld en tracción		
λ	1	Concreto de peso normal
ψe	1	Refuerzo sin recubrimiento o refuerzo recubierto con zinc (galvanizado)
ψs	0.8	Para barras No. 19 o menores y alambres corrugados
	1	Para barras No. 22 y mayores
ψt	1	Otra

Tabla 46: Factores de modificación para el diseño de ld en tracción. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Longitud de desarrollo ld de diseño

Diámetro db	**ld**
mm	**cm**
10	37.80
12	45.36
14	52.92
16	60.47
18	68.03
20	75.59
22	102.72
25	116.72
28	130.73
32	149.41
|36	168.08

Tabla 47: Longitud de desarrollo ld de diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

- Desarrollo de ganchos estándar en tracción

El desarrollo de ganchos (ldh) tiene que ser el mayor valor de las siguientes condiciones:

a. La longitud calculada con la fórmula y usando los factores de modificación de la tabla 25.4.3.2 del ACI318-14

$$\left(\frac{0.24\ fy\ \psi e\ \psi c\ \psi r}{\lambda\sqrt{f'c}}\right)db$$

Ecuación 29

Fuente: (ACI 318S-14, 2015)

b. 8db

c. 150mm

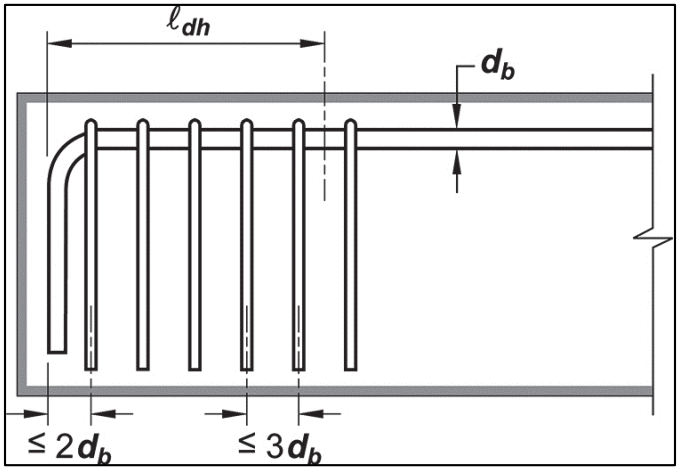


Figura 27: Longitud de desarrollo de ganchos ldh. Fuente: ACI 318S-14, 2015.

Factores de modificación para el desarrollo de las barras con gancho en tracción		
Factor de modificación	**Condición**	**Valor del factor**
Concreto de peso liviano λ	Concreto de peso liviano	0.75
	Concreto de peso normal	1
Epóxico Ψe	Refuerzo con recubrimiento epóxico o zinc y barras con recubrimiento dual de zinc y epóxico	1.2
	Refuerzo sin recubrimiento o refuerzo recubierto con zinc (galvanizado)	1
Recubrimiento Ψc	Para ganchos de barras No. 36 y menores, con recubrimiento lateral (normal al plano del gancho) ≥65 mm. y para ganchos de 90 grados con recubrimiento en la extensión de la barra más allá del gancho ≥50 mm	0.7
	Otras	1
Confinamiento del refuerzo Ψr	Para ganchos de 90 grados de barras No. 36 y menores que se encuentran: (1) confinados a lo largo de l*dh* con estribos perpendiculares a l*dh* con $s \leq 3db$ **,** o bien, (2) confinados a lo largo de la barra que se está desarrollando más allá del gancho por estribos perpendiculares a l*ext* con $s \leq 3db$	0.8
	Para ganchos de 180 grados de barra No. 36 y menores que se encuentran confinados con estribos perpendiculares a l*ext* con $s \leq 3db$	
	Otros	1

Tabla 48: Factores de modificación para el desarrollo de las barras con gancho en tracción. Fuente: ACI 318S-14, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Factores de modificación para el diseño de ldh en tracción		
λ	1	Concreto de peso normal
ψe	1	Refuerzo sin recubrimiento o refuerzo recubierto con zinc (galvanizado)
ψc	0.7	Para ganchos de barras No. 36 y menores, con recubrimiento lateral (normal al plano del gancho) ≥65 mm. y para ganchos de 90 grados con recubrimiento en la extensión de la barra más allá del gancho ≥50 mm
ψr	0.8	Para ganchos de 180 grados de barra No. 36 y menores que se encuentran confinados con estribos perpendiculares a lext con s ≤ 3db

Tabla 49: Factores de modificación para el diseño de ldh en tracción. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Longitud de desarrollo ldh de diseño	
Diámetro db	**ldh**
mm	**cm**
10	15.00
12	15.00
14	15.00
16	17.07
18	19.20
20	21.34
22	23.47
25	26.67
28	29.87
32	34.14
36	38.40

Tabla 50: Longitud de desarrollo ldh de diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

- Desarrollo de refuerzo a compresión

Para el desarrollo de refuerzo a compresión (ldc) hay que determinar el mayor valor entre las siguientes consideraciones:

a. 200mm
b. Las formulas multiplicadas por los factores de modificación de la tabla 25.4.9.3 del ACI318-14

$$\left(\frac{0.24\ fy\ \psi r}{\lambda\sqrt{f'c}}\right)db$$

Ecuación 30

Fuente: (ACI 318S-14, 2015)

$$0.043\ fy\ \psi r\ db$$

Ecuación 31

Fuente: (ACI 318S-14, 2015)

Factores de modificación para barras y alambres corrugados a compresión		
Factor de modificación	**Condición**	**Valor del factor**
Concreto liviano λ	Concreto liviano	0.75
	Concreto liviano, cuando se especifica fct	De acuerdo con 19.2.4.3
	Concreto de peso normal	1
Refuerzo de confinamiento Ψr	Refuerzo encerrado dentro de (1), (2), (3) ó (4): (1) Una espiral (2) Un estribo circular continuo con *db* ≥ 6 mm y paso 100 mm (3) Estribos de barra No. 13 o alambre MD130 de acuerdo con 25.7.2 espaciado ≤ 100 mm (4) Estribos cerrados de confinamiento de acuerdo con 25.7.4 y espaciadas a distancias ≤ 100 mm, centro a centro.	0.75
	Concreto de peso normal	1

Tabla 51: Factores de modificación para barras y alambres corrugados a compresión.
Fuente: ACI 318S-14, 2015. Modificado por: Sara Ponguillo.

Factores de modificación para el diseño de ldc en compresión		
λ	1	Concreto de peso normal
ψr	1	Concreto de peso normal

Longitud de desarrollo ldc de diseño	
Diámetro db	**ldc**
mm	**cm**
10	19.05
12	22.86
14	26.67
16	30.48
18	34.29
20	38.10
22	41.91
25	47.62
28	53.34
32	60.96
36	68.58

Tabla 52: Longitud de desarrollo ldc de diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Para el acero adicional de refuerzo se lo debe colocar de la siguiente manera ya que no es necesario una vez puesto el acero mínimo a lo largo del elemento poner el acero adicional para cumplir el diseño a lo largo de todo el elemento si no solo en las zonas críticas.

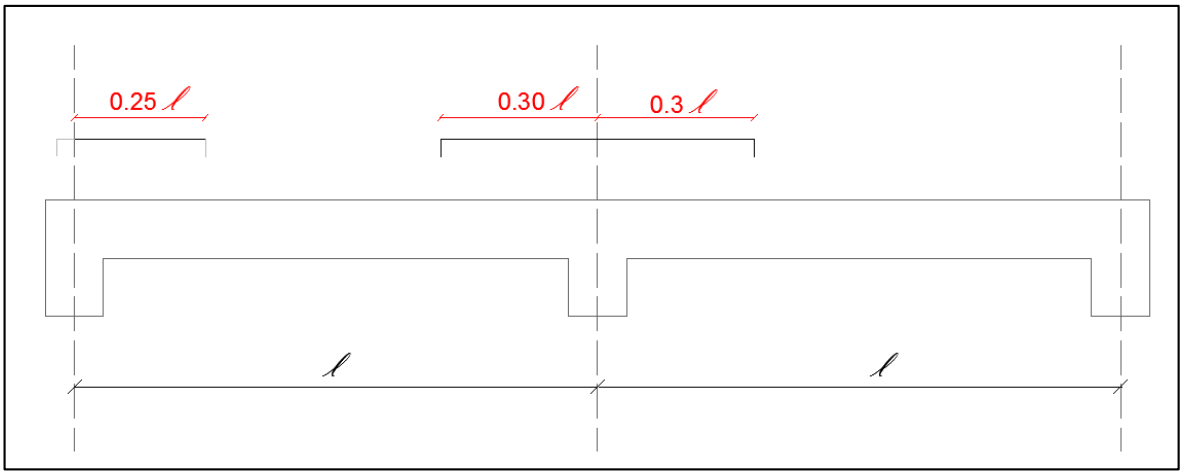


Figura 28: Disposición del acero de refuerzo adicional. Fuente: Páez, 2019. Elaborado por: Sara Ponguillo.

5.2.3.4 Desarrollo de Traslape

- Desarrollo de traslape de barras a tracción

Longitud de empalme por traslapo de barras y alambres corrugados a tracción

As colocado/As requerido en la longitud del empalme	Porcentaje máximo de As empalmado dentro de la longitud de traslapo requerida	Tipo de empalme	lst
≥2.0	50	Clase A	1.0 ld y 300mm
	100	Clase B	1.3ld y 300mm
<2.0	Todos los casos	Clase C	1.3ld y 300mm

Longitud de traslapo lst a tracción de diseño

Diámetro	lst (50%)	lst (100%)
mm	**cm**	**cm**

10	37.80	49.14
12	45.36	58.96
14	52.92	68.79
16	60.47	78.62
18	68.03	88.44
20	75.59	98.27
22	102.72	133.53
25	116.72	151.74
28	130.73	169.95
32	149.41	194.23
36	168.08	218.51

Tabla 53: Longitud de traslapo lst a tracción de diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

- Desarrollo de traslape de barras a compresión

El desarrollo de traslape de barras a compresión (lsc) de calcula dependiendo de la resistencia del acero. En este caso es de 420 Mpa por lo que se usa el mayor según:

a. La ecuación propuesta a continuación

$$0.071\ fy\ db$$

Ecuación 32

Fuente:(ACI 318S-14, 2015)

b. 300mm

Longitud de traslapo lsc a tracción de diseño	
Diámetro db	**lsc**
mm	**cm**
10	29.82
12	35.784
14	41.748
16	47.712
18	53.676
20	59.64
22	65.604
25	74.55
28	83.496
32	95.424
36	107.352

Tabla 54: Longitud de traslapo lsc a tracción de diseño. Elaborado por: Sara Ponguillo.

El traslape en vigas se debe dar en las zonas de compresión, según las deformaciones que este elemento presenta, el traslape en la parte superior de la viga debe ser en la mitad del elemento y en la parte inferior del elemento el traslape se debe dar en la cara de la columna.

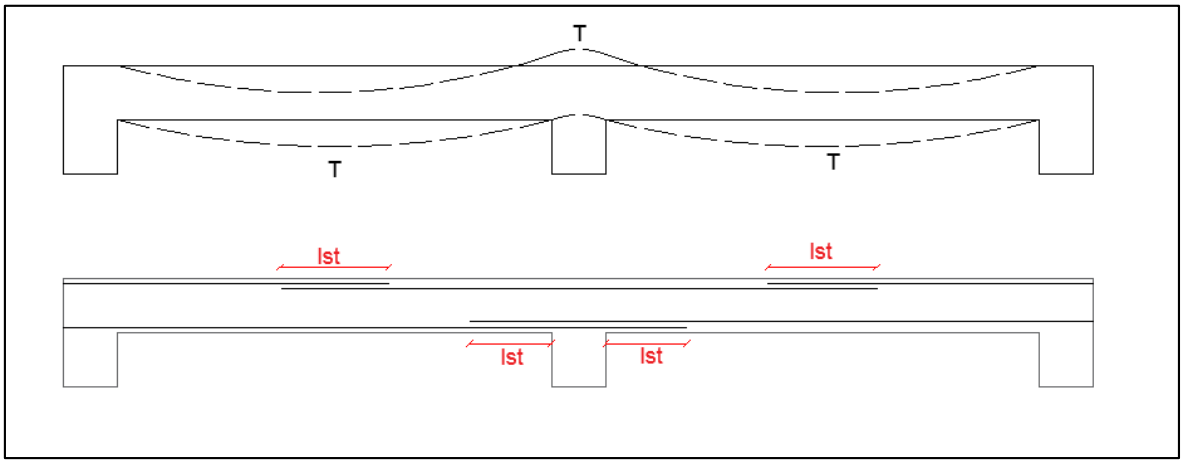


Figura 29: Zona de traslape en vigas. Elaborado por: Sara Ponguillo.

El traslape en columnas por requisito sísmico se debe dar en el tercio medio del elemento y se debe traslapar un máximo del 50% del refuerzo en la misma columna.

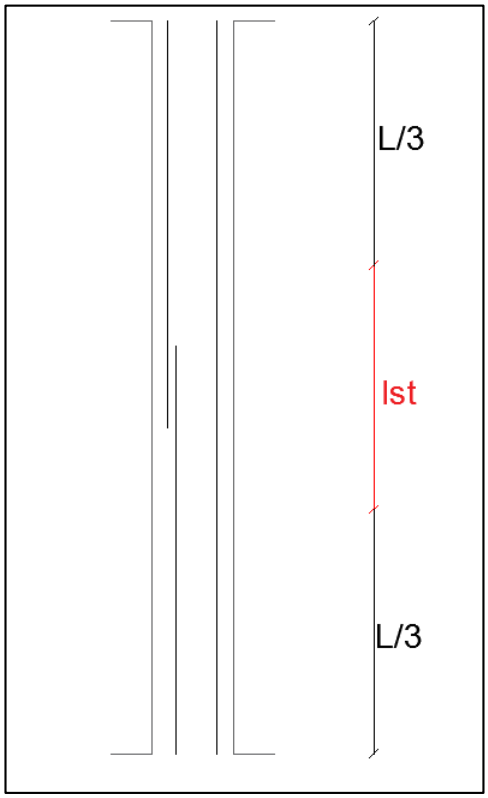


Figura 30: Zona de traslape en columnas. Elaborado por: Sara Ponguillo.

5.2.3.5 Refuerzo transversal

El refuerzo transversal se lo diseña dependiendo del elemento estructural en análisis.

- Estribos de vigas

  Los estribos deben colocarse tan cerca de las superficies de tracción y comprensión del miembro como lo permitan los requisitos de recubrimiento y la proximidad de otros refuerzos y deben desarrollarse en ambos extremos. Cuando se usan como refuerzo de cortante, los estribos deben extenderse hasta una distancia d medida desde la fibra extrema en compresión.(ACI 318S-14, 2015, p.460)

"Los estribos para torsión o refuerzo para integridad deben consistir en estribos cerrados perpendiculares al eje del miembro"(ACI 318S-14, 2015, p.462). Estos

estribos deben terminar en sus extremos con ganchos a 135° recubriendo el refuerzo longitudinal.

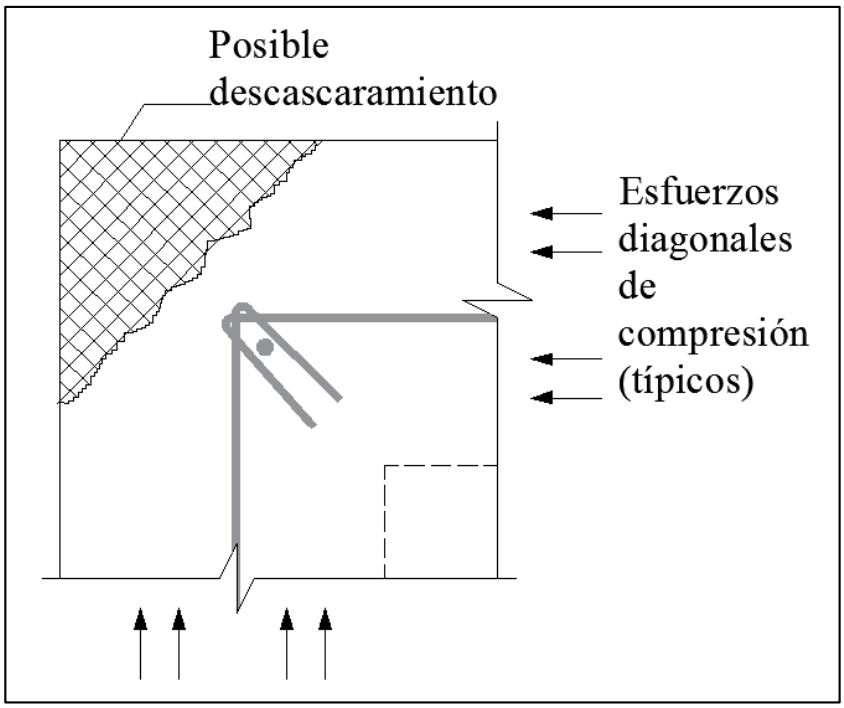


Figura 31: Gancho de refuerzo transversal. Fuente:(ACI 318S-14, 2015)

- Estribos de columnas

El ACI 318S-14 (2015) afirma:

- (25.7.2.1) El espaciamiento de los estribos debe ser el mayor entre:
  a. 16db del refuerzo longitudinal
  b. 48db del estribo
  c. La dimensión menor del elemento
- (25.7.2.2) El diámetro mínimo para el refuerzo debe ser 10mm para refuerzo longitudinal con varillas de 32mm o menos.
- (25.7.2.3) La forma en la que se debe disponer los estribos es:

  a. Cada barra longitudinal de esquina y barra alterna debe tener apoyo lateral dado por la esquina de un estribo con un ángulo interior no mayor de 135 grados.

b. Ninguna barra que no esté apoyada lateralmente puede estar separada más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente. (p.464)

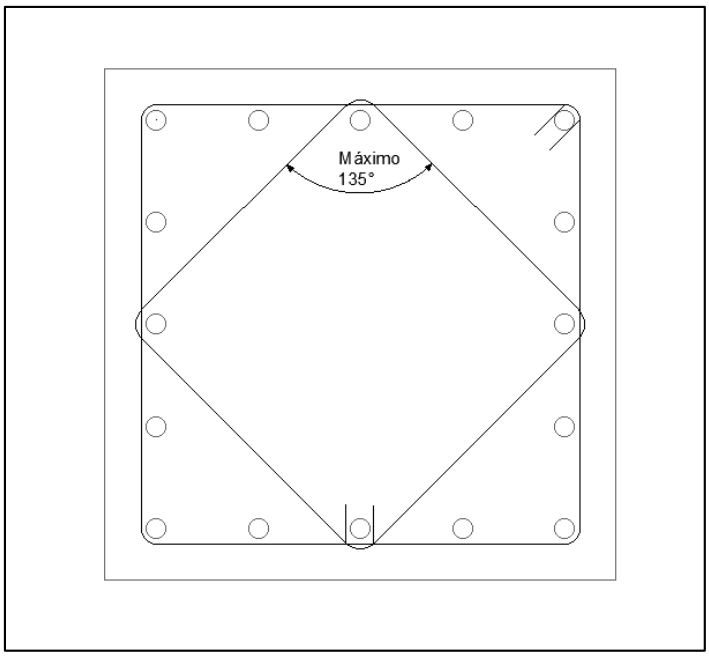


Figura 32: Disposición de los ángulos de los estribos. Elaborado por: Sara Ponguillo.

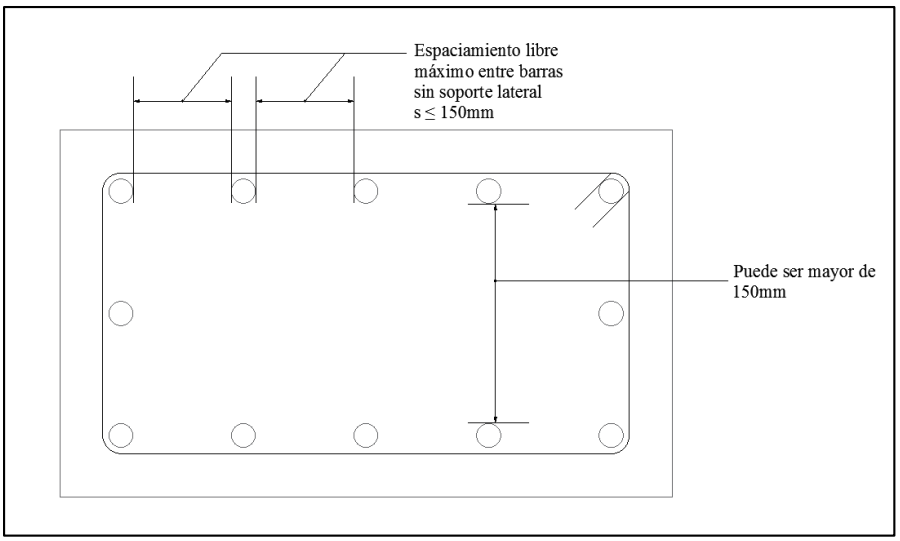


Figura 33: Espaciamiento libre máximo en columnas. Elaborado por: Sara Ponguillo.

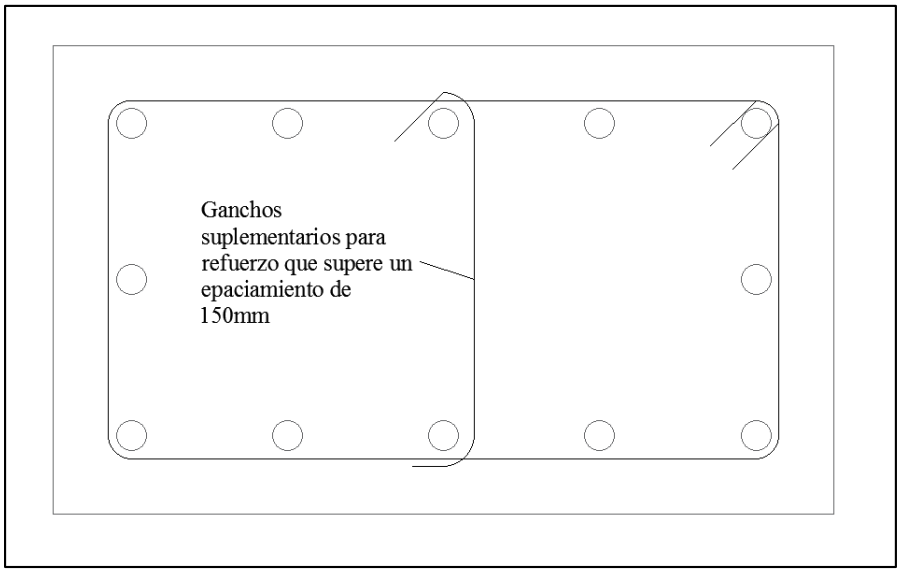


Figura 34: Estribos suplementarios. Elaborado por: Sara Ponguillo.

"Los estribos para torsión debe ser perpendiculares al eje del miembro y estar anclados cumpliendo con: Los extremos deben terminar en un gancho de 135 grados o un gancho sísmico alrededor de una barra longitudinal"(ACI 318S-14, 2015, p.467).

5.2.4 Anclajes y conectores

Para el diseño de hormigón presforzado se debe considerar las indicaciones del código ACI 318S-14 (2015):

> La zona de anclaje de tendones postensados consiste de dos zonas, (a) y (b):
>
> a. La zona local debe suponerse como el prisma rectangular (o rectangular equivalente para anclajes circulares u ovalados) que circunda inmediatamente al dispositivo de anclaje y cualquier refuerzo de confinamiento.
>
> b. La zona general incluye la zona local y debe suponerse que sea la porción del miembro a través de la cual la fuerza concentrada de presforzado se transfiere al concreto y se distribuye de una forma más uniforme a través de la sección. (p.470)

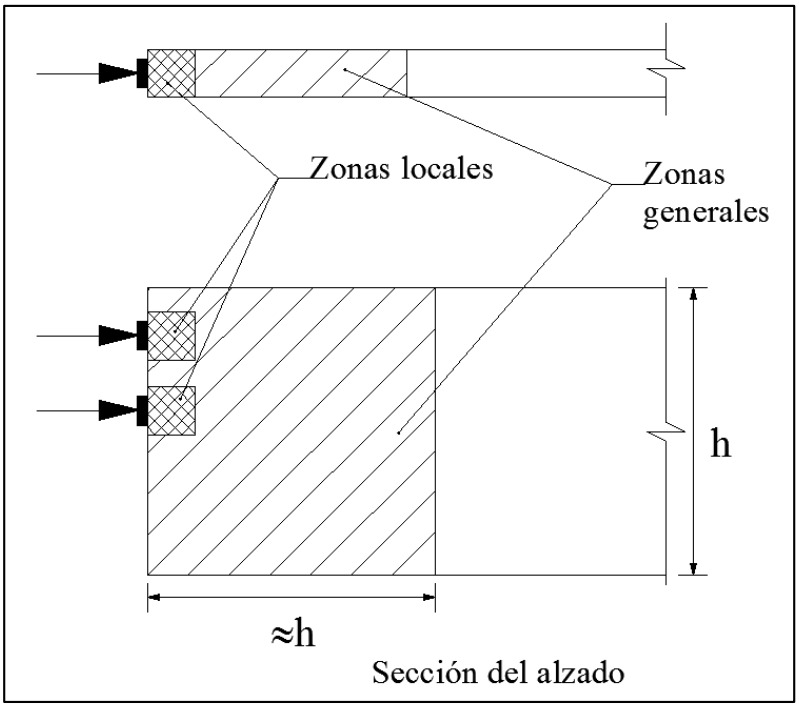


Figura 35: Zona de anclaje local y general. Fuente: ACI 318S-14, 2015.

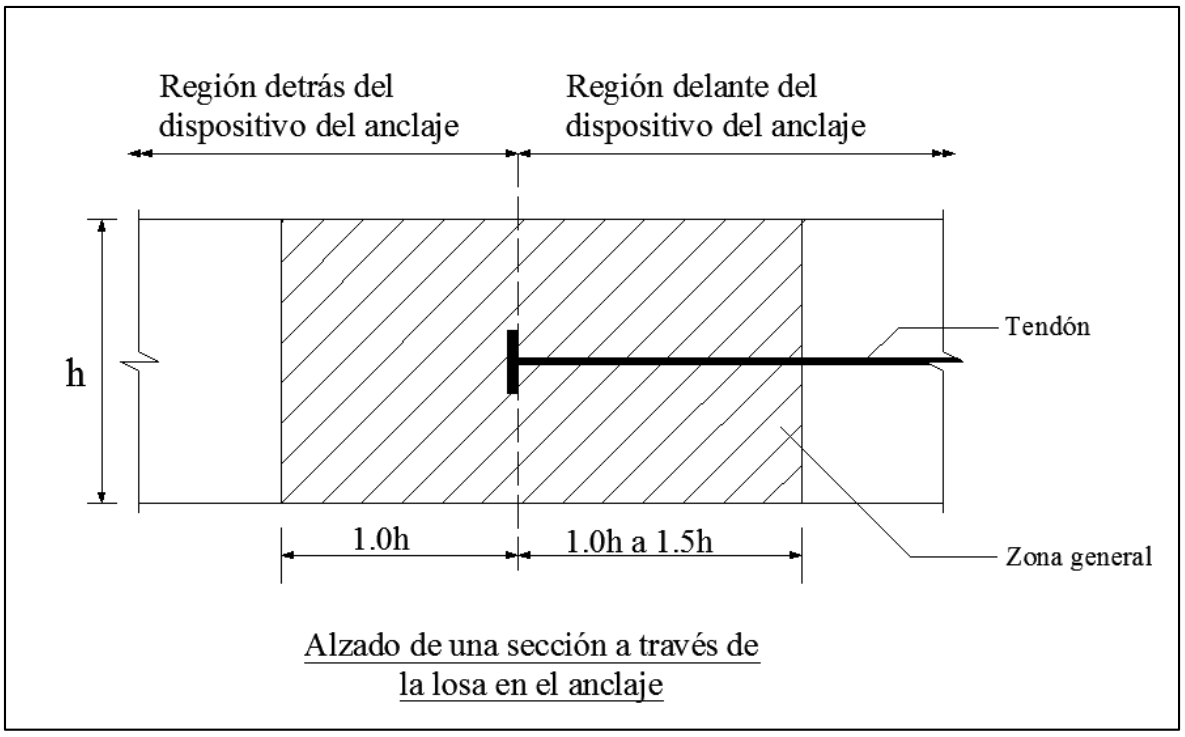


Figura 36: Zona general para dispositivo de anclaje localizado lejos del extremo del miembro. Fuente: ACI 318S-14, 2015.

5.2.5 Consideraciones sísmicas

5.2.5.1 Consideraciones en vigas

Los límites que deben cumplir las vigas según el ACI 318S-14 (2015): "La luz libre ln no debe ser menor que 4d y el ancho bw debe ser al menos igual al menor de 0.3h y 250mm" (p.292).

El refuerzo longitudinal debe cumplir lo estipulado por el ACI 318S-14 (2015):

- Las vigas deben tener al menos dos barras continuas tanto en la cara superior como inferior. En cualquier sección, tanto para el refuerzo superior como para el inferior, la cantidad de refuerzo no debe ser inferior a lo requerido por 9.6.1.2, y la cuantía de refuerzo ρ no debe exceder 0.025.
- La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara. La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del miembro, debe ser al menos igual a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.
- Sólo se permiten empalmes por traslapo de refuerzo longitudinal corrugado cuando se proporcionan estribos cerrados de confinamiento o espirales en la longitud de empalme por traslapo. El espaciamiento del refuerzo transversal que confina las barras traslapadas no debe exceder al menor entre d 4 y 100 mm. No deben usarse empalmes por traslapo en ubicaciones identificadas de (a) hasta (c):

  (a) Dentro de los nudos.

  (b) En una distancia de dos veces la altura de la viga medida desde la cara del nudo

  (c) Dentro de una distancia del doble de la altura de la viga medida desde secciones donde pueda ocurrir fluencia por flexión

como resultado de los desplazamientos laterales que excedan el rango elástico de comportamiento. (p.293)

Para el refuerzo transversal el código ACI 318S-14 (2015) dice:

- Deben colocarse estribos cerrados de confinamiento en las siguientes regiones de las vigas:

a. En una longitud igual a dos veces la altura de la viga, medida desde la cara de miembros de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga.
b. En longitudes iguales a dos veces la altura de la viga a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a los desplazamientos laterales más allá del rango elástico de comportamiento.

- El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara de la columna de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de (a) hasta (c):

a. d/4
b. Seis veces el diámetro de las barras principales a flexión más pequeñas, excluyendo el refuerzo superficial requerido por 9.7.2.3.
c. 150 mm.

- Cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no más de d 2 en toda la longitud de la viga. (p.295)

"El espaciamiento de las barras de flexión soportadas transversalmente no debe exceder 350 mm"(ACI 318S-14, 2015, p.295)

5.2.5.2 Consideraciones en columnas

Los límites dimensionales de las columnas deben ser según el ACI 318S-14 (2015): "La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, debe ser al menos 300 mm"(p.297).

"El área de refuerzo longitudinal, Ast, debe ser al menos 0.01Ag y no debe exceder 0.06Ag"(ACI 318S-14, 2015, p.298).

El refuerzo transversal va como el ACI 318S-14 (2015) afirma:

-La longitud lo debe ser al menos igual a la mayor de (a) hasta (c):

(a) La altura de la columna en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.

(b) Un sexto de la luz libre de la columna.

(c) 450mm.

-La separación del refuerzo transversal en columnas no debe exceder la menor de (a) hasta (c):

(a) La cuarta parte de la dimensión menor de la columna.

(b) Seis veces el diámetro de la menor barra de refuerzo longitudinal.

(c) $So = 100 + \left(\frac{350-hx}{3}\right)$. (p.298)

6. CAPÍTULO VI: MEMORIA DE CÁLCULO EDIFICIO 1

El Edificio 1 corresponde al modelo estructural de hormigón armado con losas de hormigón armado.

6.1 Tablas de resultados del Análisis en SAP2000

6.1.1 Materiales

6.1.1.1 Propiedades de los materiales – Tabla general

TABLE: Material Properties 01 - General				
Material	**Type**	**Grade**	**SymType**	**TempDepend**
Text	Text	Text	Text	Yes/No
A416Gr270	Tendon	Grade 270	Uniaxial	No
A615Gr60	Rebar	Grade 60	Uniaxial	No
A992Fy50	Steel	Grade 50	Isotropic	No
C280	Concrete	f'c 280 kg/cm2	Isotropic	No

Tabla 55: Propiedades del material-general (1de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material Properties 01 - General			
Material	**Color**	**GUID**	**Notes**
Text	Text	Text	Text
A416Gr270	Cyan		ASTM A416 Grade 270
A615Gr60	Magenta		United States ASTM A615 Grade 60
A992Fy50	Green		ASTM A992 Grade 50
C280	Green		Customary f'c 4000 psi

Tabla 56: Propiedades del material-general (2de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

6.1.1.2 Propiedades de los materiales- Hormigón

TABLE: Material Properties 03b - Concrete Data					
Material	**Fc**	**eFc**	**LtWtConc**	**SSCurveOpt**	**SSHysType**
Text	Tonf/m2	Tonf/m2	Yes/No	Text	Text
C280	2800	2800	No	Mander	Takeda

Tabla 57: Propiedades del material-hormigón (1de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material Properties 03b - Concrete Data					
Material	**SFc**	**SCap**	**FinalSlope**	**FAngle**	**DAngle**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Degrees	Degrees
C280	0.002219	0.005	-0.1	0	0

Tabla 58: Propiedades del material-hormigón (2de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

6.1.1.3 Propiedades de los materiales – Acero de Refuerzo

TABLE: Material Properties 03e - Rebar Data					
Material	**Fy**	**Fu**	**EffFy**	**EffFu**	**SSCurveOpt**
Text	Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf/m2	Text
A615Gr60	42184.18	63276.27	46402.6	69603.89	Simple

Tabla 59: Propiedades del material-acero de refuerzo (1de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material Properties 03e - Rebar Data					
Material	**SSHysType**	**SHard**	**SCap**	**FinalSlope**	**UseCTDef**
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Yes/No
A615Gr60	Kinematic	0.01	0.09	-0.1	No

Tabla 60: Propiedades del material-acero de refuerzo (2de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

6.1.1.4 Propiedades de los materiales – Objeto tipo

TABLE: Material List 1 - By Object Type			
ObjectType	**Material**	**TotalWeight**	**NumPieces**
Text	Text	Tonf	Unitless
Frame	C280	9393.384	4500
Area	C280	731.64	

Tabla 61: Propiedades de materiales-objeto tipo Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material List 2 - By Section Property				
Section	**ObjectType**	**NumPieces**	**TotalLength**	**TotalWeight**
Text	Text	Unitless	m	Tonf
VHR 30*50	Frame	110	829	261.135
VHR 40*60	Frame	120	440	221.76
VHR 60*80	Frame	100	360	362.88
VHR 60*90	Frame	210	1600	1814.4
N 10*35	Frame	3600	12554	922.719
CHC 1.75*1.75	Frame	240	840	5402.25
VHR 90*60	Frame	120	360	408.24
LOSETA 5	Area			731.64

Tabla 62: Propiedades de materiales-secciones Edificio 1. Fuente: SAP2000.

6.1.2 Elementos de la estructura

6.1.2.1 Secciones de Área

TABLE: Area Section Properties						
Section	**Material**	**MatAngle**	**AreaType**	**Type**	**DrillDOF**	**Thickness**
Text	Text	Degrees	Text	Text	Yes/No	m
LOSETA 5	C280	0	Shell	Shell-Thin	Yes	0.05

Tabla 63: Propiedades secciones de área Edificio 1. (1de4). Fuente: SAP2000.

TABLE: Area Section Properties						
BendThick	**Arc**	**InComp**	**CoordSys**	**Color**	**TotalWt**	**TotalMass**
m	Degrees	Yes/No	Text	Text	Tonf	Tonf-s2/m
0.05				Cyan	731.64	74.61

Tabla 64: Propiedades secciones de área Edificio 1. (2de4). Fuente: SAP2000.

TABLE: Area Section Properties						
Section	**Material**	**F11Mod**	**F22Mod**	**F12Mod**	**M11Mod**	**M22Mod**
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
LOSETA 5	C280	1	1	1	0.5	0.5

Tabla 65: Propiedades secciones de área Edificio 1. (3de4). Fuente: SAP2000.

TABLE: Area Section Properties					
M12Mod	**V13Mod**	**V23Mod**	**MMod**	**WMod**	**GUID**
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text
0.5	1	1	1	1	

Tabla 66: Propiedades secciones de área Edificio 1. (4de4). Fuente: SAP2000.

TABLE: Area Section Property Design Parameters				
Section	**RebarMat**	**RebarOpt**	**CoverTop1**	**CoverTop2**
Text	Text	Text	m	m
LOSETA 5	A615Gr60	One Layer	0.025	0.025

Tabla 67: Parámetros de diseño para secciones de área Edificio 1. Fuente: SAP2000.

6.1.2.2 Secciones de Pórticos

TABLE: Frame Section Properties 01 - General						
SectionName	**Material**	**Shape**	**t3**	**t2**	**Area**	**TorsConst**
Text	Text	Text	m	m	m2	m4
CHC 1.75*1.75	C280	Rectangular	1.75	1.75	3.0625	1.320863
N 10*35	C280	Rectangular	0.35	0.1	0.035	0.000096
VHR 30*50	C280	Rectangular	0.5	0.3	0.15	0.002817
VHR 40*60	C280	Rectangular	0.6	0.4	0.24	0.007512
VHR 60*80	C280	Rectangular	0.8	0.6	0.48	0.031102
VHR 60*90	C280	Rectangular	0.9	0.6	0.54	0.038032
VHR 90*60	C280	Rectangular	0.6	0.9	0.54	0.038032

Tabla 68: Propiedades secciones de pórtico. (1de5) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 01 - General						
SectionName	**I33**	**I22**	**I23**	**AS2**	**AS3**	**S33**
Text	m4	m4	m4	m2	m2	m3
CHC 1.75*1.75	0.781576	0.781576	0	2.552083	2.552083	0.893229
N 10*35	0.000357	0.000029	0	0.029167	0.029167	0.002042
VHR 30*50	0.003125	0.001125	0	0.125	0.125	0.0125
VHR 40*60	0.0072	0.0032	0	0.2	0.2	0.024
VHR 60*80	0.0256	0.0144	0	0.4	0.4	0.064
VHR 60*90	0.03645	0.0162	0	0.45	0.45	0.081
VHR 90*60	0.0162	0.03645	0	0.45	0.45	0.054

Tabla 69: Propiedades secciones de pórtico. (2de5) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 01 - General							
SectionName	**S22**	**Z33**	**Z22**	**R33**	**R22**	**TotalWt**	**TotalMass**
Text	m3	m3	m3	m	m	Tonf	Tonf-s2/m
CHC 1.75*1.75	0.893229	1.339844	1.339844	0.505181	0.505181	5402.25	550.88
N 10*35	0.000583	0.003063	0.000875	0.101036	0.028868	922.719	94.09

VHR 30*50	0.0075	0.01875	0.01125	0.144338	0.086603	374.535	38.19
VHR 40*60	0.016	0.036	0.024	0.173205	0.11547	40.32	4.11
VHR 60*80	0.048	0.096	0.072	0.23094	0.173205	362.88	37
VHR 60*90	0.054	0.1215	0.081	0.259808	0.173205	1814.4	185.02
VHR 90*60	0.081	0.081	0.1215	0.173205	0.259808	408.24	41.63

Tabla 70: Propiedades secciones de pórtico. (3de5) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

SectionName	**FromFile**	**AMod**	**A2Mod**	**A3Mod**	**JMod**
Text	Yes/No	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
CHC 1.75*1.75	No	1	1	1	1
N 10*35	No	1	1	1	0
VHR 30*50	No	1	1	1	1
VHR 40*60	No	1	1	1	1
VHR 60*80	No	1	1	1	1
VHR 60*90	No	1	1	1	1
VHR 90*60	No	1	1	1	1

Tabla 71: Propiedades secciones de pórtico Edificio 1. (4de5). Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

SectionName	**I2Mod**	**I3Mod**	**MMod**	**WMod**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
CHC 1.75*1.75	0.8	0.8	1	1
N 10*35	0.5	0.5	1	1
VHR 30*50	0.5	0.5	1	1
VHR 40*60	0.5	0.5	1	1
VHR 60*80	0.5	0.5	1	1
VHR 60*90	0.5	0.5	1	1
VHR 90*60	0.5	0.5	1	1

Tabla 72: Propiedades secciones de pórtico (5de5) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 02 - Concrete Column					
SectionName	**RebarMatL**	**RebarMatC**	**ReinfConfig**	**LatReinf**	**Cover**
Text	Text	Text	Text	Text	m
CHC 1.75*1.75	A615Gr60	A615Gr60	Rectangular	Ties	0.04

Tabla 73: Propiedades de las columnas (1de3) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 02 - Concrete Column					
SectionName	**NumBars3Dir**	**NumBars2Dir**	**NumBarsCirc**	**BarSizeL**	**BarSizeC**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Text
CHC 1.75*1.75	10	10		28d	10d

Tabla 74: Propiedades de las columnas. (2de3) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 02 - Concrete Column				
SectionName	**SpacingC**	**NumCBars2**	**NumCBars3**	**ReinfType**
Text	m	Unitless	Unitless	Text
CHC 1.75*1.75	0.05	7	7	Design

Tabla 75: Propiedades de las columnas. (3de3) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 03 - Concrete Beam				
SectionName	**RebarMatL**	**RebarMatC**	**TopCover**	**BotCover**
Text	Text	Text	m	m
N 10*35	A615Gr60	A615Gr60	0.04	0.04
VHR 30*50	A615Gr60	A615Gr60	0.04	0.04
VHR 40*60	A615Gr60	A615Gr60	0.04	0.04
VHR 60*80	A615Gr60	A615Gr60	0.04	0.04
VHR 60*90	A615Gr60	A615Gr60	0.04	0.04
VHR 90*60	A615Gr60	A615Gr60	0.04	0.04

Tabla 76: Propiedades de las vigas. (1de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 03 - Concrete Beam				
SectionName	**TopLeftArea**	**TopRghtArea**	**BotLeftArea**	**BotRghtArea**
Text	m2	m2	m2	m2
N 10*35	0	0	0	0
VHR 30*50	0	0	0	0
VHR 40*60	0	0	0	0
VHR 60*80	0	0	0	0
VHR 60*90	0	0	0	0
VHR 90*60	0	0	0	0

Tabla 77: Propiedades de las vigas. (2de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

6.1.3 Carga Viva y carga muerta

TABLE: Load Pattern Definitions			
LoadPat	**DesignType**	**SelfWtMult**	**AutoLoad**
Text	Text	Unitless	Text
DEAD	Dead	1	
LIVE	Live	0	
QUAKEX	Quake	0	USER COEFF
QUAKEY	Quake	0	USER COEFF

Tabla 78: Consideración del peso propio según estado de carga Edificio 1. Fuente: SAP2000

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments			
Case	**LoadType**	**LoadName**	**LoadSF**
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
LIVE	Load pattern	LIVE	1
QUAKEX	Load pattern	QUAKEX	1
QUAKEY	Load pattern	QUAKEY	1

Tabla 79: Factores de cargas Edificio 1. Fuente: SAP2000

6.1.4 Carga sísmica

TABLE: Case - Response Spectrum 2 - Load Assignments						
Case	**LoadType**	**LoadName**	**CoordSys**	**Function**	**Angle**	**TransAccSF**
Text	Text	Text	Text	Text	Degrees	m/sec2
DINAMICO	Acceleration	U1	GLOBAL	EVD	0	15.28
DINAMICO	Acceleration	U2	GLOBAL	EVD	0	16.39

Tabla 80: Asignación de cargas, espectro de respuesta Edificio 1. Fuente: SAP 2000.

TABLE: Function - Response Spectrum - Ecuador Norma NEC-SE-DS 2015											
Name	**Period**	**Accel**	**FuncDamp**	**Zone**	**Coeff**	**Fa**	**Fd**	**SoilType**	**FS**	**I**	**R**
Text	Sec	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless
EVD	0	0.1488	0.05	0.4	2.48	1.2	1.19	D	1.28	1	8
EVD	0.1	0.1488									
EVD	0.2	0.1488									
EVD	0.3	0.1488									
EVD	0.4	0.1488									
EVD	0.5	0.1488									
EVD	0.6	0.1488									
EVD	0.7	0.14821									
EVD	0.8	0.1213									
EVD	0.9	0.10166									
EVD	1	0.0868									
EVD	1.2	0.06603									
EVD	1.5	0.04725									
EVD	1.7	0.03916									
EVD	2	0.03069									

EVD	2.5	0.02196
EVD	3	0.0167
EVD	3.5	0.01326
EVD	4	0.01085
EVD	5	0.00776
EVD	8	0.00384
EVD	11	0.00238
EVD	15	0.00149

Tabla 81: Espectro de diseño Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Auto Seismic - User Coefficient

LoadPat	Dir	PercentEcc	EccOverride	UserZ	C	K	WeightUsed	BaseShear
Text	Text	Unitless	Yes/No	Yes/No	Unitless	Unitless	Tonf	Tonf
QUAKEX	X	0.05	No	No	0.149	1	12398.2315	1847.3365
QUAKEY	Y	0.05	No	No	0.149	1	12398.2315	1847.3365

Tabla 82: Coeficiente auto sísmico Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m
DEAD	LinStatic		-8.8E-12	-5.61E-12	12668.344	113862.735
LIVE	LinStatic		-1.81E-12	-1E-11	1440.64	12848.832
QUAKEX	LinStatic		-1847.337	1.704E-12	2.63E-10	-1.188E-09
QUAKEY	LinStatic		4.984E-12	-1847.337	-8.409E-10	44477.4523
DINAMICO	LinRespSpec	Max	1561.7599	1628.852	0.6964	39158.9304

Tabla 83: Reacciones en la base (1de4) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions						
OutputCase	**CaseType**	**GlobalMY**	**GlobalMZ**	**GlobalX**	**GlobalY**	**GlobalZ**
Text	Text	Tonf-m	Tonf-m	m	m	m
DEAD	LinStatic	-253367	1.108E-10	0	0	0
LIVE	LinStatic	-28813	-1.52E-10	0	0	0
QUAKEX	LinStatic	-44477	16602.915	0	0	0
QUAKEY	LinStatic	1.8E-08	-36946.49	0	0	0
DINAMICO	LinRespSpec	37577.2	35481.031	0	0	0

Tabla 84: Reacciones en la base (2de4) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions						
OutputCase	**CaseType**	**XCentroidFX**	**YCentroidFX**	**ZCentroidFX**	**XCentroidFY**	**YCentroidFY**
Text	Text	m	m	m	m	m
DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0
LIVE	LinStatic	0	0	0	0	0
QUAKEX	LinStatic	19.9967	8.99805	0	0	0
QUAKEY	LinStatic	0	0	0	19.99995	9.07522
DINAMICO	LinRespSpec	0	0	0	0	0

Tabla 85: Reacciones en la base (3de4) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	**CaseType**	**ZCentroidFY**	**XCentroidFZ**	**YCentroidFZ**	**ZCentroidFZ**
Text	Text	m	m	m	m
DEAD	LinStatic	0	19.99918	8.98777	0
LIVE	LinStatic	0	19.9985	8.91727	0
QUAKEX	LinStatic	0	0	0	0
QUAKEY	LinStatic	0	0	0	0
DINAMICO	LinRespSpec	0	0	0	0

Tabla 86: Reacciones en la base (4de4) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Mass Source						
MassSource	**Elements**	**Masses**	**Loads**	**IsDefault**	**LoadPat**	**Multiplier**
Text	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Text	Unitless
MSSSRC1	No	No	Yes	Yes	DEAD	1

Tabla 87: Mass Source Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
OutputCase	**ItemType**	**Item**	**Static**	**Dynamic**
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.9612	91.3674
MODAL	Acceleration	UY	99.949	91.3728
MODAL	Acceleration	UZ	24.1807	10.4986

Tabla 88: Participación de carga modal Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
OutputCase	**StepType**	**StepNum**	**Period**	**UX**	**UY**	**UZ**
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.89065	2.3E-08	0.731256	3.983E-11
MODAL	Mode	2	0.87501	0.73294	2.314E-08	4.401E-08
MODAL	Mode	3	0.81555	1.6E-05	2.497E-09	1.801E-09
MODAL	Mode	4	0.248	2E-10	0.129084	1.419E-08
MODAL	Mode	5	0.24387	0.12539	1.674E-10	1.038E-07
MODAL	Mode	6	0.23201	9.1E-08	2.415E-09	5.049E-09
MODAL	Mode	7	0.12014	8.1E-08	0.053388	2.078E-08
MODAL	Mode	8	0.11529	0.00021	6.969E-10	4.904E-09
MODAL	Mode	9	0.11499	0.05509	7.581E-08	5.106E-07
MODAL	Mode	10	0.10783	3.1E-08	4.251E-12	0.104878
MODAL	Mode	11	0.10783	3.6E-05	1.009E-12	0.000107
MODAL	Mode	12	0.10764	2.1E-10	2.666E-09	2.717E-10

Tabla 89: Participación modal de la masa (1de3) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
OutputCase	**SumUX**	**SumUY**	**SumUZ**	**RX**	**RY**	**RZ**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	2.284E-08	0.73126	4E-11	0.22436	3.526E-09	2.359E-09
MODAL	0.732936	0.73126	4.4E-08	1.1E-09	0.118654	0.000015
MODAL	0.732952	0.73126	4.6E-08	1.6E-10	2.391E-06	0.732304
MODAL	0.732952	0.86034	6E-08	0.27987	4.735E-10	2.149E-09
MODAL	0.858345	0.86034	1.6E-07	8.5E-09	0.148988	2.378E-07
MODAL	0.858345	0.86034	1.7E-07	3E-09	2.701E-07	0.126072
MODAL	0.858345	0.91373	1.9E-07	0.06328	4.546E-08	1.2E-10
MODAL	0.85855	0.91373	1.9E-07	2.5E-09	0.000125	0.051307
MODAL	0.913638	0.91373	7.1E-07	1E-08	0.033609	0.000192
MODAL	0.913638	0.91373	0.10488	6.3E-08	0.000098	5.961E-12
MODAL	0.913674	0.91373	0.10499	1.6E-10	0.095402	1.827E-10
MODAL	0.913674	0.91373	0.10499	2.9E-06	4.228E-11	0.000025

Tabla 90: Participación modal de la masa (2de3) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios			
OutputCase	**SumRX**	**SumRY**	**SumRZ**
Text	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	0.224364	3.5E-09	2.4E-09
MODAL	0.224364	0.11865	1.5E-05
MODAL	0.224364	0.11866	0.73232
MODAL	0.504232	0.11866	0.73232
MODAL	0.504232	0.26765	0.73232
MODAL	0.504232	0.26765	0.85839
MODAL	0.567514	0.26765	0.85839
MODAL	0.567514	0.26777	0.9097
MODAL	0.567514	0.30138	0.90989
MODAL	0.567515	0.30148	0.90989
MODAL	0.567515	0.39688	0.90989
MODAL	0.567517	0.39688	0.90991

Tabla 91: Participación modal de la masa (3de3) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	**StepType**	**StepNum**	**Period**	**Frequency**	**CircFreq**	**Eigenvalue**
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0.89065	1.12278	7.0546142	49.767582
MODAL	Mode	2	0.87501	1.14284	7.1806755	51.5621
MODAL	Mode	3	0.81555	1.22617	7.704226	59.355098
MODAL	Mode	4	0.248	4.03231	25.335751	641.90028
MODAL	Mode	5	0.24387	4.10056	25.764556	663.81234
MODAL	Mode	6	0.23201	4.31019	27.081725	733.41984
MODAL	Mode	7	0.12014	8.32394	52.300847	2735.3786
MODAL	Mode	8	0.11529	8.67356	54.497578	2969.986
MODAL	Mode	9	0.11499	8.69667	54.642809	2985.8366
MODAL	Mode	10	0.10783	9.27404	58.270537	3395.4555
MODAL	Mode	11	0.10783	9.27414	58.271116	3395.5229
MODAL	Mode	12	0.10764	9.2907	58.375162	3407.6595

Tabla 92: Período y Frecuencia modal Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Response Spectrum Modal Information								
OutputCase	**ModalCase**	**StepType**	**StepNum**	**Period**	**DampRatio**	**U1Acc**	**U2Acc**	**U3Acc**
Text	Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	m/sec2	m/sec2	m/sec2
DINAMICO	MODAL	Mode	1	0.91386	0.05	1.5219	1.6324	0
DINAMICO	MODAL	Mode	2	0.87276	0.05	1.6351	1.7539	0
DINAMICO	MODAL	Mode	3	0.85337	0.05	1.6933	1.8163	0
DINAMICO	MODAL	Mode	4	0.25239	0.05	2.2737	2.4388	0
DINAMICO	MODAL	Mode	5	0.24328	0.05	2.2737	2.4388	0
DINAMICO	MODAL	Mode	6	0.23936	0.05	2.2737	2.4388	0
DINAMICO	MODAL	Mode	7	0.12102	0.05	2.2737	2.4388	0
DINAMICO	MODAL	Mode	8	0.11666	0.05	2.2737	2.4388	0
DINAMICO	MODAL	Mode	9	0.1149	0.05	2.2737	2.4388	0
DINAMICO	MODAL	Mode	10	0.11058	0.05	2.2737	2.4388	0
DINAMICO	MODAL	Mode	11	0.11057	0.05	2.2737	2.4388	0
DINAMICO	MODAL	Mode	12	0.11045	0.05	2.2737	2.4388	0

Tabla 93: Respuesta del espectro modal (1de2) Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Response Spectrum Modal Information			
OutputCase	**U1Amp**	**U2Amp**	**U3Amp**
Text	m	m	m
DINAMICO	-0.000064	-1.0449	0
DINAMICO	0.957585	-7E-05	0
DINAMICO	-0.014696	-8E-05	0
DINAMICO	-1.59E-06	0.05052	0
DINAMICO	0.042801	1.4E-06	0
DINAMICO	0.000144	7.5E-06	0
DINAMICO	-7.6E-06	0.00746	0
DINAMICO	-0.00007	8.6E-10	0
DINAMICO	-0.006324	-7E-06	0
DINAMICO	0.000013	1.5E-08	0
DINAMICO	-0.000302	-1E-07	0
DINAMICO	-7.93E-07	-5E-07	0

Tabla 94: Respuesta del espectro modal Edificio 1. (2de2) Fuente: SAP2000.

6.1.5 Derivas

TABLE: Joint Displacements				
			QUAKE X	**QUAKE Y**
Joint	**OutputCase**	**CaseType**	**U1**	**U2**
Text	Text	Text	m	m
483	QX	PISO 10	0.051263	0.053218
479	QX	PISO 9	0.047715	0.049425
475	QX	PISO 8	0.043492	0.044891
471	QX	PISO 7	0.038466	0.039557
467	QX	PISO 6	0.03266	0.033473
463	QX	PISO 5	0.026225	0.026801
459	QX	PISO 4	0.019436	0.019821
455	QX	PISO 3	0.012701	0.012943
451	QX	PISO 2	0.006604	0.006743

446	QX	PISO 1	0.001971	0.00203
445	QX	PB	0	0

Tabla 95: Desplazamientos por piso Edificio 1. Fuente: SAP2000.

PISO	**ALTURA**	**DESPLAZ. RELATIV. ELASTICO**		**DERIVAS INELASTICAS**	
	ENTREPISO	**U1**	**U2**	**Δ1**	**Δ2**
h	**h**				
		sismo x	**sismo y**	**sismo x**	**sismo y**
35	3.5	0.003548	0.003793	0.0061	0.0065
31.5	3.5	0.004223	0.004534	0.0072	0.0078
28	3.5	0.005026	0.005334	0.0086	0.0091
24.5	3.5	0.005806	0.006084	0.0100	0.0104
21	3.5	0.006435	0.006672	0.0110	0.0114
17.5	3.5	0.006789	0.00698	0.0116	0.0120
14	3.5	0.006735	0.006878	0.0115	0.0118
10.5	3.5	0.006097	0.0062	0.0105	0.0106
7	3.5	0.004633	0.004713	0.0079	0.0081
3.5	3.5	0.001971	0.00203	0.0034	0.0035
0	0	0	0		
			MAX	**sismo x**	**sismo y**
				0.0116	**0.0120**
Desplazamientos relativos: Valores Obtenidos del SAP200 del Modelo 1					
Deriva Inelástica: 0.75*R*(desplazamiento relativo/altura de entrepiso)					

Tabla 96: Derivas de piso Edificio 1. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2 Gráficos de resultados del análisis y diseño en SAP2000

6.2.1 Modelo 3D

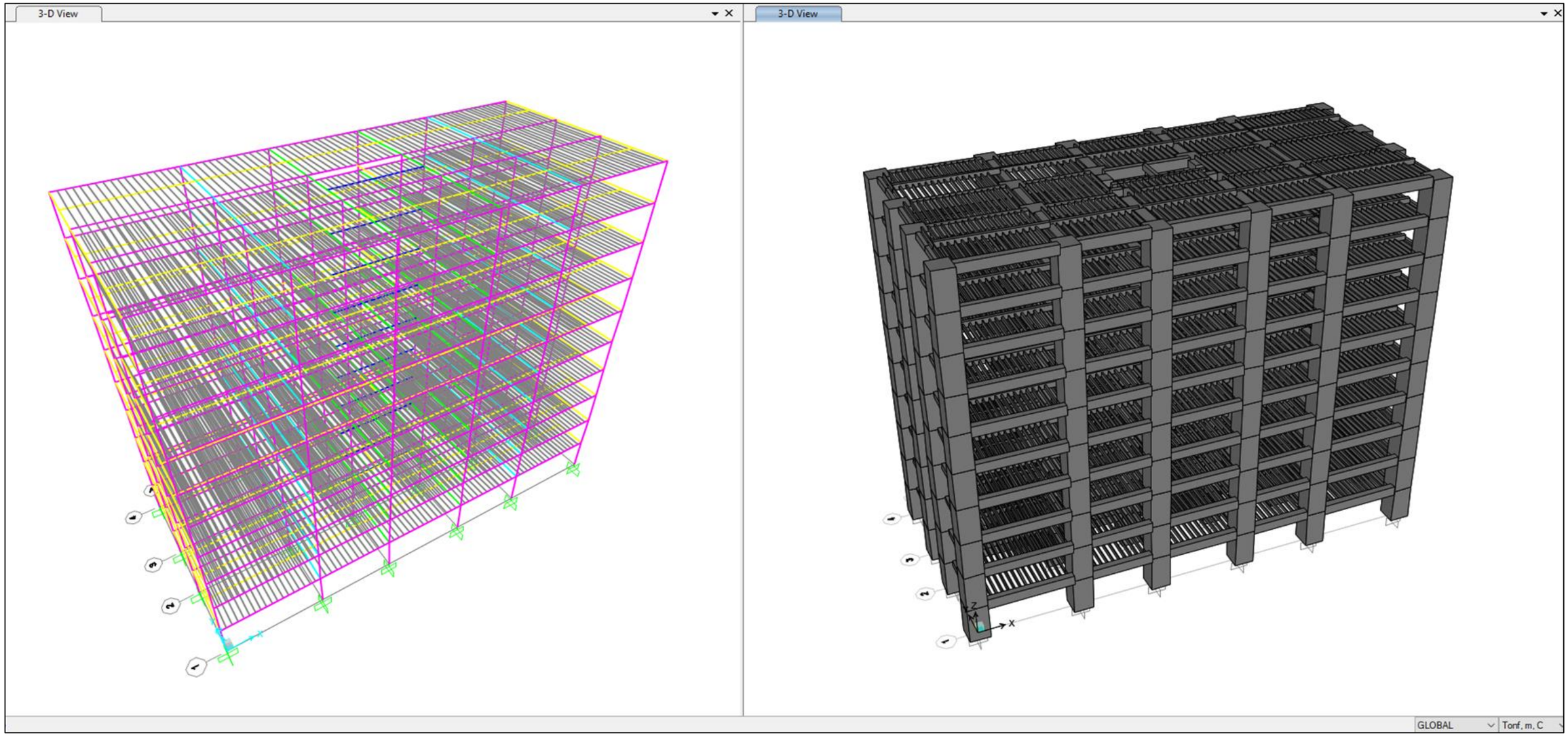


Figura 37: Modelo 3D Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2.2 Columnas

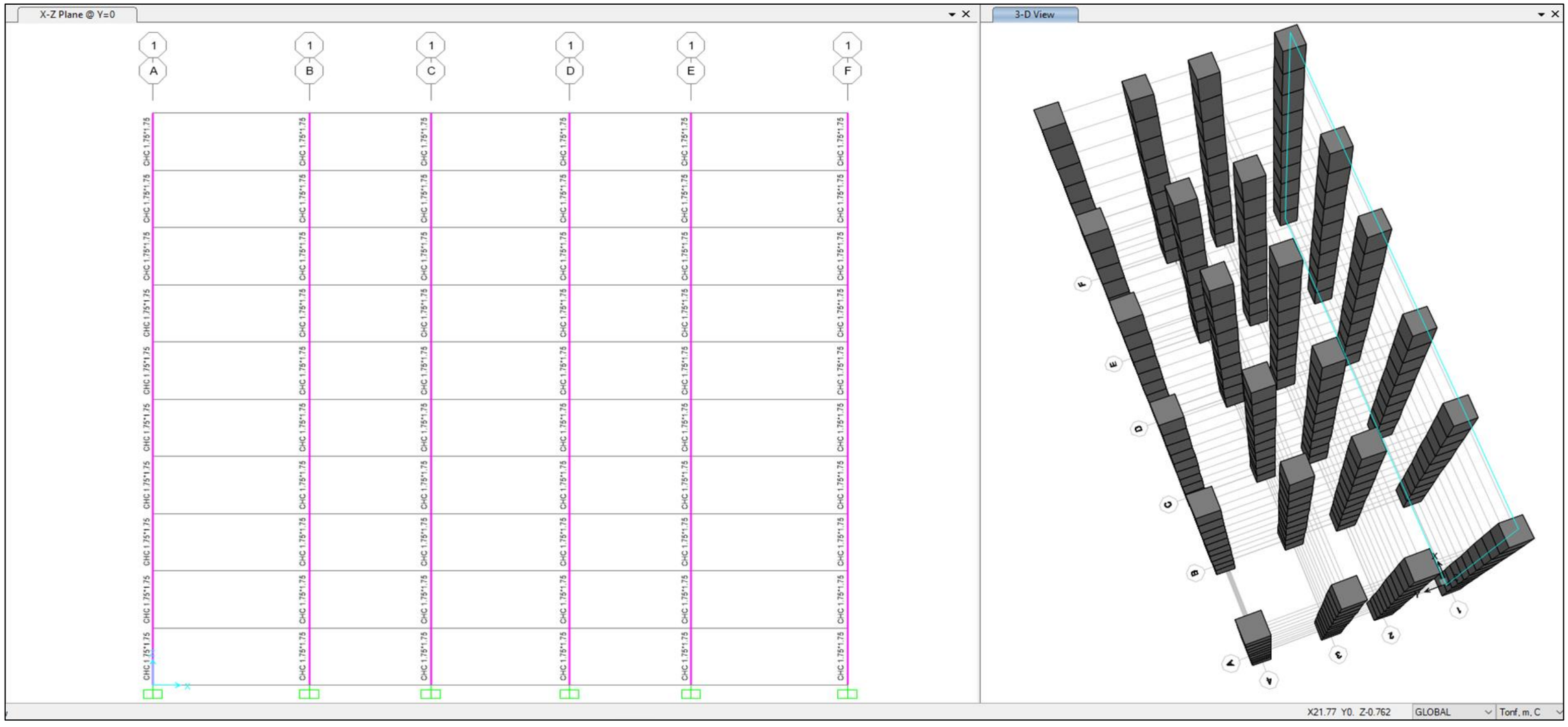


Figura 38: Modelación de columnas Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2.3 Vigas

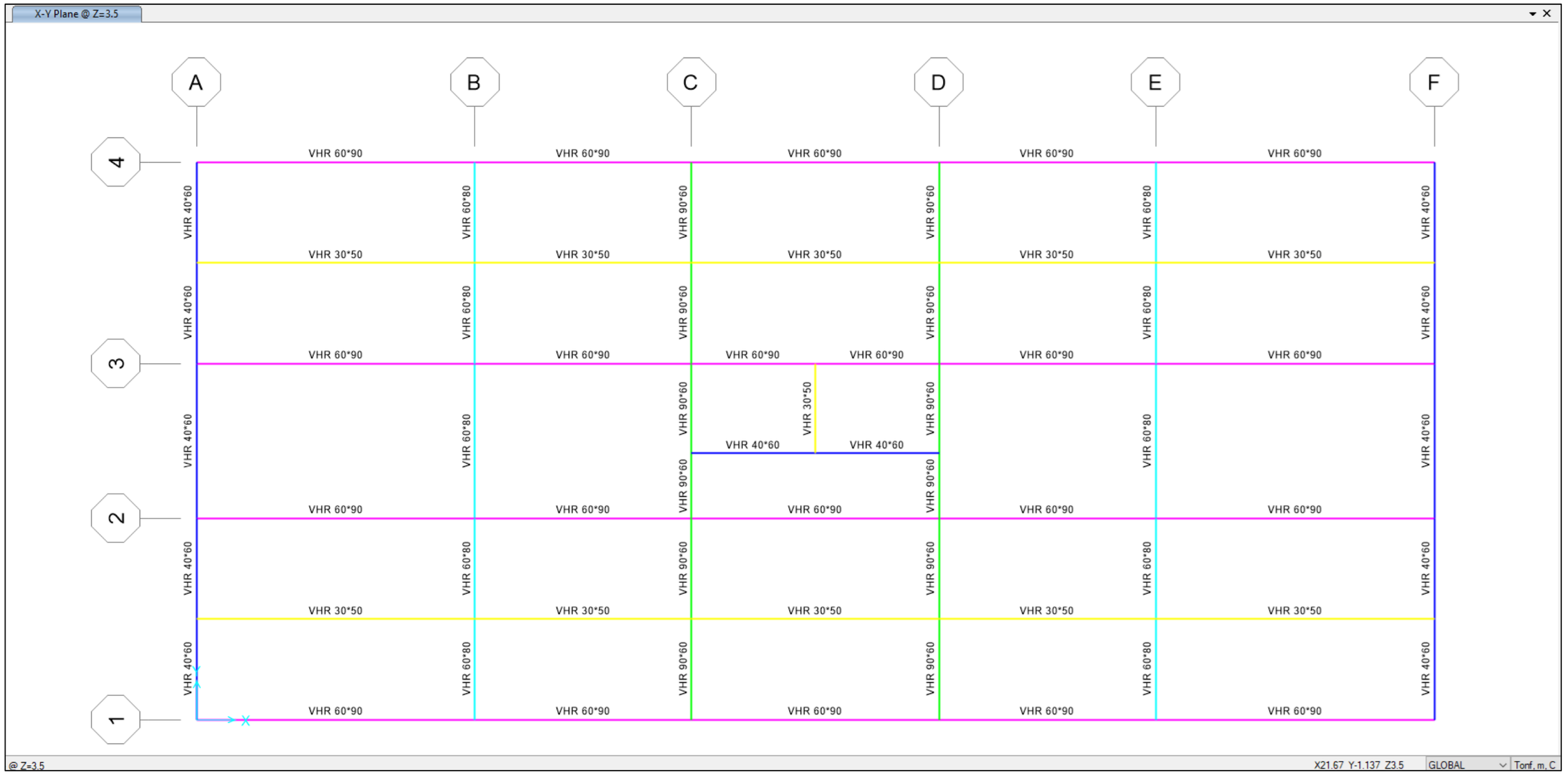


Figura 39: Modelación de vigas Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2.4 Losa

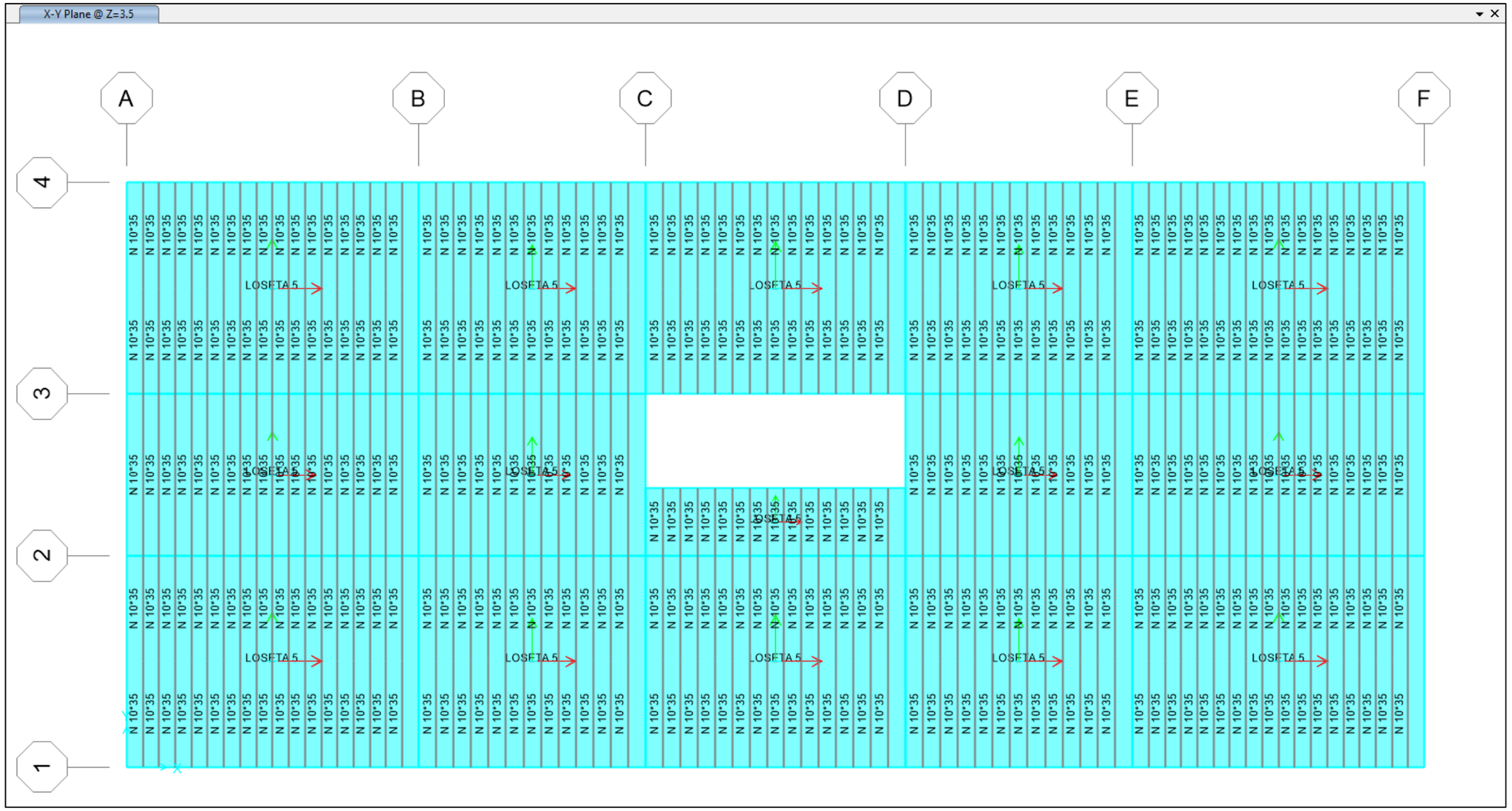


Figura 40: Modelación de losa Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2.5 Cargas D+L

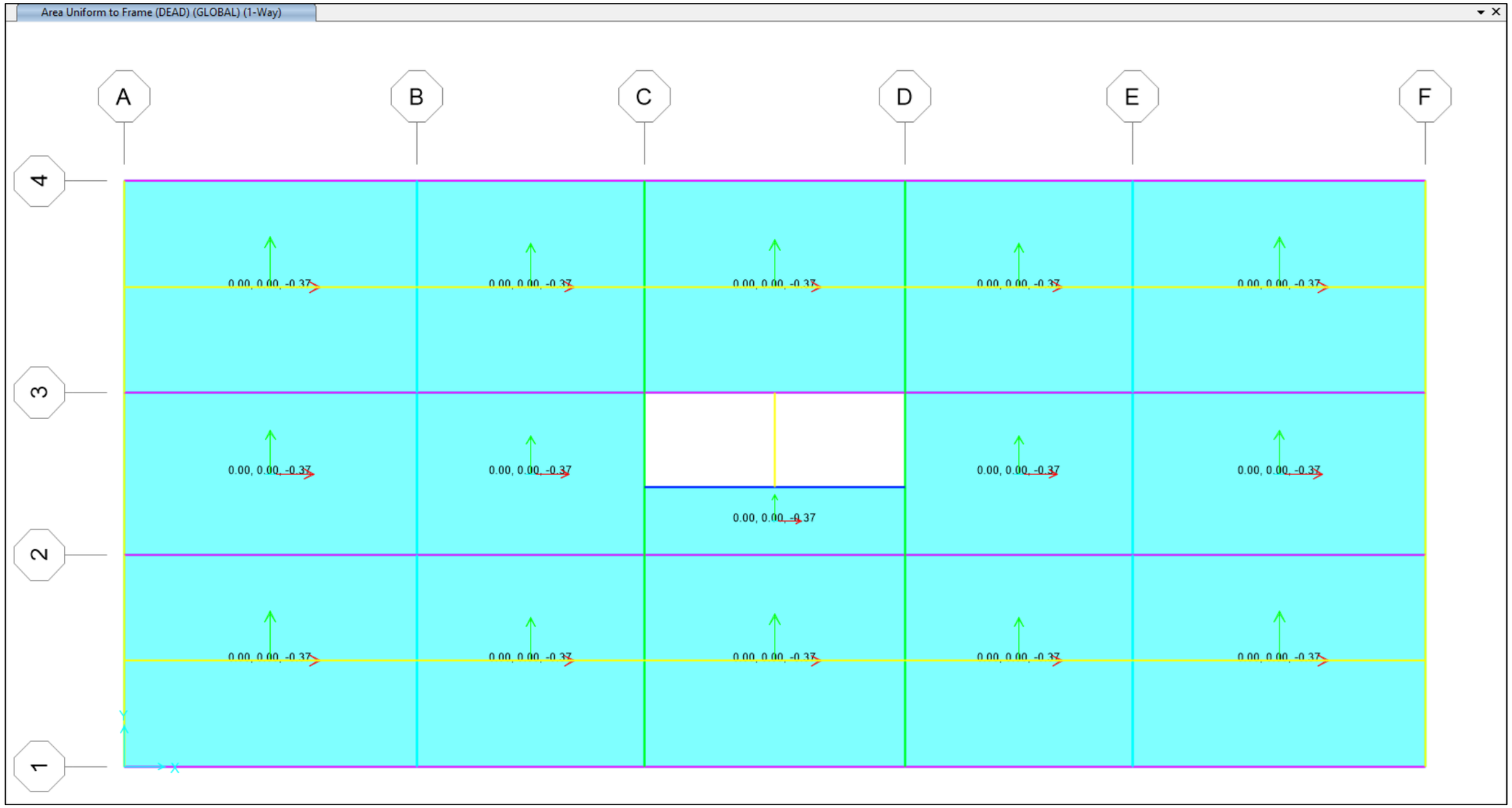


Figura 41: Carga muerta aplicada Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

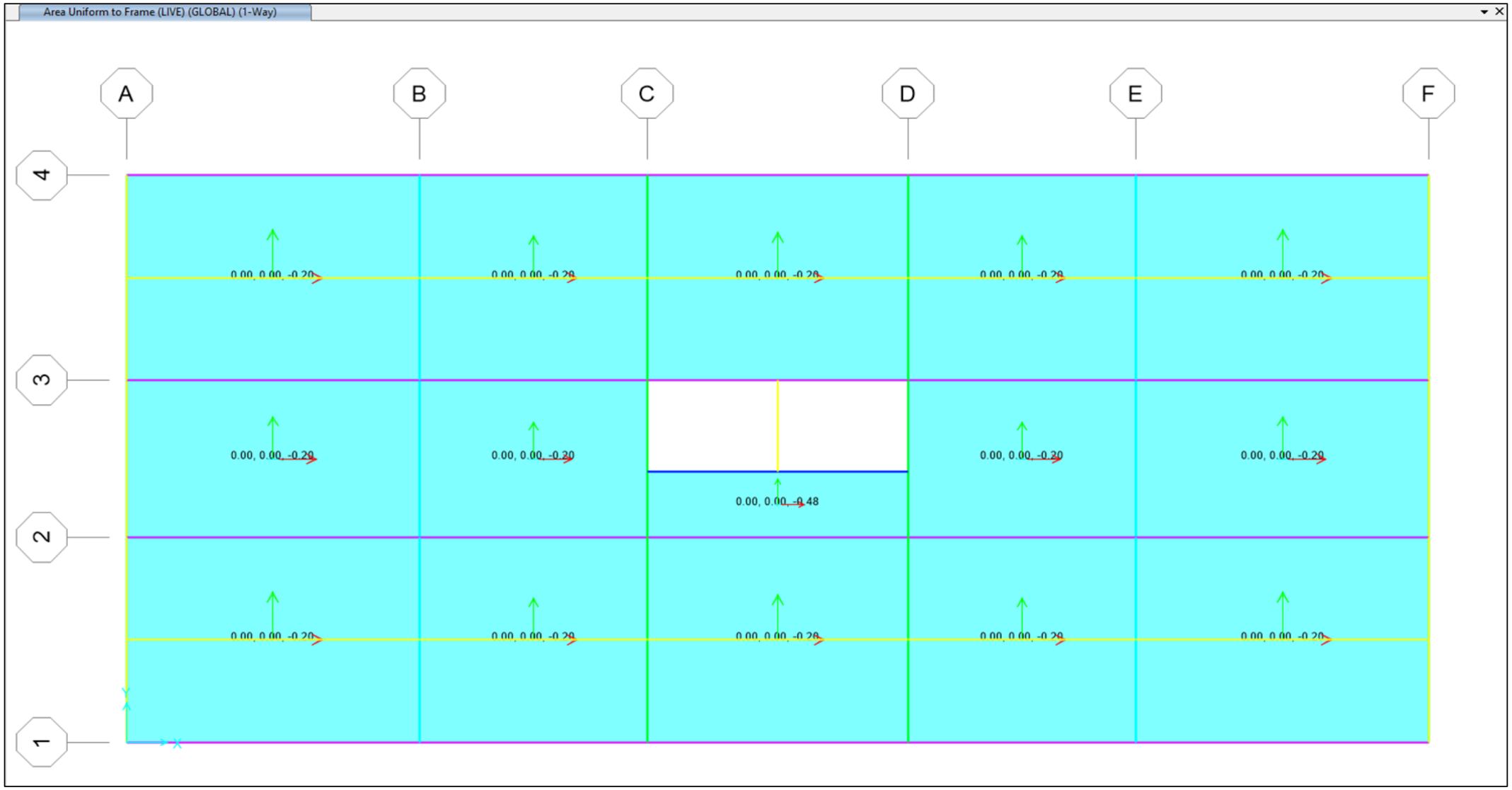


Figura 42: Carga viva aplicada Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo

6.2.6 Cargas QX, QY y DINAMICA

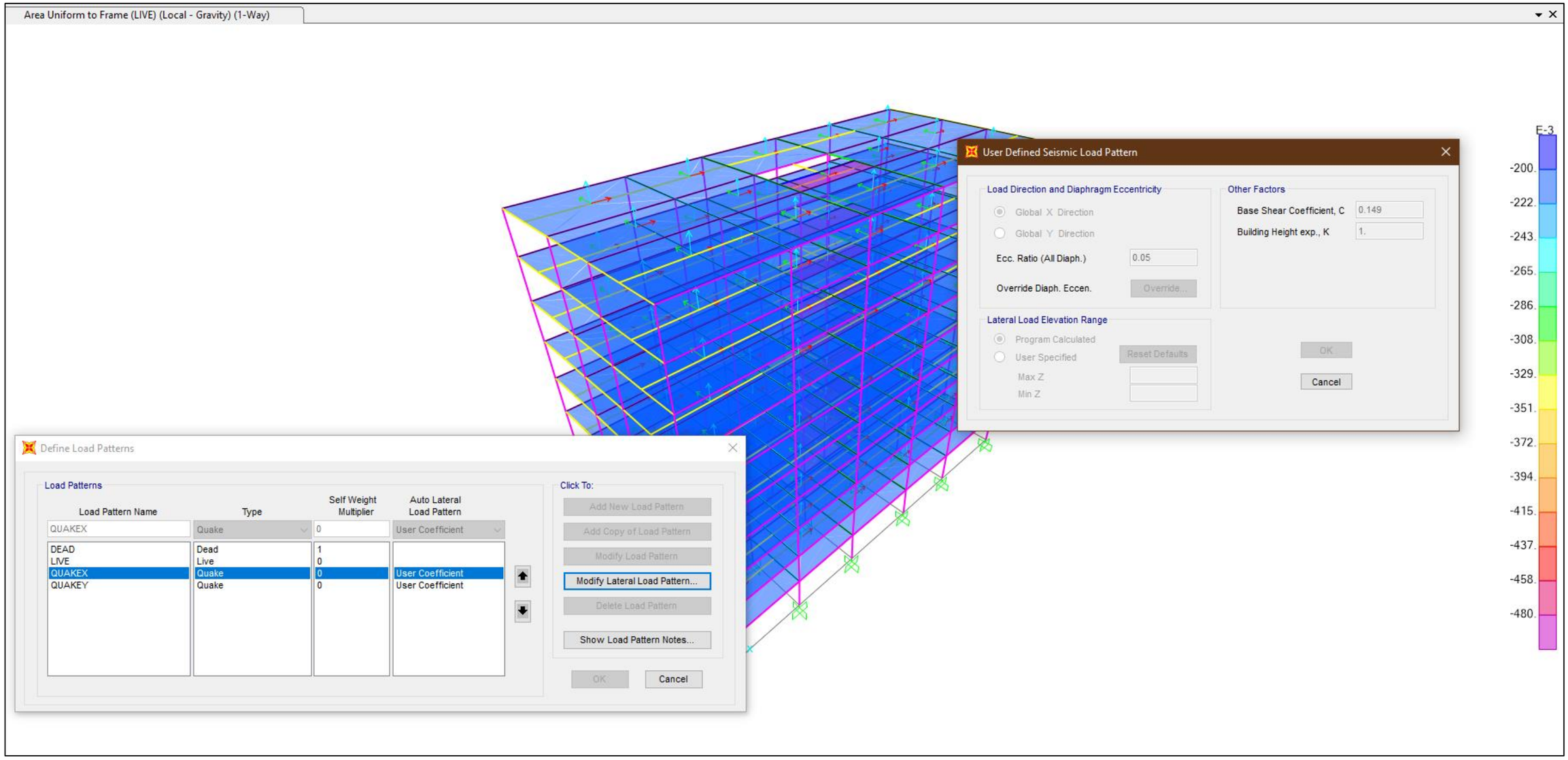


Figura 43: Carga QX Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

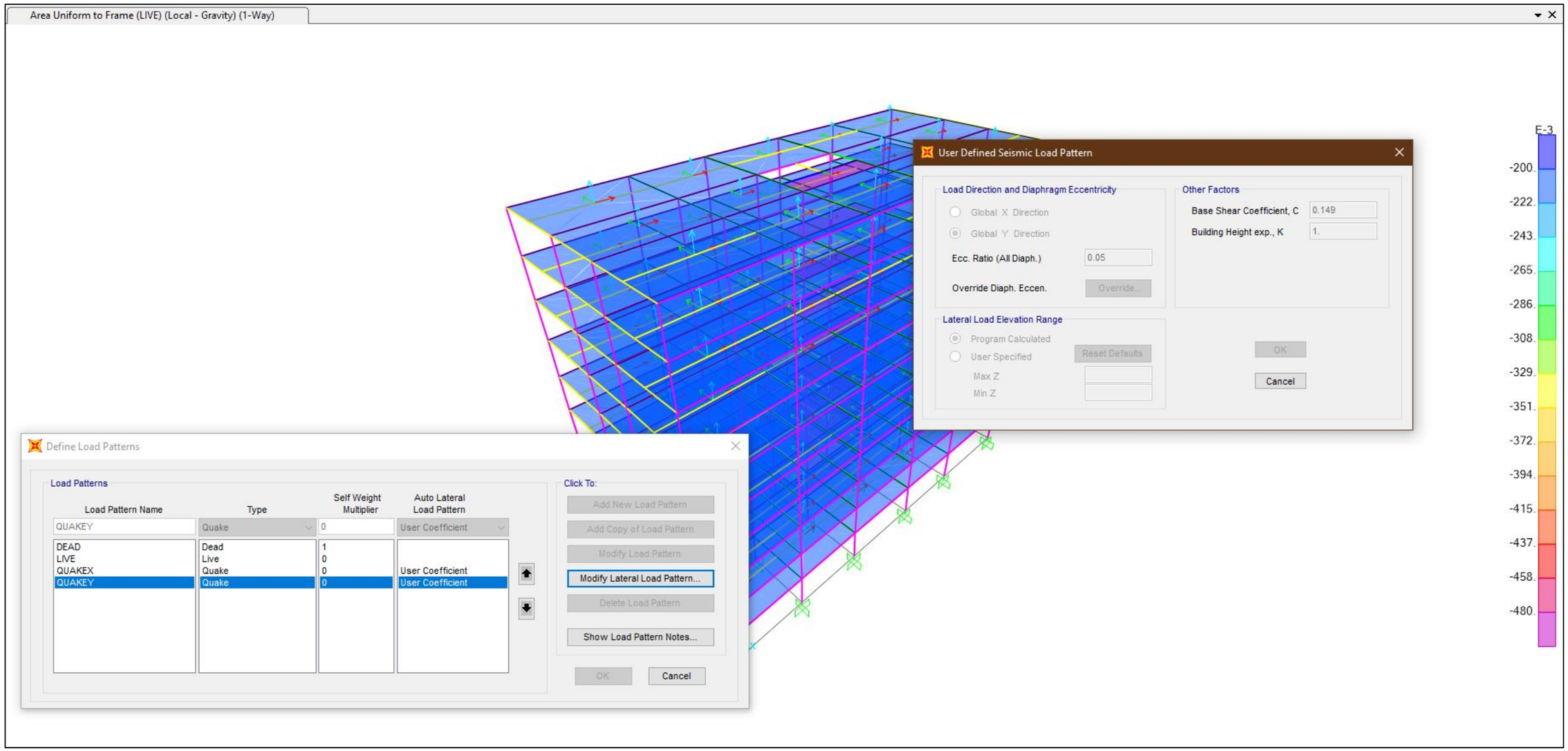


Figura 44: Carga QY Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

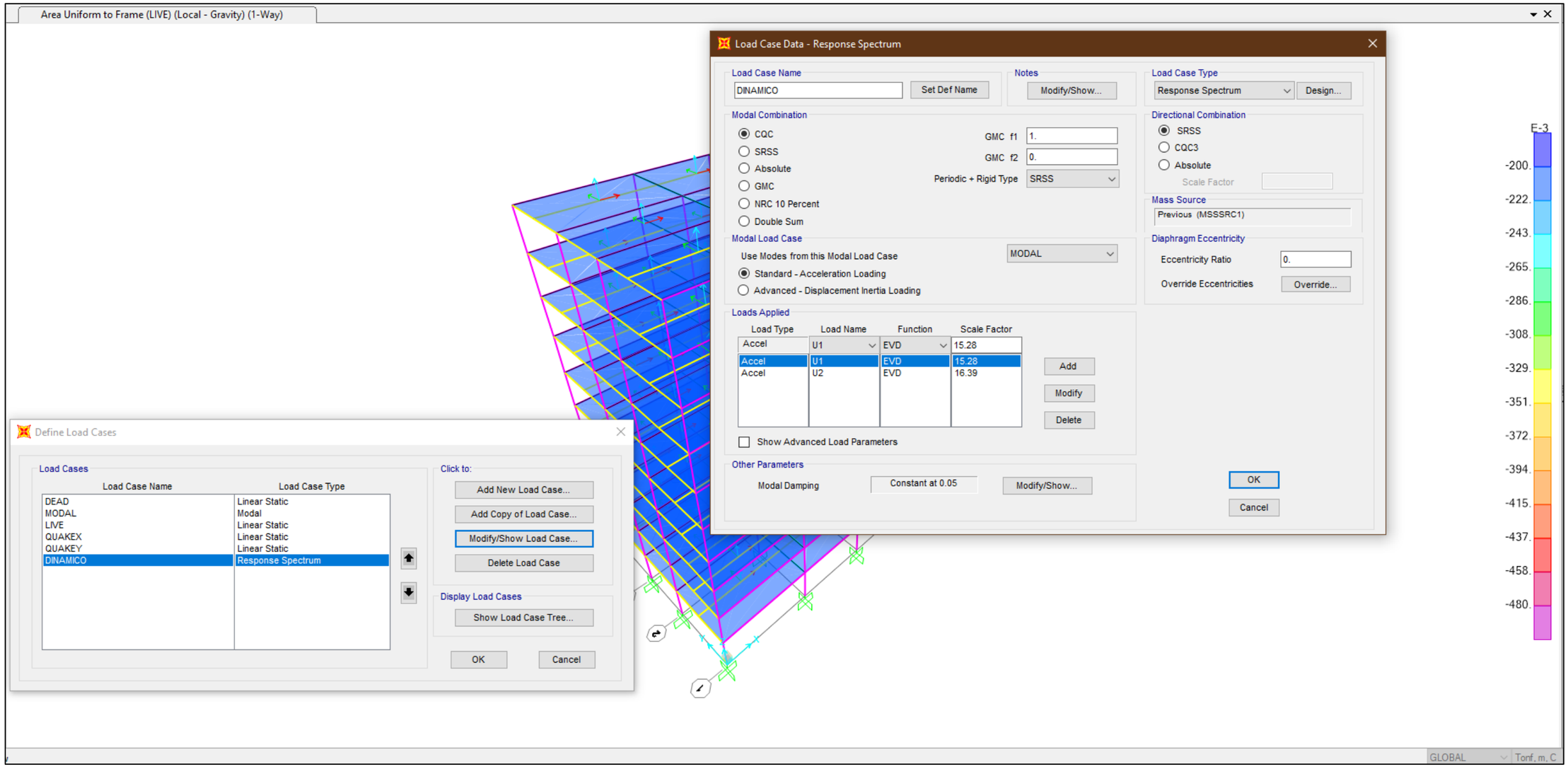


Figura 45: Carga DINAMICA Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2.7 Mass Source

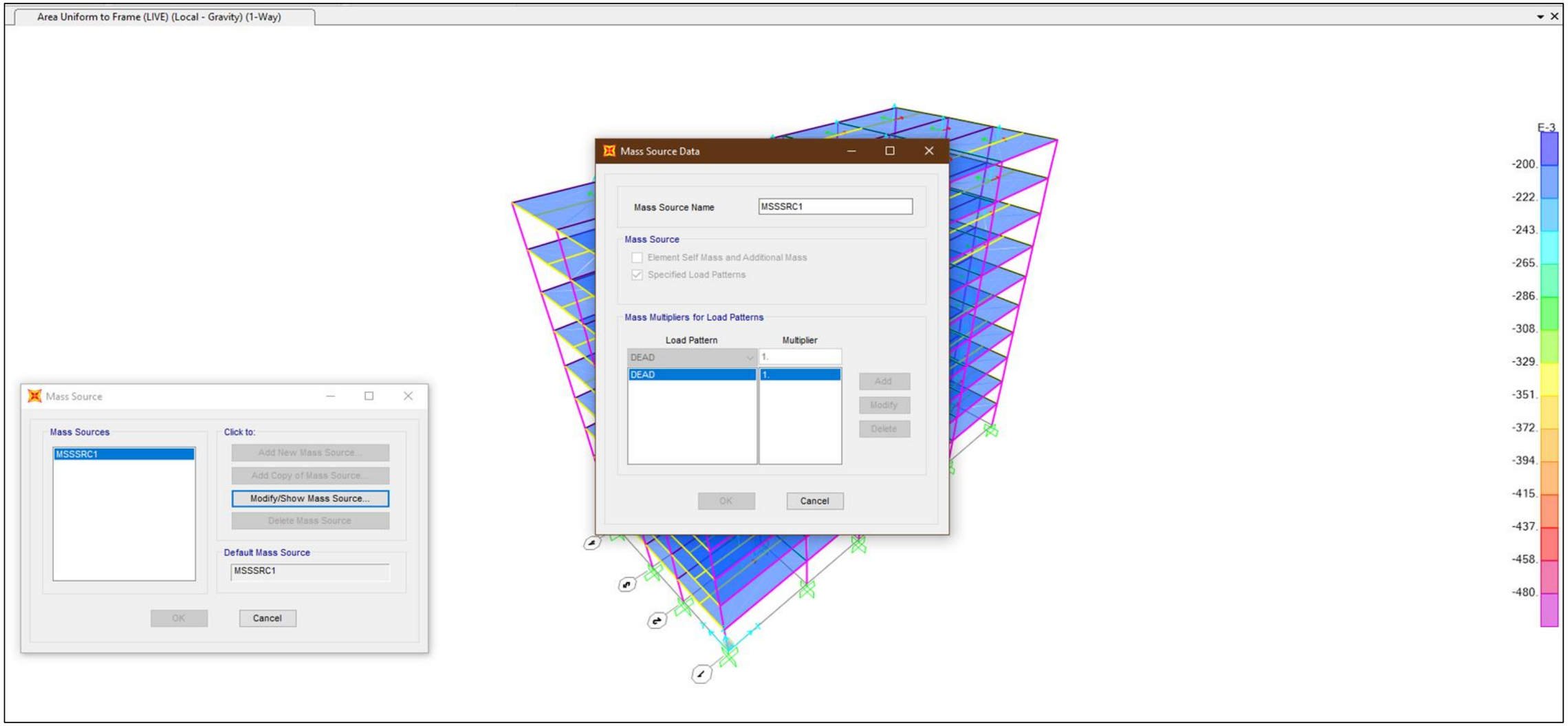


Figura 46: Mass Source Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2.8 Espectro de diseño

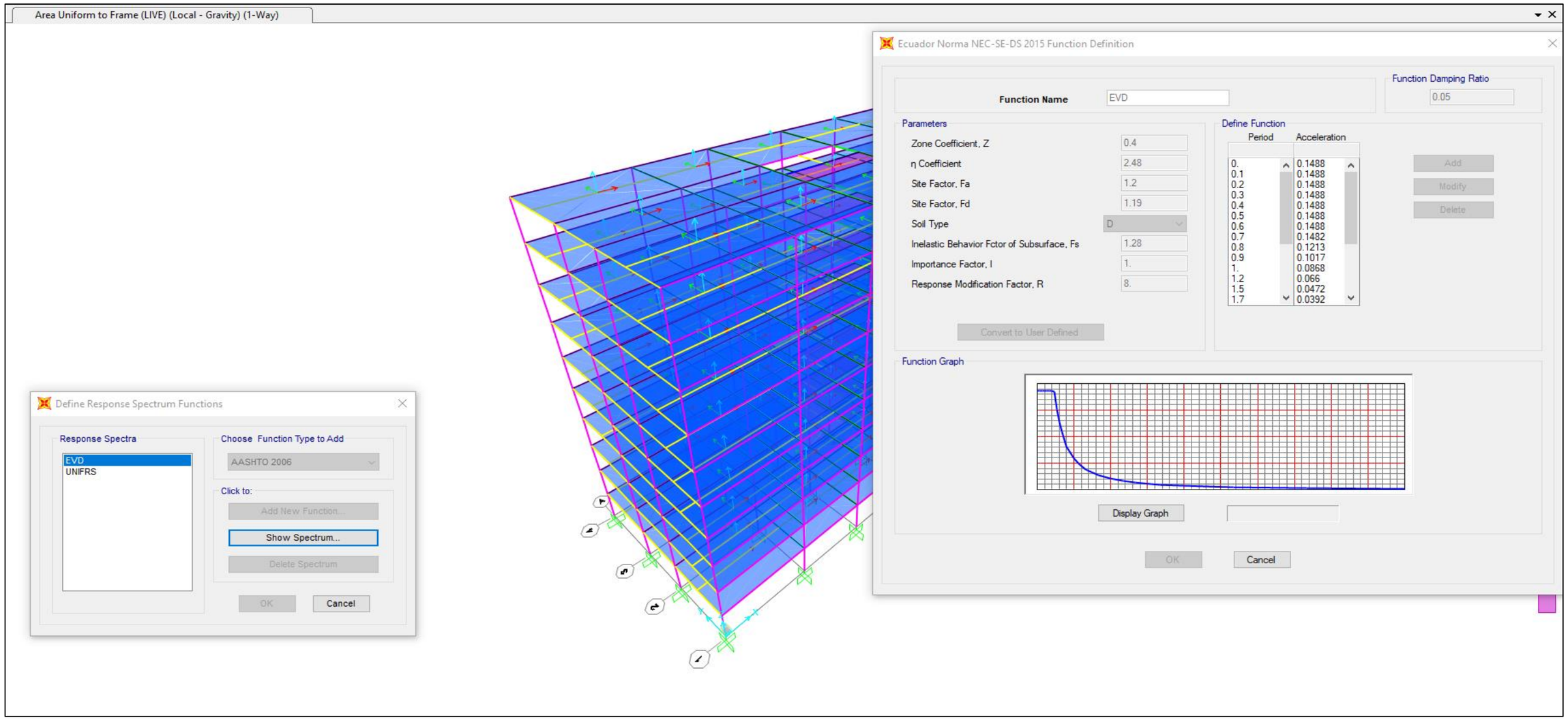


Figura 47: Espectro Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2.9 Diseño

6.2.9.1 Diseño de columnas

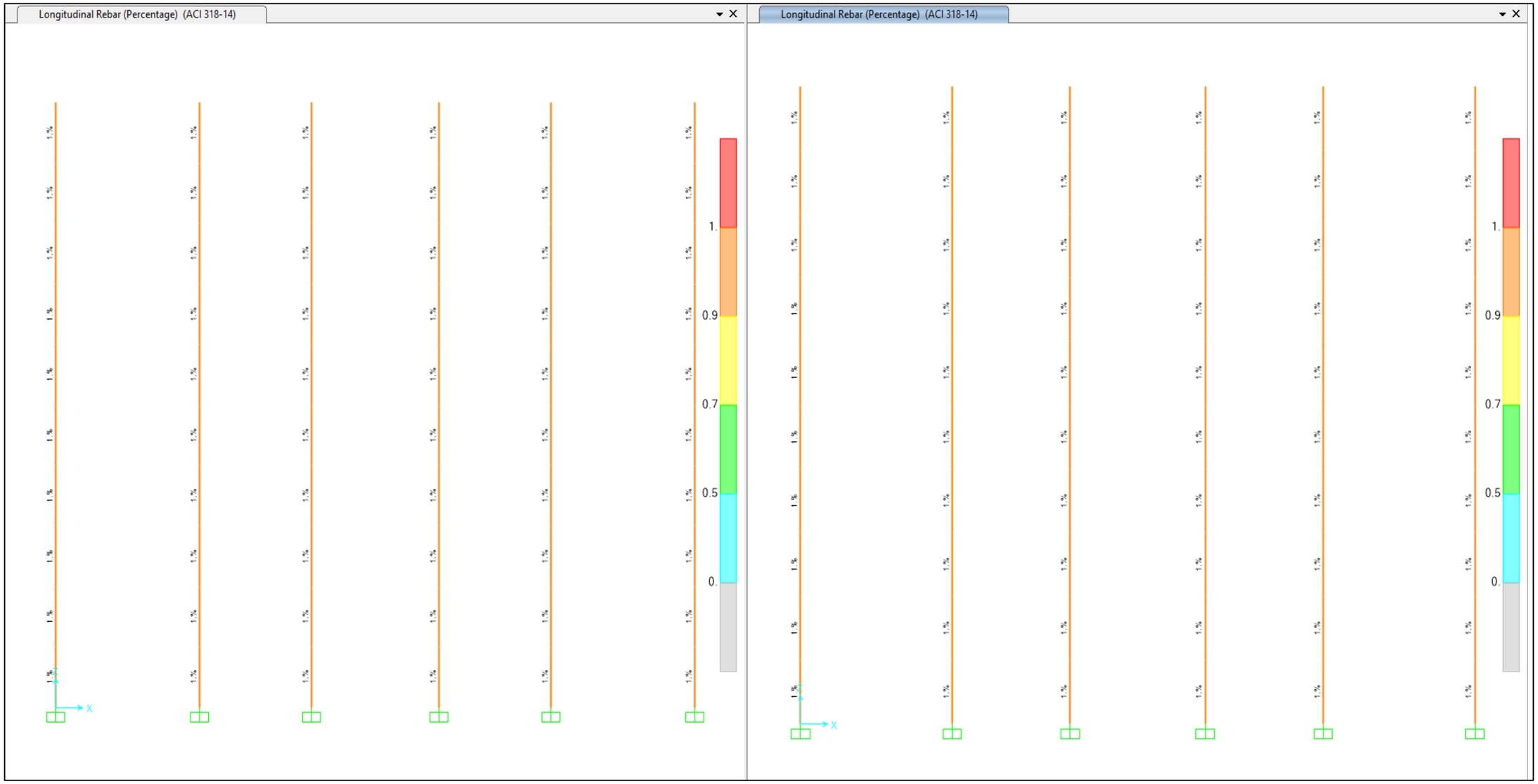


Figura 48: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 1y2 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

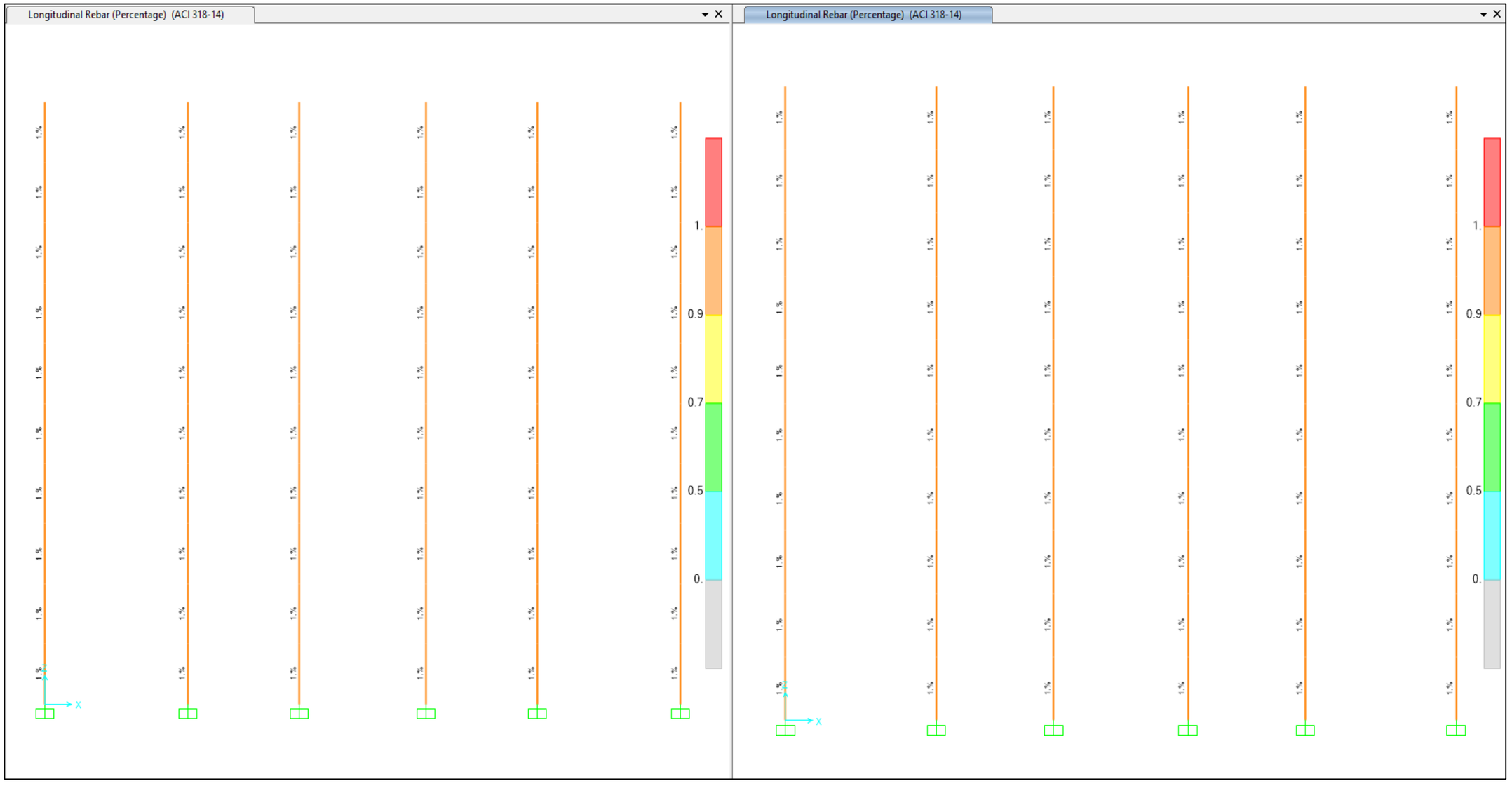


Figura 49: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 3y4 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

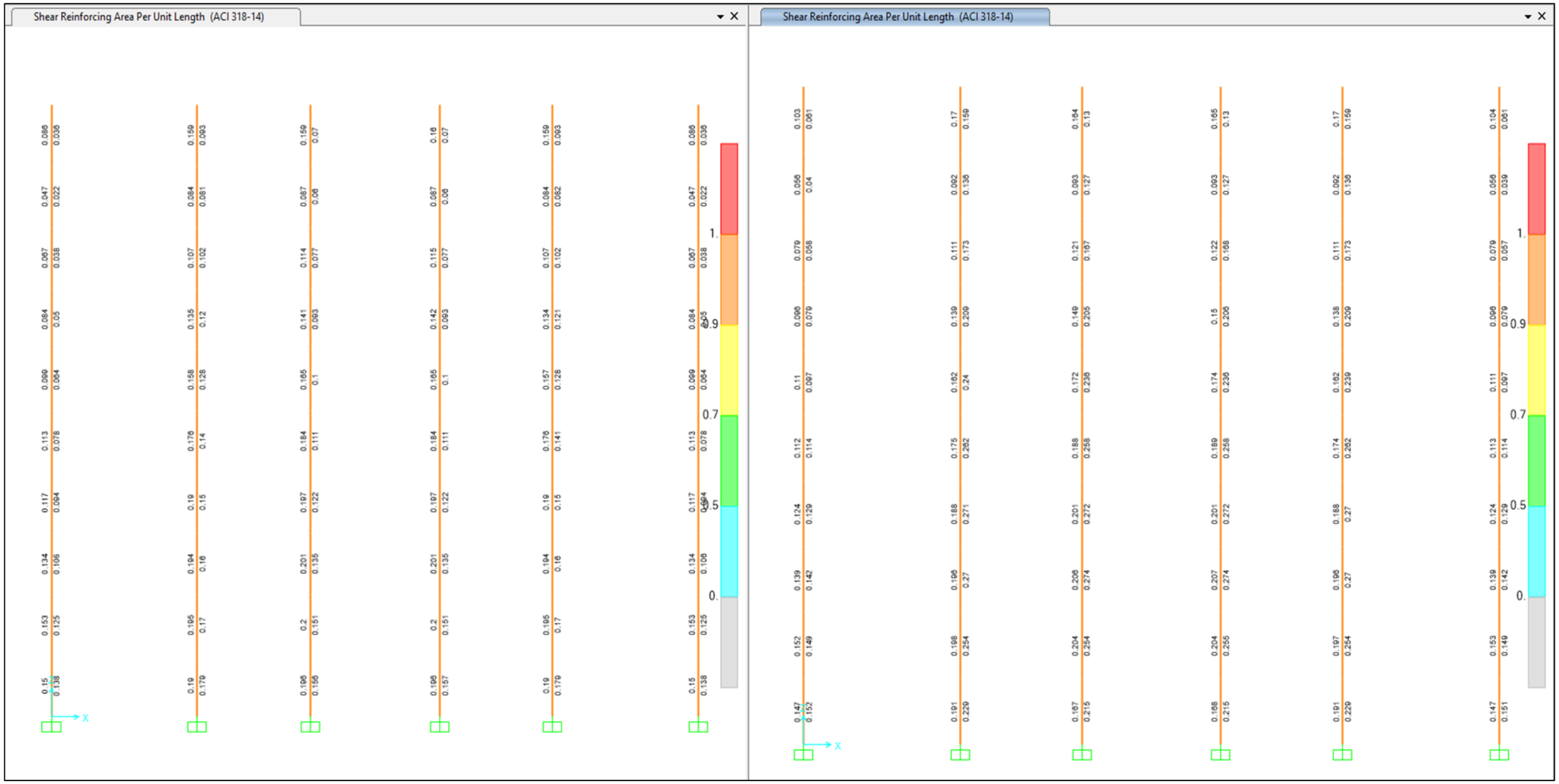


Figura 50: Diseño de acero transversal en columnas eje 1y2 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

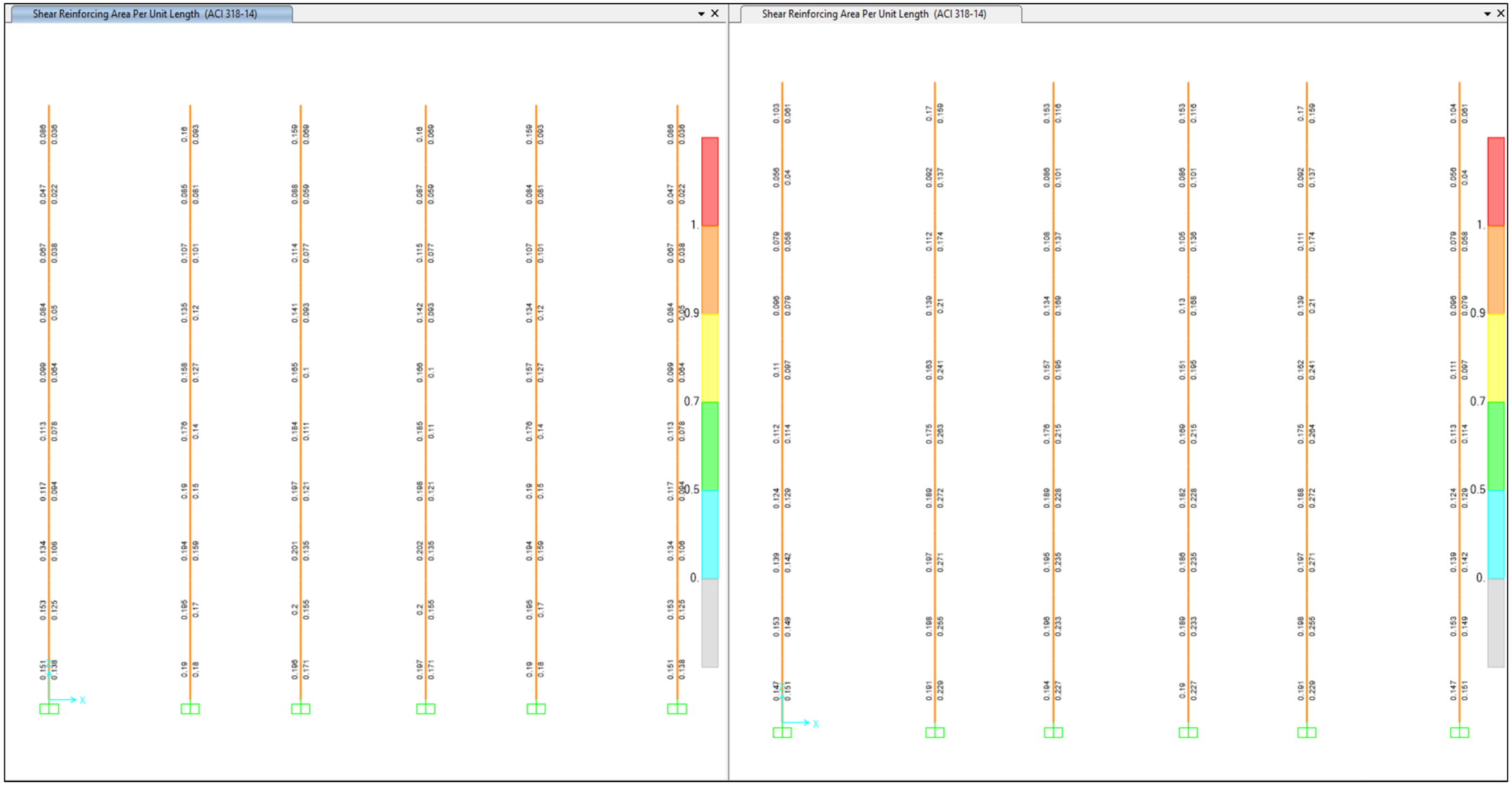


Figura 51: Diseño de acero transversal en columnas eje 3y4 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

6.2.9.2 Diseño de Losas

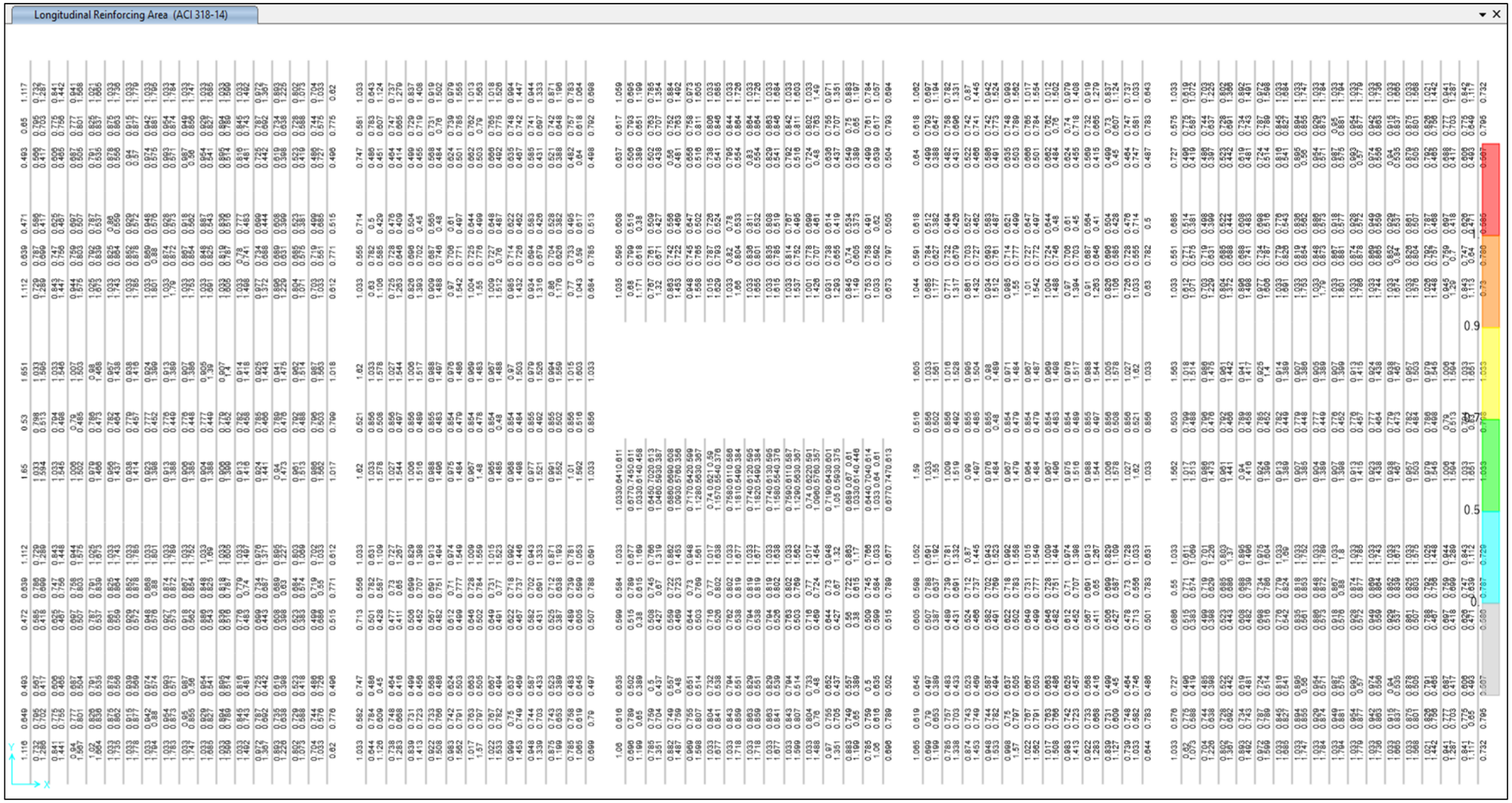


Figura 52: Diseño de refuerzo longitudinal de nervios Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Nota: No los nervios no requieren refuerzo transversal.

6.2.9.3 Diseño de vigas

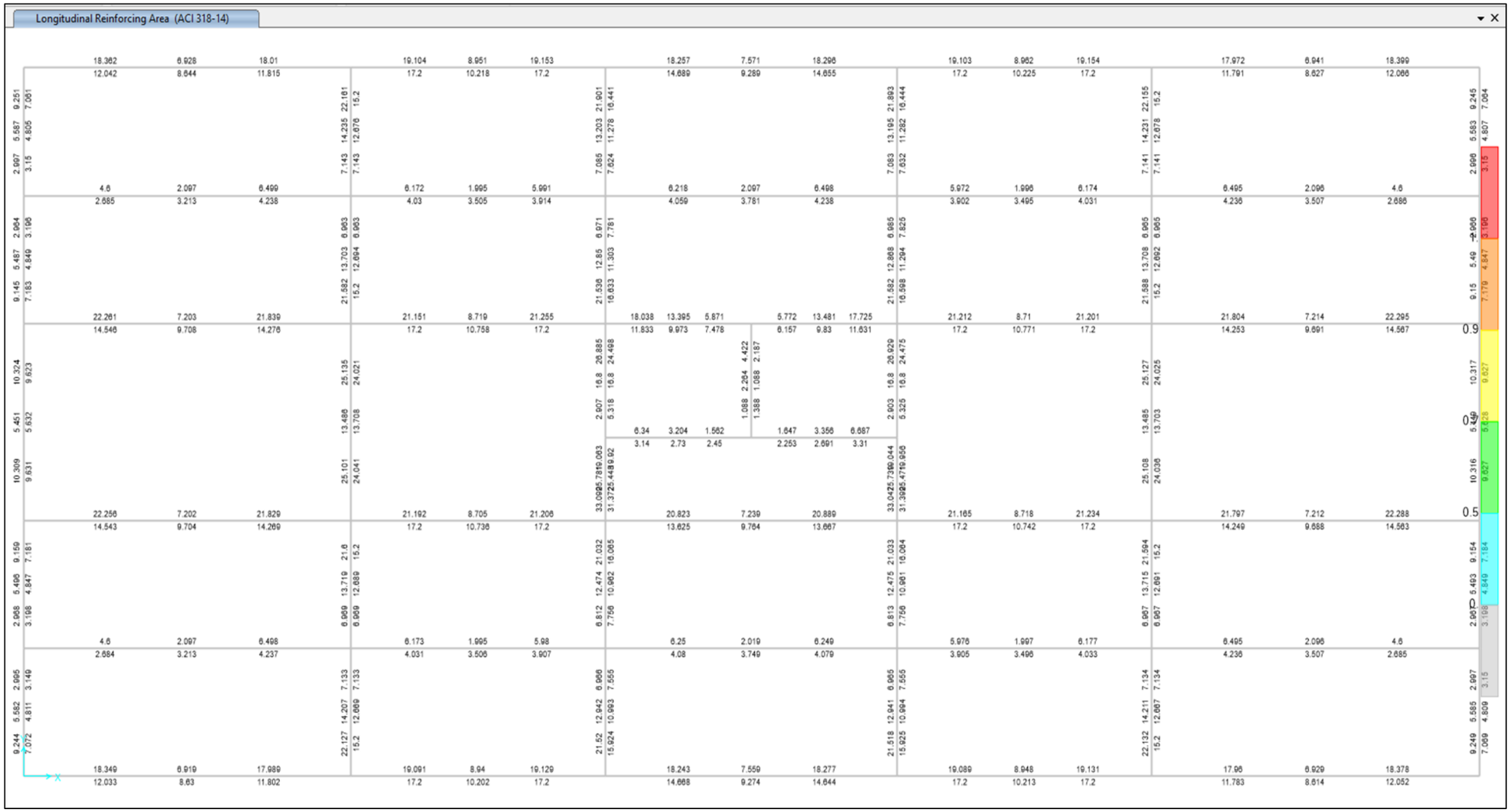


Figura 53: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +3.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

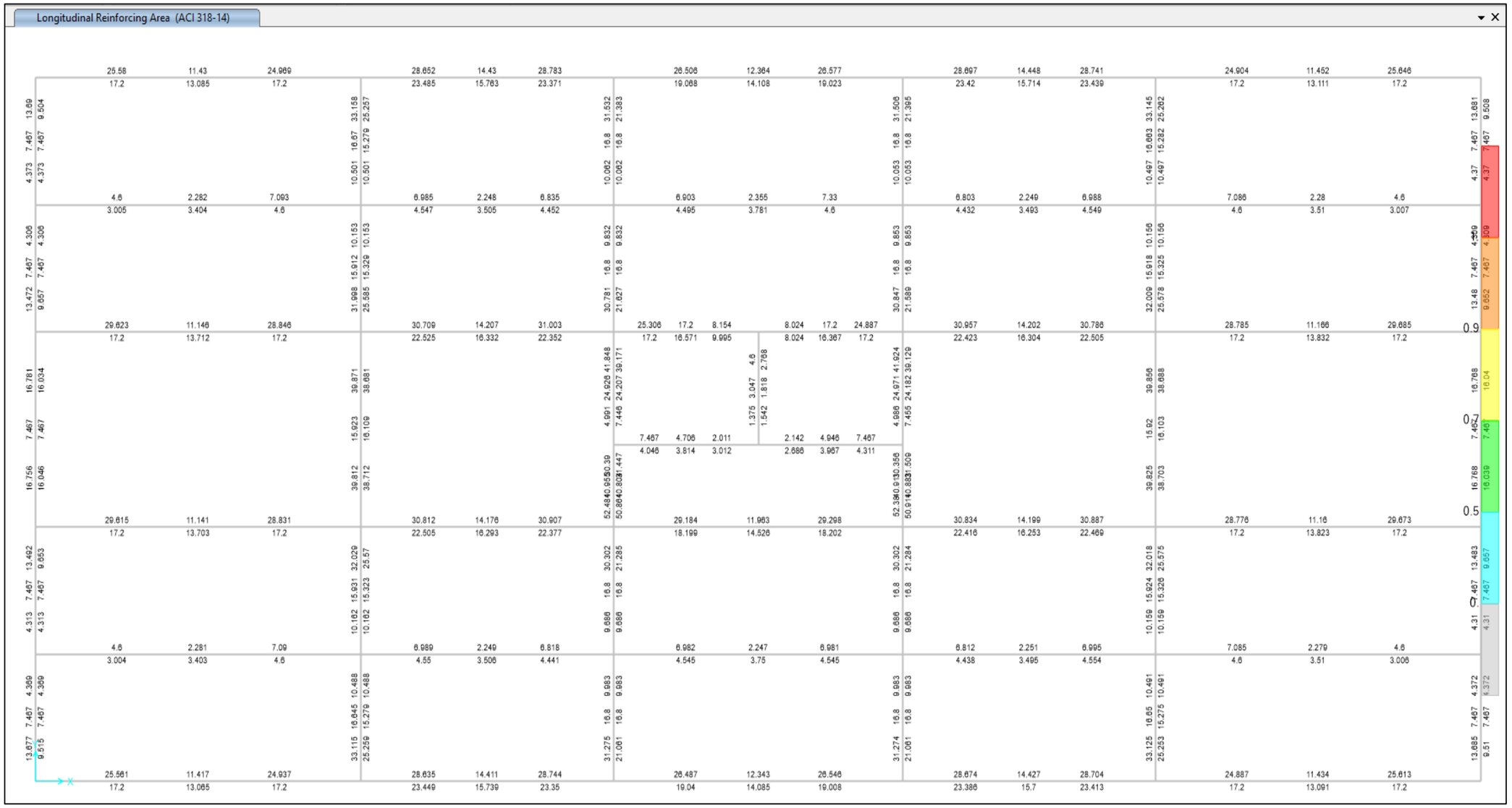


Figura 54: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +7.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

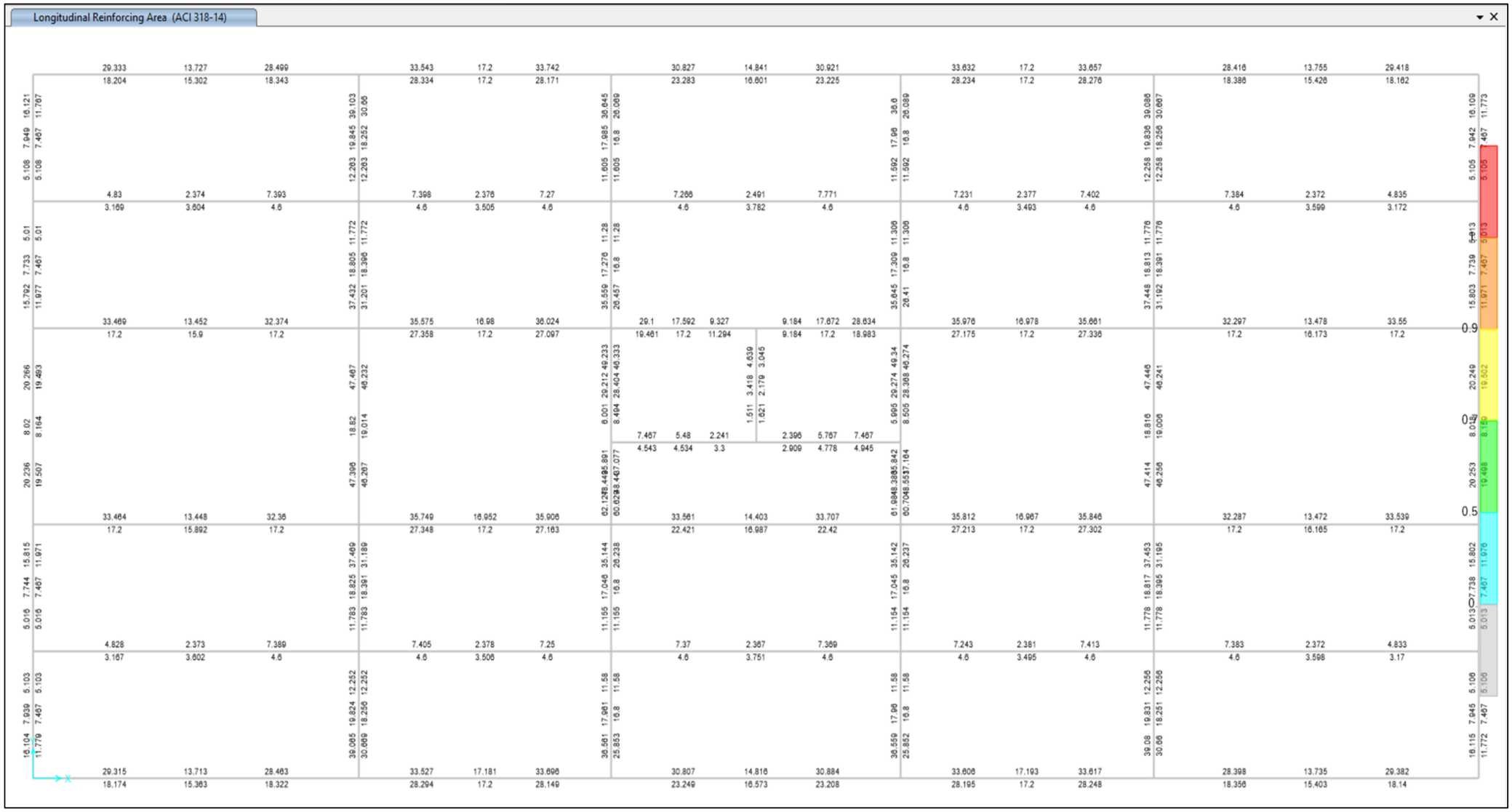


Figura 55: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +10.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

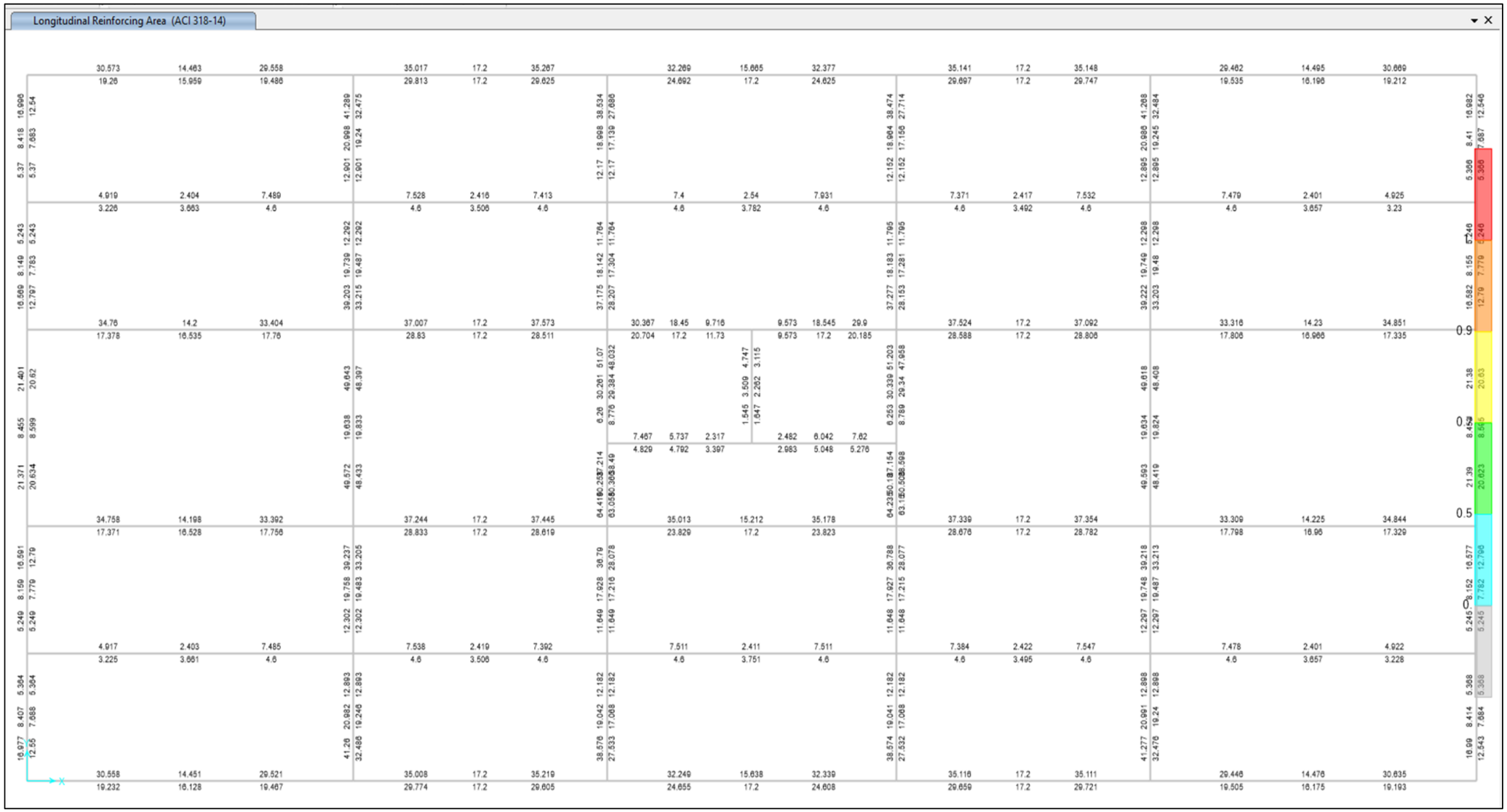


Figura 56: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +14.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

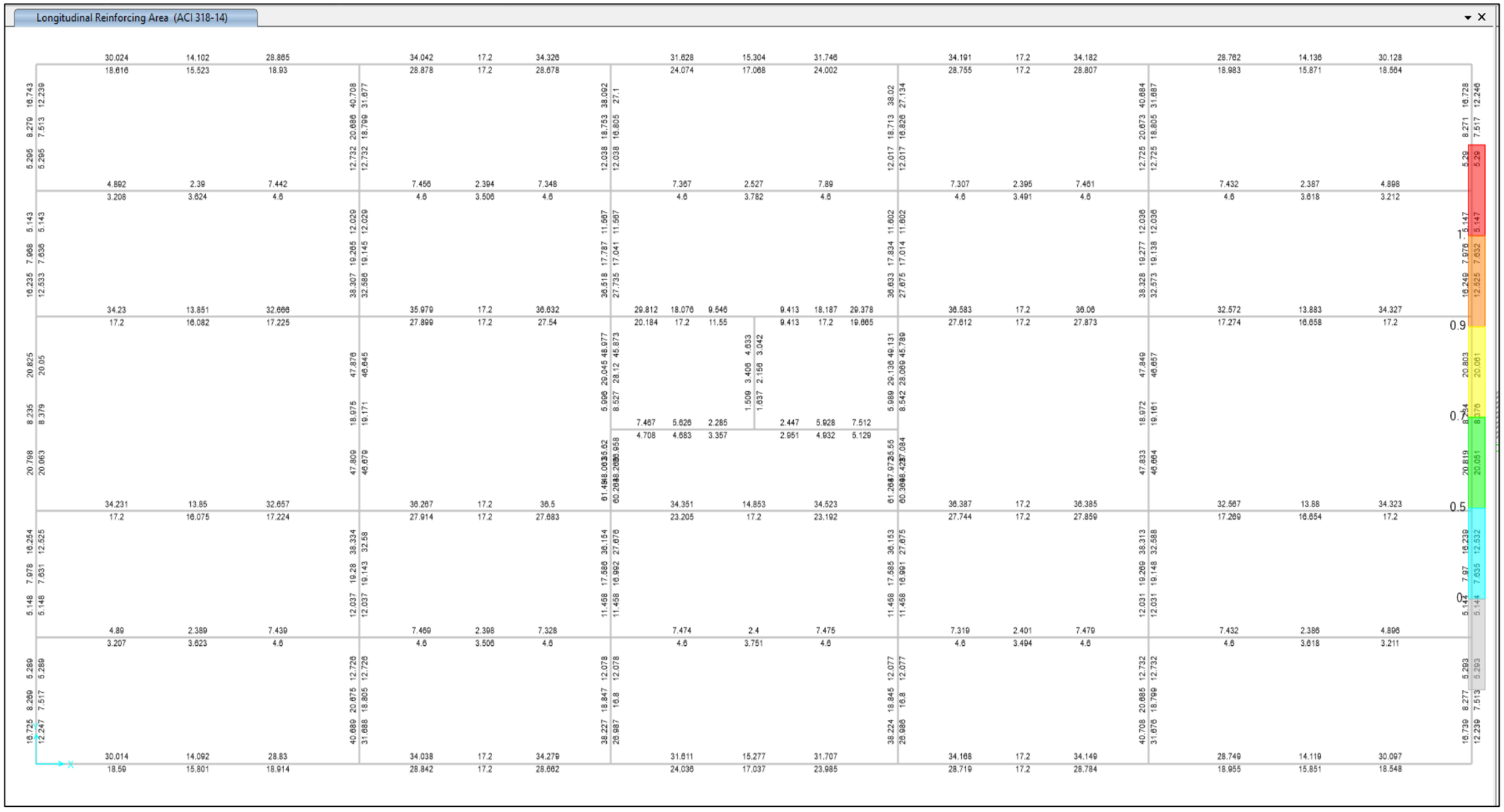


Figura 57: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +17.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

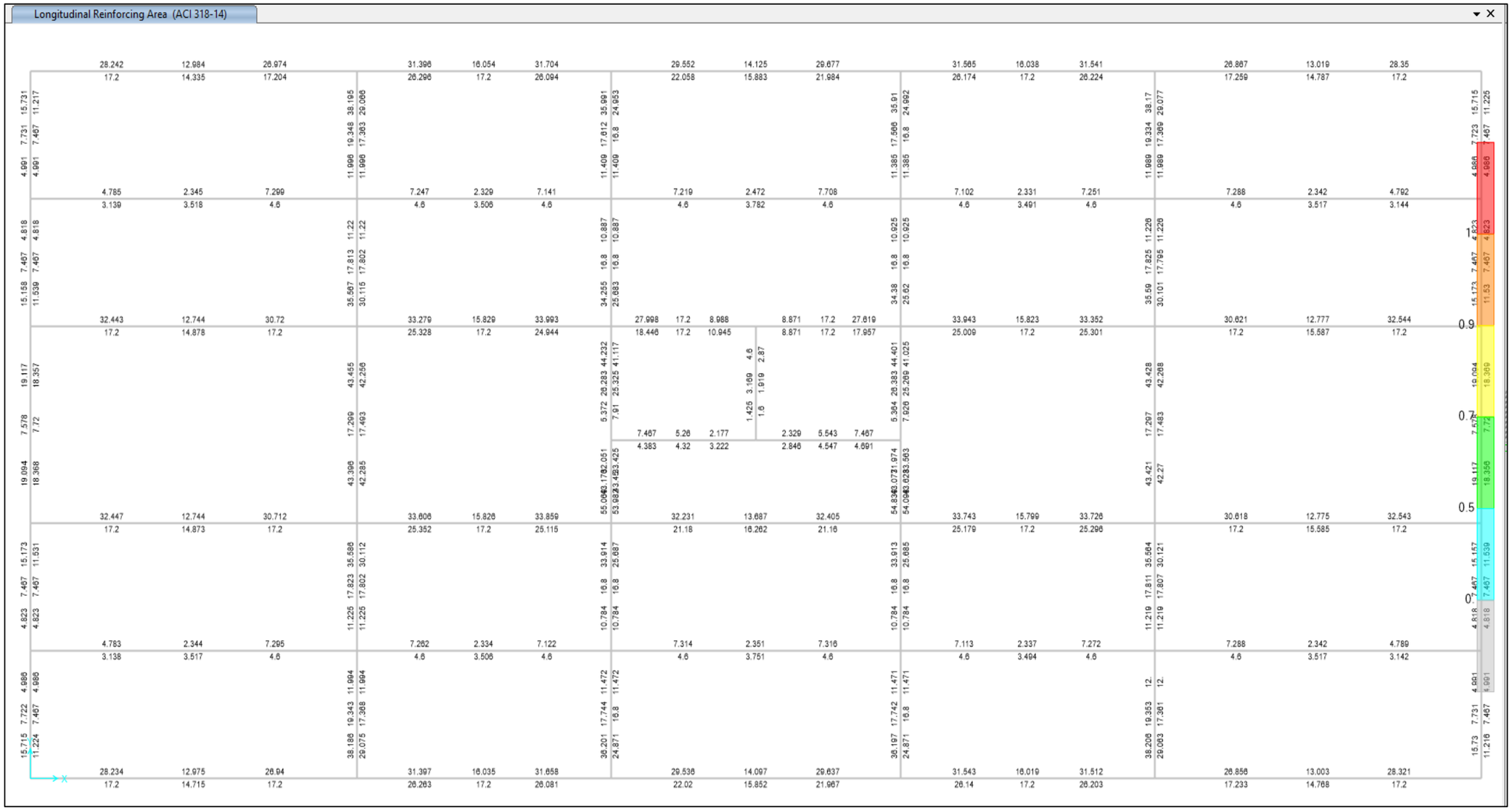


Figura 58: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +21.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

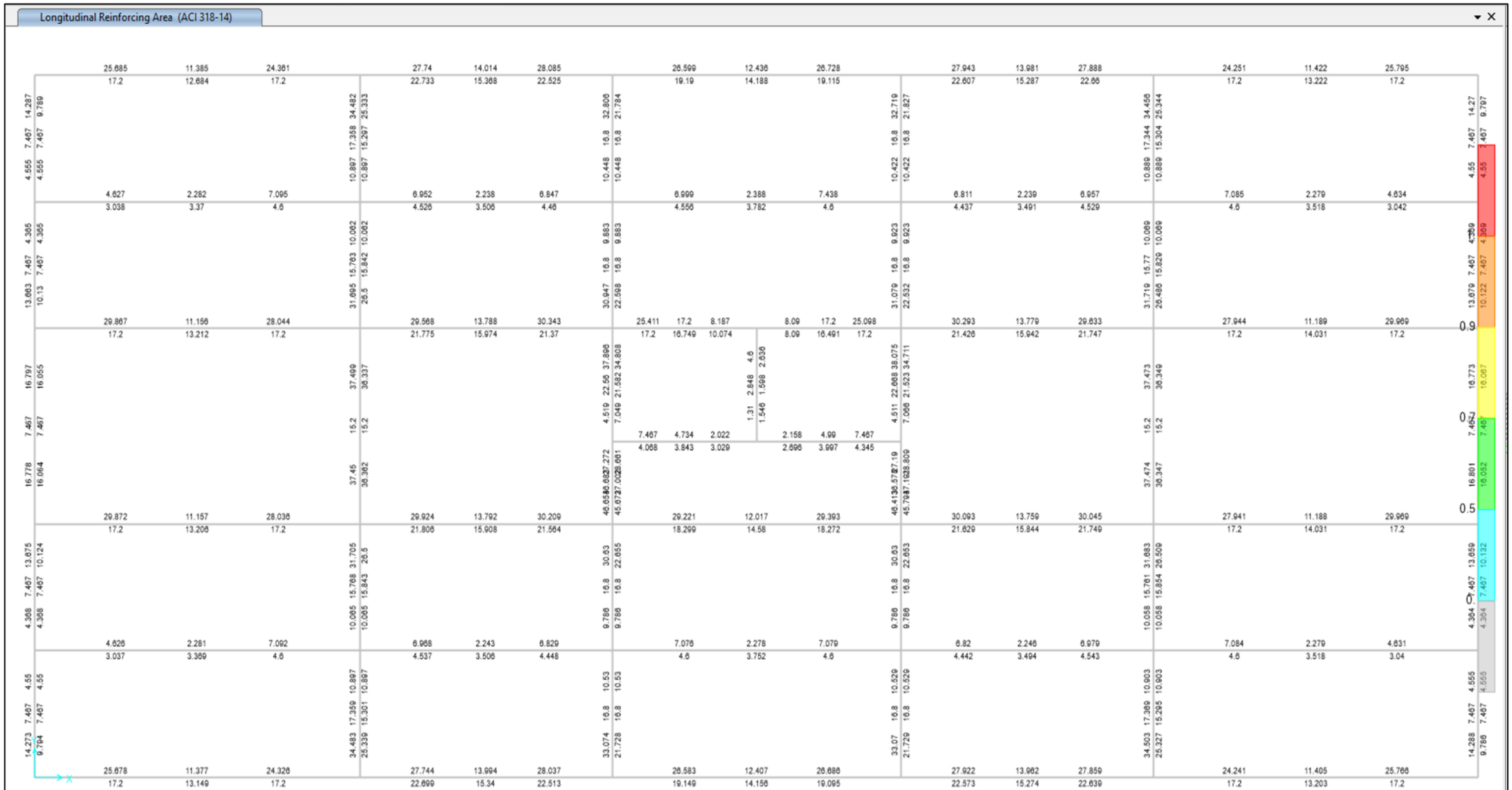


Figura 59: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +24.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

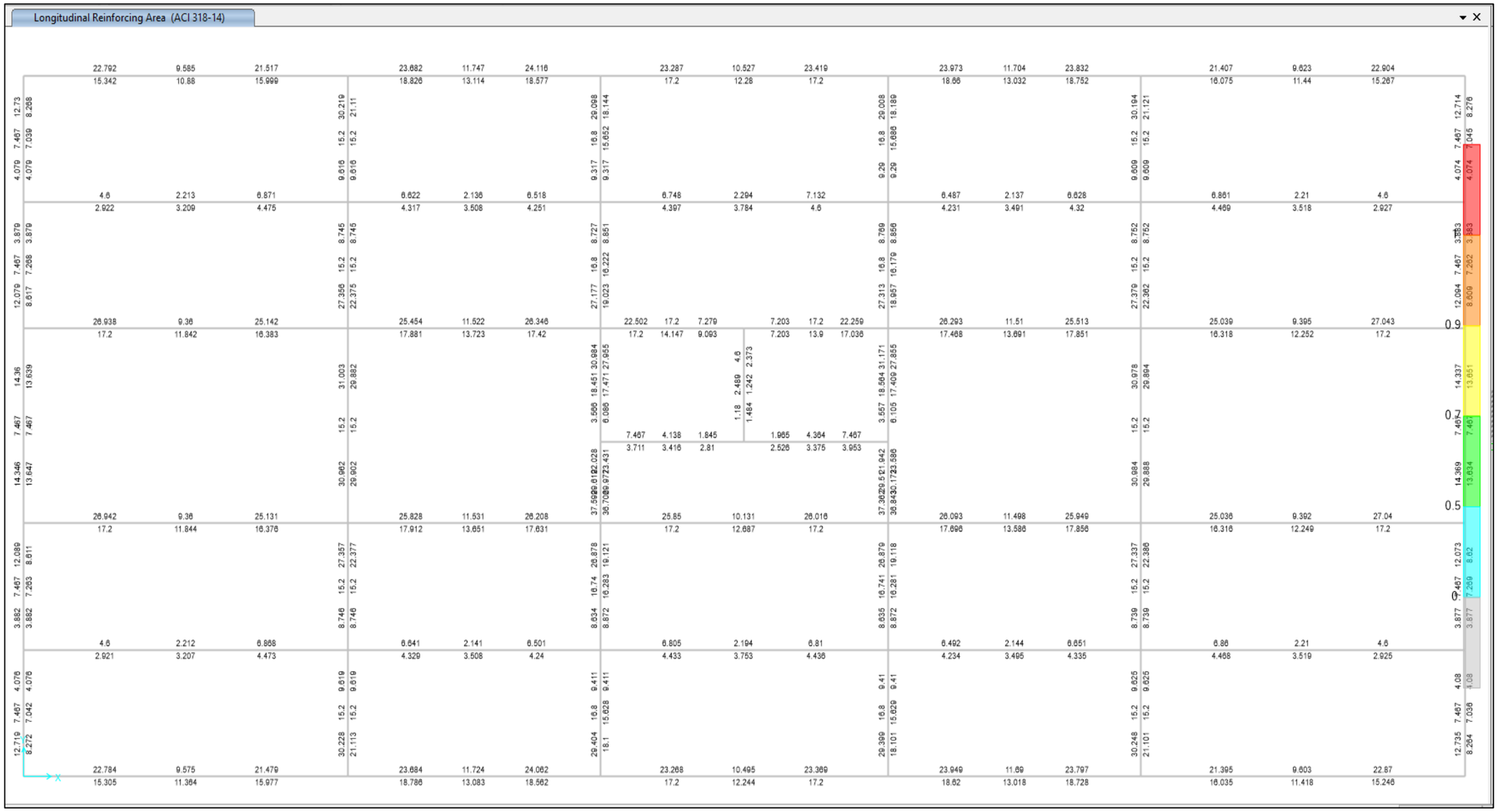


Figura 60: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +28.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

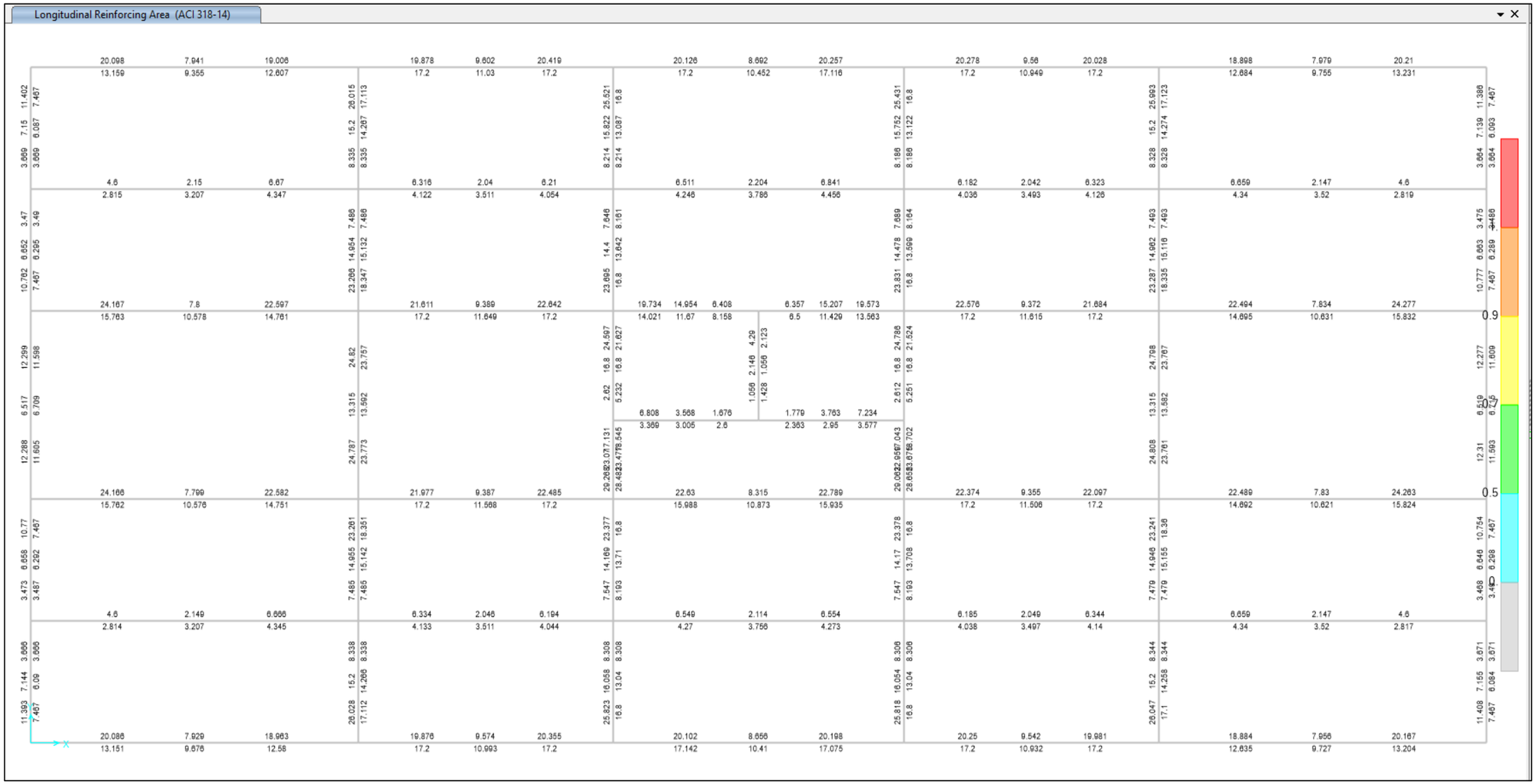


Figura 61: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +31.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

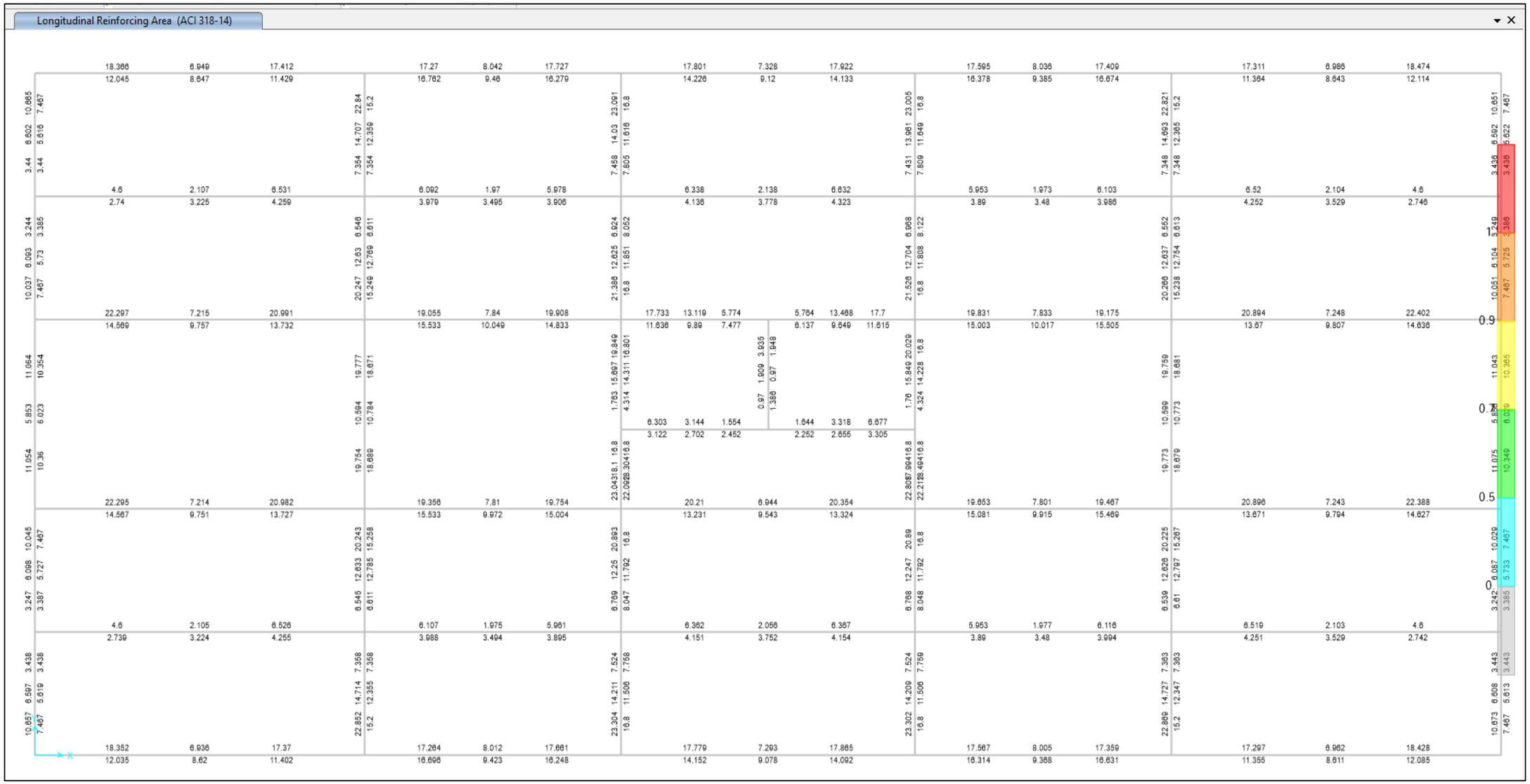


Figura 62: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +35.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

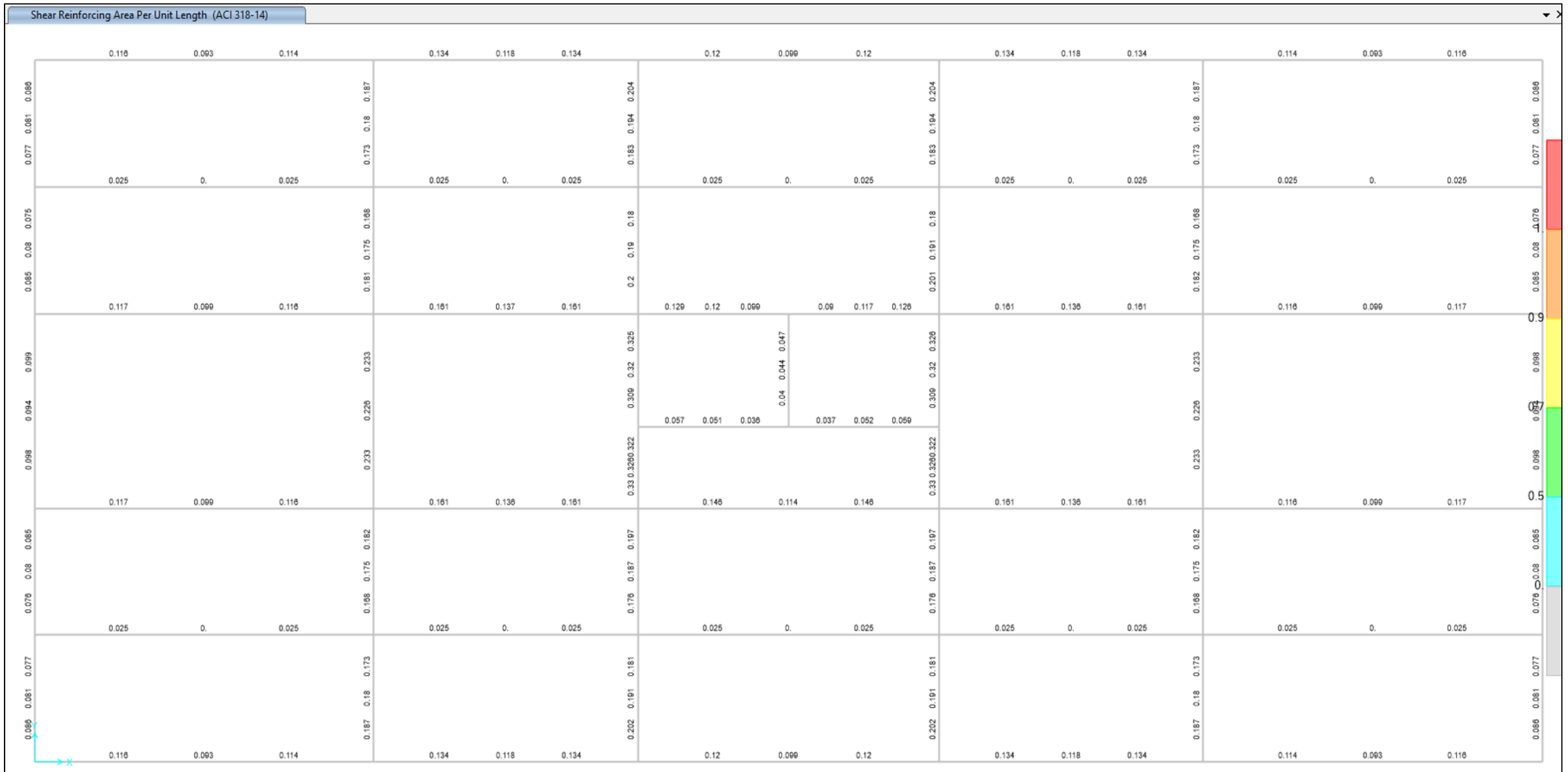


Figura 63: Diseño de acero transversal en vigas nivel +3.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

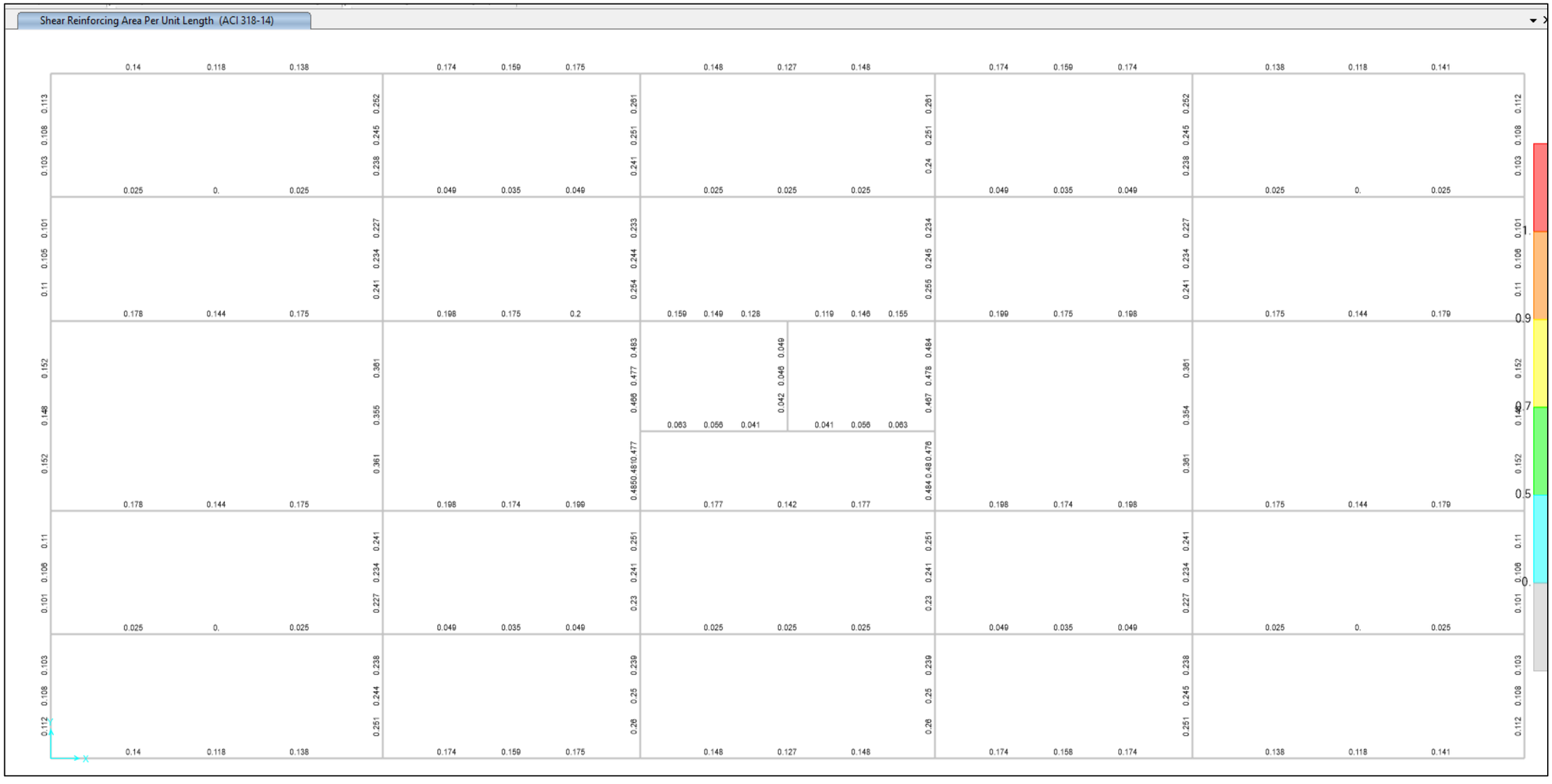


Figura 64: Diseño de acero transversal en vigas nivel +7.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

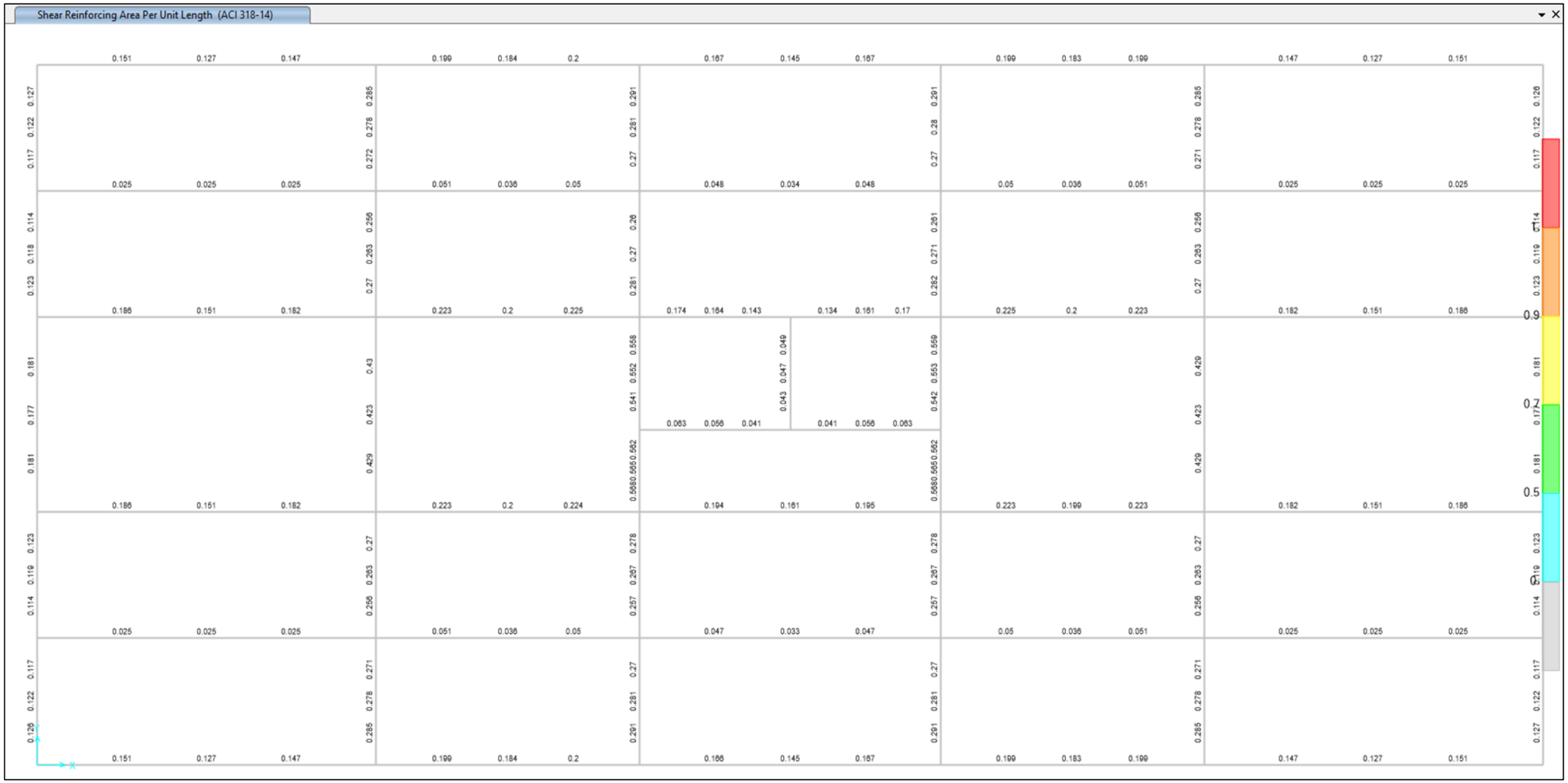


Figura 65: Diseño de acero transversal en vigas nivel +10.5 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

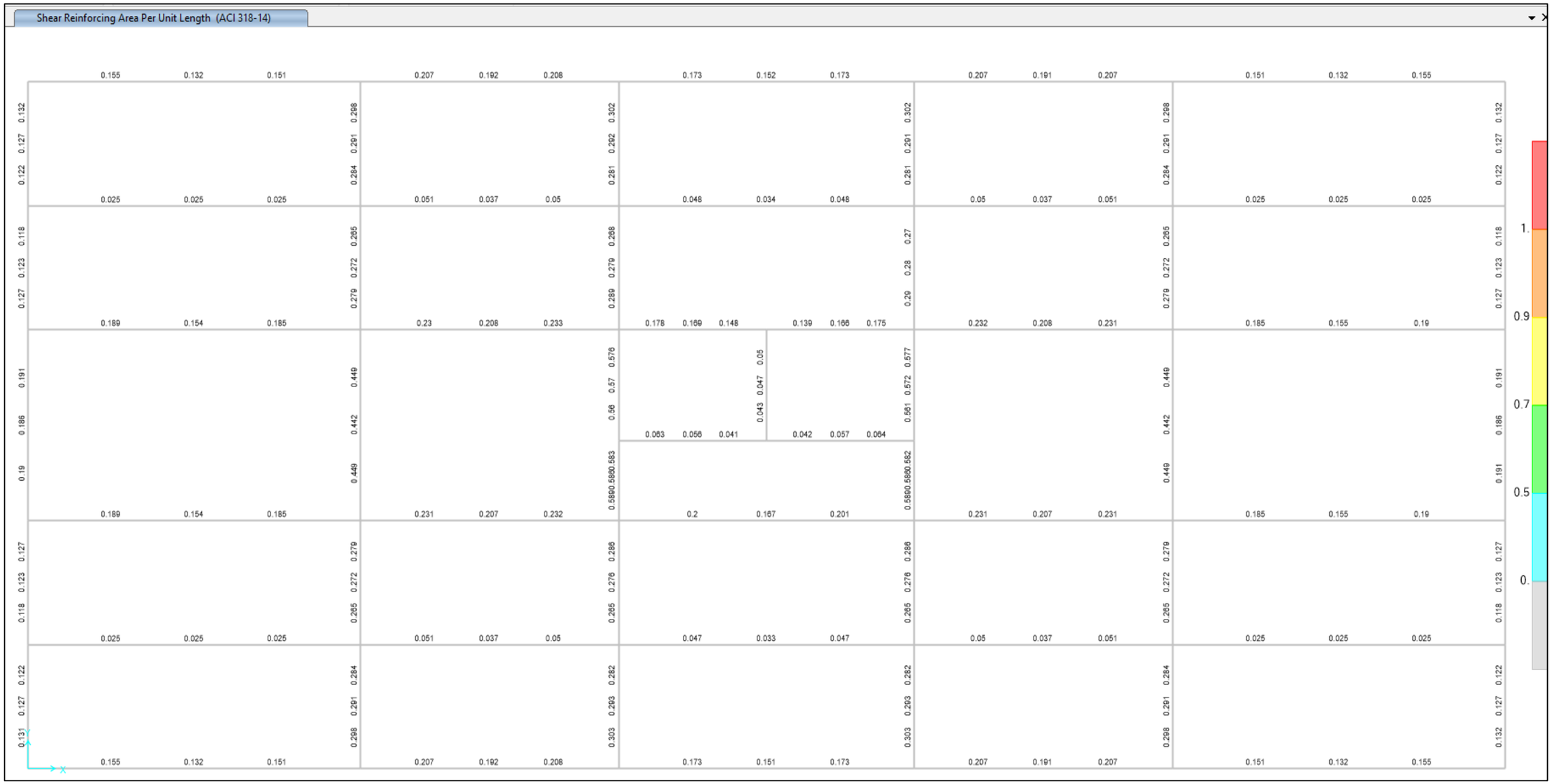


Figura 66: Diseño de acero transversal en vigas nivel +14.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

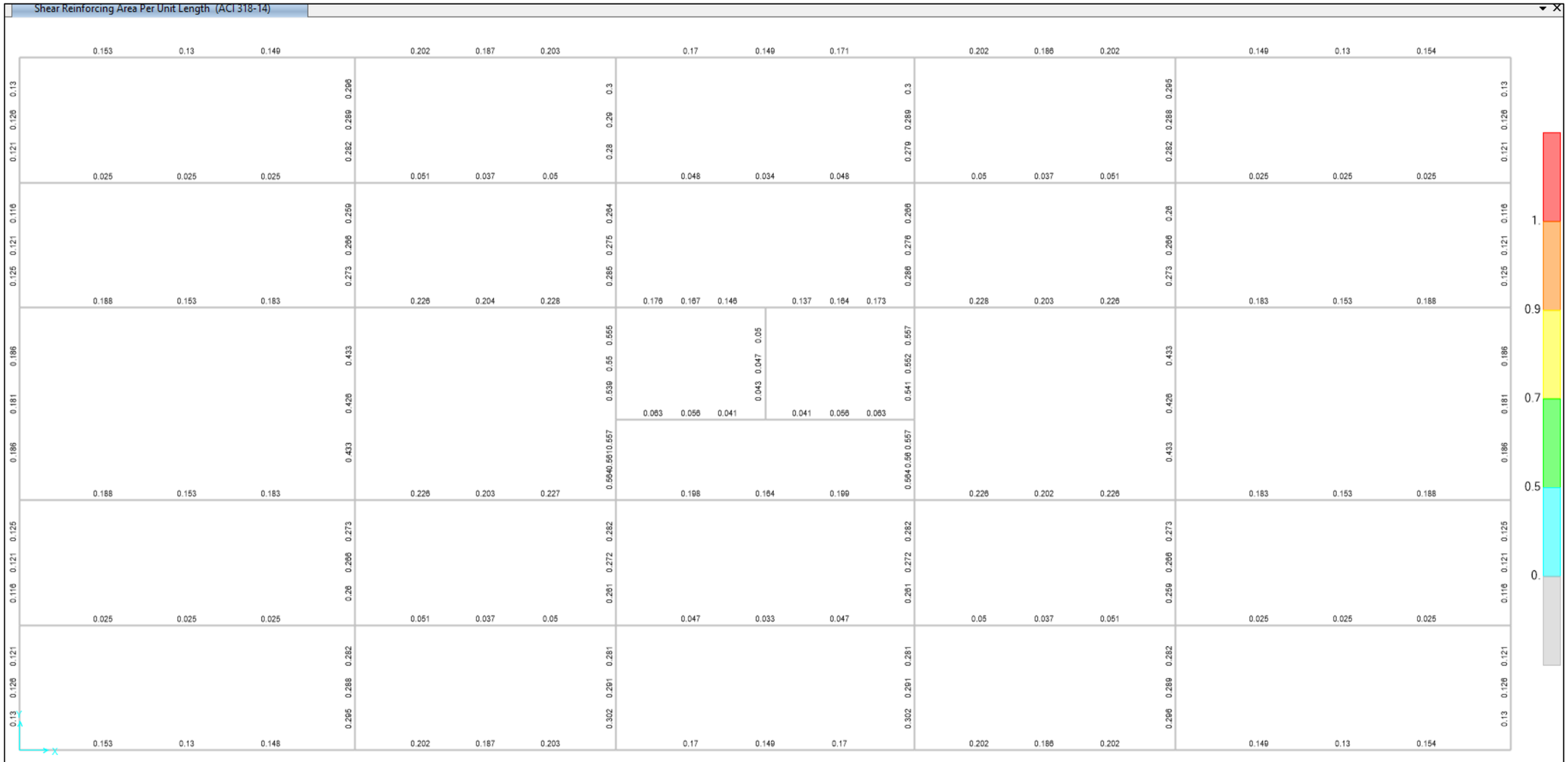


Figura 67: Diseño de acero transversal en vigas nivel +17.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

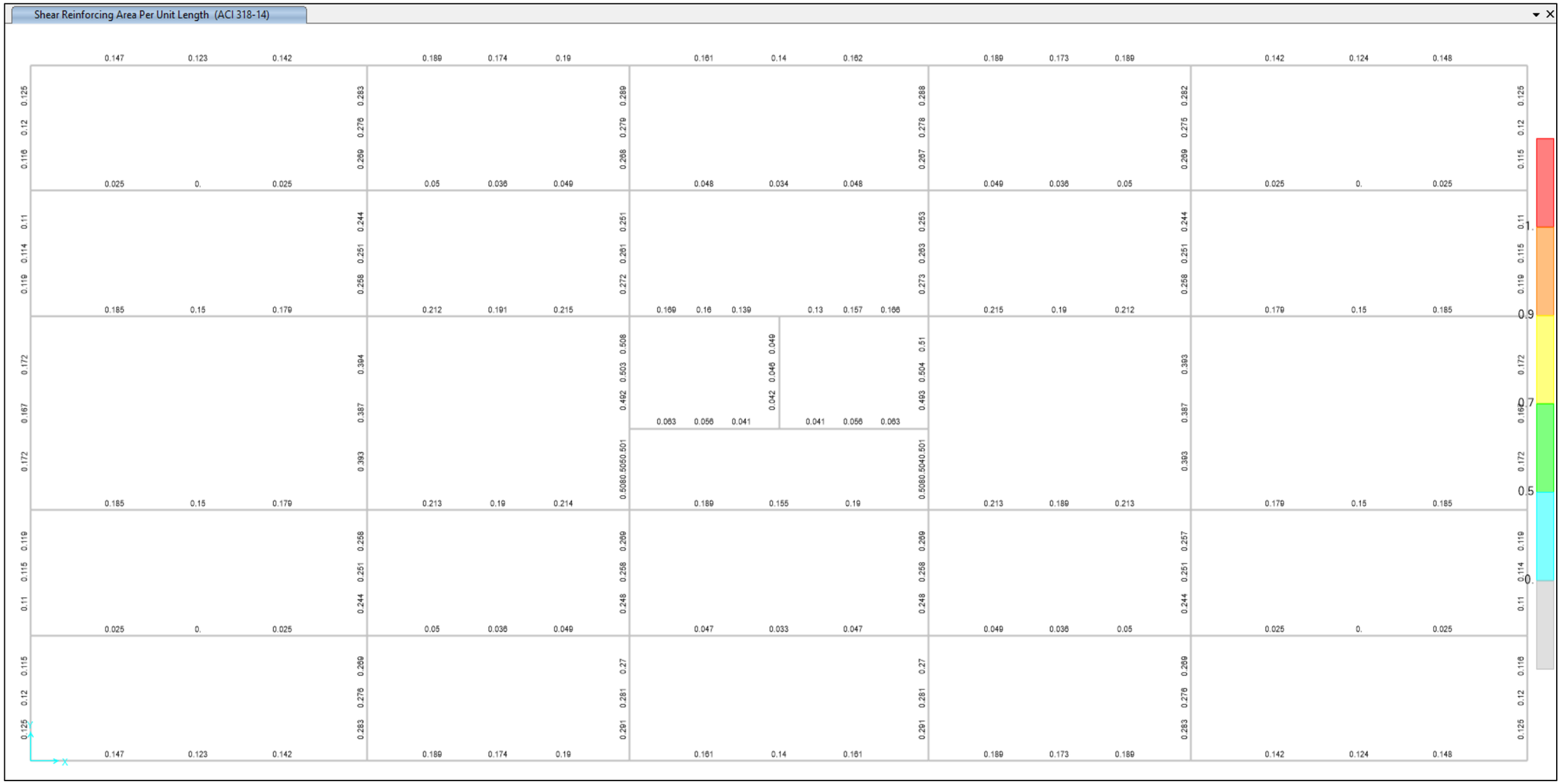


Figura 68: Diseño de acero transversal en vigas nivel +21.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

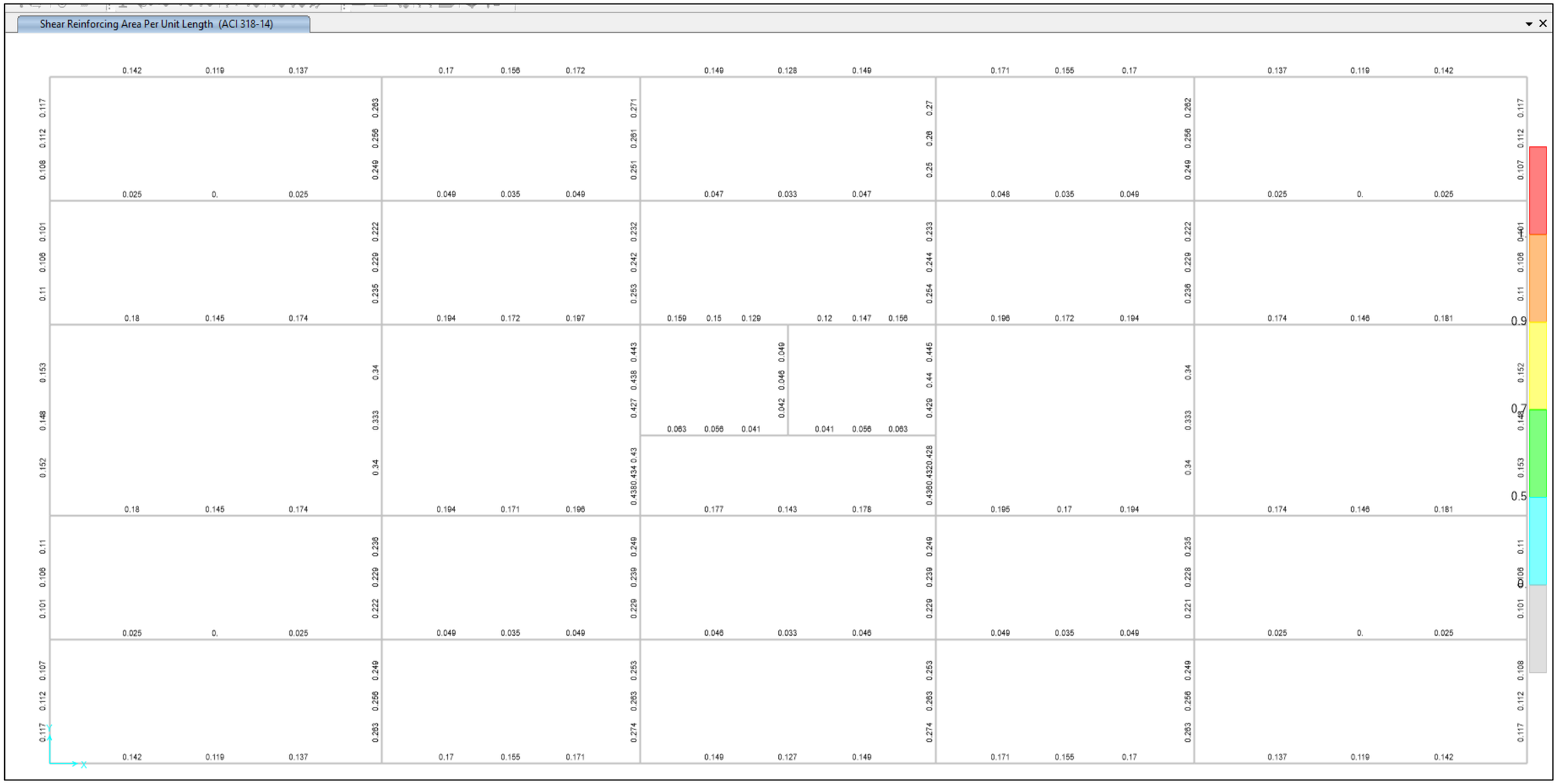


Figura 69: Diseño de acero transversal en vigas nivel +24.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

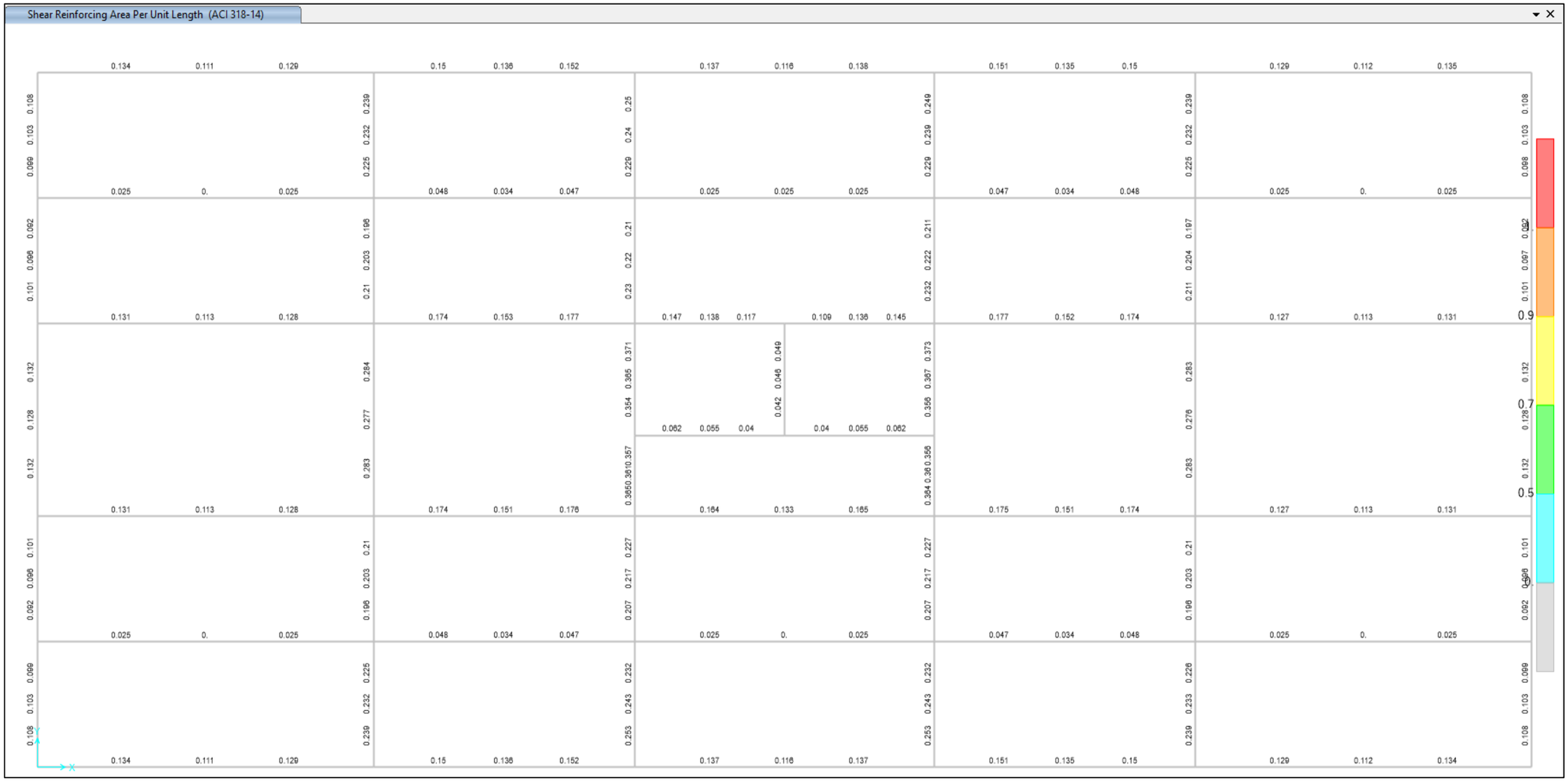


Figura 70: Diseño de acero transversal en vigas nivel +28.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

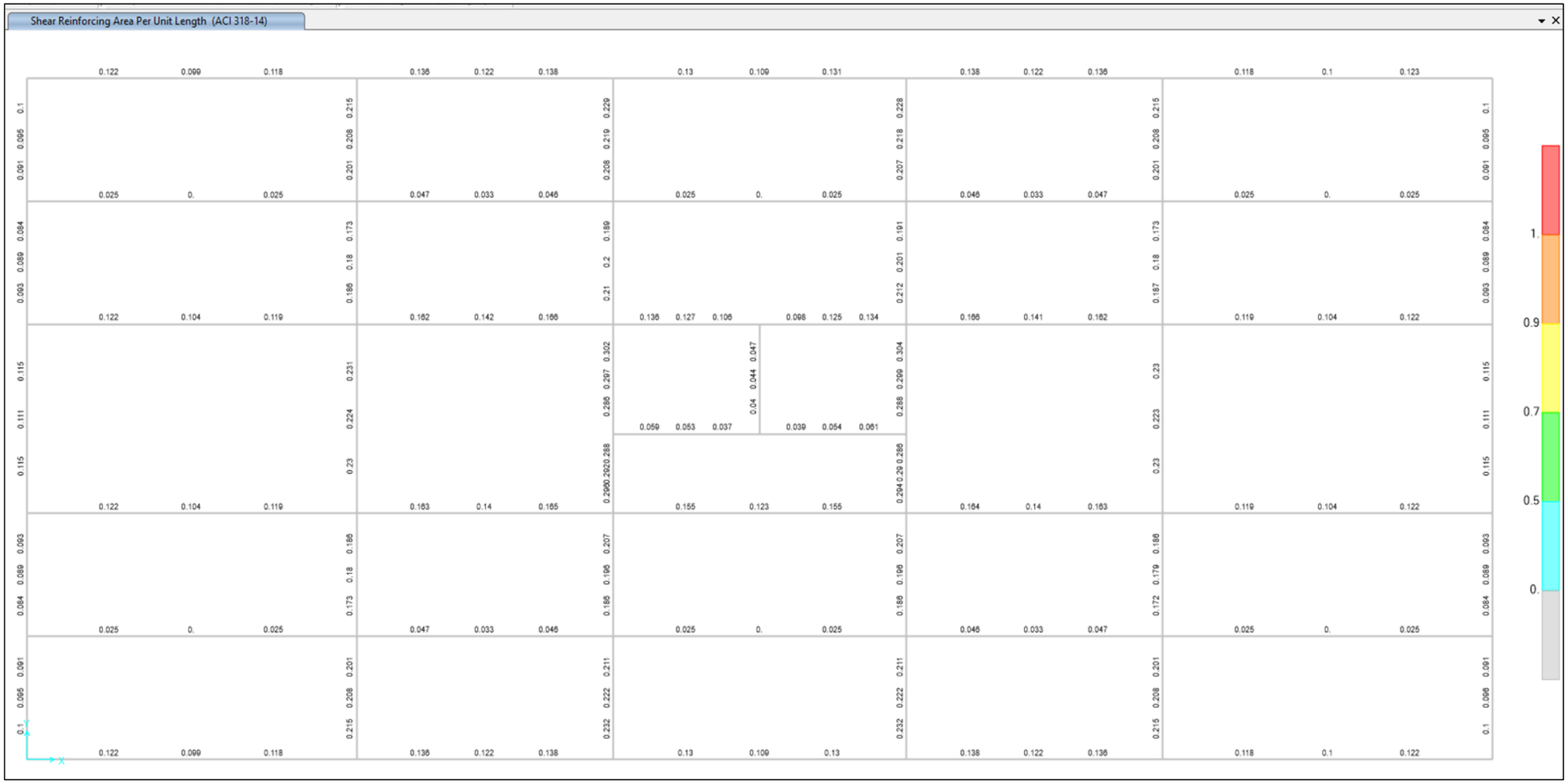


Figura 71: Diseño de acero transversal en vigas nivel +31.50 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

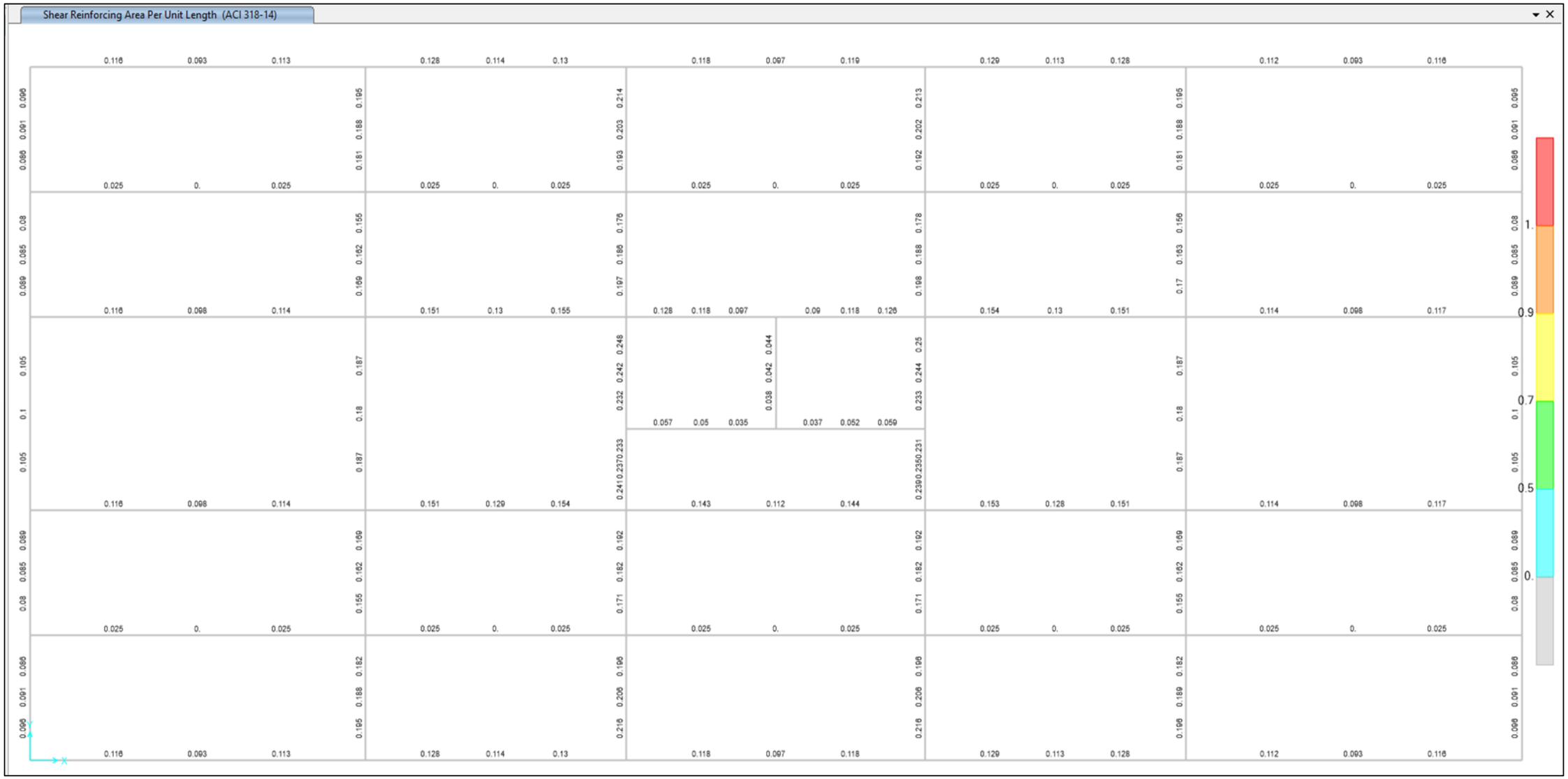


Figura 72: Diseño de acero transversal en vigas nivel +35.00 Edificio 1. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

7. CAPÍTULO VII: MEMORIA DE CÁLCULO EDIFICIO 2

El Edificio 1 corresponde al modelo estructural de hormigón armado con losas de hormigón presforzado.

7.1 Tablas de resultados del Análisis en SAP2000 y ADAPT-PTRC

7.1.1 Materiales

7.1.1.1 Propiedades de los materiales – Tabla general

TABLE: Material Properties 01 - General			
Material	**Type**	**Grade**	**SymType**
Text	Text	Text	Text
A416Gr270	Tendon	Grade 270	Uniaxial
A615Gr60	Rebar	Grade 60	Uniaxial
A992Fy50	Steel	Grade 50	Isotropic
C280	Concrete	f'c 4000 psi	Isotropic

Tabla 97: Propiedades del material-general (1de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material Properties 01 - General			
Material	**TempDepend**	**Color**	**Notes**
Text	Yes/No	Text	Text
A416Gr270	No	White	ASTM A416 Grade 270
A615Gr60	No	Green	United States ASTM A615 Grade 60
A992Fy50	No	Magenta	ASTM A992 Grade 50
C280	No	Cyan	Customary f'c 4000 psi

Tabla 98: Propiedades del material-general (2de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties						
Material	**UnitWeight**	**UnitMass**	**E1**	**G12**	**U12**	**A1**
Text	Tonf/m3	Tonf-s2/m4	Tonf/m2	Tonf/m2	Unitless	1/C
A416Gr270	7.8490476	0.8003801	20037484			1.17E-05
A615Gr60	7.8490476	0.8003801	20389019			1.17E-05
A992Fy50	7.8490476	0.8003801	20389019	7841930.5	0.3	1.17E-05
C280	2.4027697	0.2450143	2511403	1046417.9	0.2	9.9E-06

Tabla 99: Propiedades del material- propiedades mecánicas Edificio 2. Fuente: SAP2000.

7.1.1.2 Propiedades de los materiales- Hormigón

TABLE: Material Properties 03b - Concrete Data					
Material	**Fc**	**eFc**	**LtWtConc**	**SSCurveOpt**	**SSHysType**
Text	Tonf/m2	Tonf/m2	Yes/No	Text	Text
C280	2800	2800	No	Mander	Takeda

Tabla 100: Propiedades del material-hormigón (1de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material Properties 03b - Concrete Data					
Material	**SFc**	**SCap**	**FinalSlope**	**FAngle**	**DAngle**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Degrees	Degrees
C280	0.002219	0.005	-0.1	0	0

Tabla 101: Propiedades del material-hormigón (2de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

7.1.1.3 Propiedades de los materiales – Acero de Refuerzo

TABLE: Material Properties 03e - Rebar Data					
Material	**Fy**	**Fu**	**EffFy**	**EffFu**	**SSCurveOpt**
Text	Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf/m2	Text
A615Gr60	42184.18	63276.27	46402.6	69603.89	Simple

Tabla 102: Propiedades del material-acero de refuerzo (1de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material Properties 03e - Rebar Data					
Material	**SSHysType**	**SHard**	**SCap**	**FinalSlope**	**UseCTDef**
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Yes/No
A615Gr60	Kinematic	0.01	0.09	-0.1	No

Tabla 103: Propiedades del material-acero de refuerzo (2de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

7.1.1.4 Propiedades de los materiales – Objeto tipo

TABLE: Material List 1 - By Object Type			
ObjectType	**Material**	**TotalWeight**	**NumPieces**
Text	Text	Tonf	Unitless
Frame	C280	6171.622	1600
Area	C280	681.4255	

Tabla 104: Propiedades de materiales-objeto tipo Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Material List 2 - By Section Property				
Section	**ObjectType**	**NumPieces**	**TotalLength**	**TotalWeight**
Text	Text	Unitless	m	Tonf
CHA 0.9*1.8	Frame	180	630	2452.2667
VHA 60*90	Frame	160	1220	1582.9447
VHA 60*80	Frame	110	900	1037.9965
VHA 40*60	Frame	5	40	23.0666
N 10*35	Frame	990	8707	732.232
N 10*40	Frame	130	1170	112.4496
VHA 60*40	Frame	5	40	23.0666
VHA 90*60	Frame	20	160	207.5993
LOSETA 4	Area			622.7979
LOSETA 5	Area			58.6276

Tabla 105: Propiedades de materiales-secciones Edificio 2. Fuente: SAP2000.

7.1.2 Elementos de la estructura

7.1.2.1 Secciones de Área

TABLE: Area Section Properties							
Section	**Material**	**MatAngle**	**AreaType**	**Type**	**DrillDOF**	**Thickness**	**BendThick**
Text	Text	Degrees	Text	Text	Yes/No	m	m
LOSETA 4	C280	0	Shell	Shell-Thin	Yes	0.04	0.04
LOSETA 5	C280	0	Shell	Shell-Thin	Yes	0.05	0.05

Tabla 106: Propiedades secciones de área Edificio 2. (1de4). Fuente: SAP2000.

TABLE: Area Section Properties							
Section	**Arc**	**InComp**	**CoordSys**	**Color**	**TotalWt**	**TotalMass**	**F11Mod**
Text	Degrees	Yes/No	Text	Text	Tonf	Tonf-s2/m	Unitless
LOSETA 4				16640708	622.7979	63.51	1
LOSETA 5				11205589	58.6276	5.98	1

Tabla 107: Propiedades secciones de área Edificio 2. (2de4). Fuente: SAP2000.

TABLE: Area Section Properties							
Section	**F22Mod**	**F12Mod**	**M11Mod**	**M22Mod**	**M12Mod**	**V13Mod**	**V23Mod**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
LOSETA 4	1	1	0.5	0.5	0.5	1	1
LOSETA 5	1	1	0.5	0.5	0.5	1	1

Tabla 108: Propiedades secciones de área Edificio 2. (3de4). Fuente: SAP2000.

TABLE: Area Section Properties			
Section	**MMod**	**WMod**	**GUID**
Text	Unitless	Unitless	Text
LOSETA 4	1	1	
LOSETA 5	1	1	

Tabla 109: Tabla 12: Propiedades secciones de área Edificio 2. (4de4). Fuente: SAP2000.

TABLE: Area Section Property Design Parameters				
Section	**RebarMat**	**RebarOpt**	**CoverTop1**	**CoverTop2**
Text	Text	Text	m	m
LOSETA 4	A615Gr60	One Layer	0.02	0.02
LOSETA 5	A615Gr60	One Layer	0.02	0.02

Tabla 110: Parámetros de diseño para secciones de área Edificio 1. Fuente: SAP2000.

7.1.2.2 Secciones de Pórticos

TABLE: Frame Section Properties 01 - General						
SectionName	**Material**	**Shape**	**t3**	**t2**	**Area**	**TorsConst**
Text	Text	Text	m	m	m2	m4
CHA 0.9*1.8	C280	Rectangular	1.8	0.9	1.62	0.300337
N 10*35	C280	Rectangular	0.35	0.1	0.035	0.000096
N 10*40	C280	Rectangular	0.4	0.1	0.04	0.000112
VHA 30*50	C280	Rectangular	0.5	0.3	0.15	0.002817
VHA 40*60	C280	Rectangular	0.6	0.4	0.24	0.007512
VHA 60*40	C280	Rectangular	0.4	0.6	0.24	0.007512
VHA 60*80	C280	Rectangular	0.8	0.6	0.48	0.031102
VHA 60*90	C280	Rectangular	0.9	0.6	0.54	0.038032
VHA 90*60	C280	Rectangular	0.6	0.9	0.54	0.038032

Tabla 111: Propiedades secciones de pórtico. (1de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 01 - General							
SectionName	**I33**	**I22**	**I23**	**AS2**	**AS3**	**S33**	**S22**
Text	m4	m4	m4	m2	m2	m3	m3
CHA 0.9*1.8	0.4374	0.10935	0	1.35	1.35	0.486	0.243
N 10*35	0.00036	0.000029	0	0.02917	0.02917	0.002042	0.000583
N 10*40	0.00053	0.000033	0	0.03333	0.03333	0.002667	0.000667
VHA 30*50	0.00313	0.001125	0	0.125	0.125	0.0125	0.0075
VHA 40*60	0.0072	0.0032	0	0.2	0.2	0.024	0.016
VHA 60*40	0.0032	0.0072	0	0.2	0.2	0.016	0.024
VHA 60*80	0.0256	0.0144	0	0.4	0.4	0.064	0.048
VHA 60*90	0.03645	0.0162	0	0.45	0.45	0.081	0.054
VHA 90*60	0.0162	0.03645	0	0.45	0.45	0.054	0.081

Tabla 112: Propiedades secciones de pórtico. (2de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 01 - General							
SectionName	**Z33**	**Z22**	**R33**	**R22**	**ConcCol**	**ConcBeam**	**Color**
Text	m3	m3	m	m	Yes/No	Yes/No	Text
CHA 0.9*1.8	0.729	0.3645	0.51962	0.25981	Yes	No	Magenta
N 10*35	0.00306	0.000875	0.10104	0.02887	No	Yes	Cyan
N 10*40	0.004	0.001	0.11547	0.02887	No	Yes	Green
VHA 30*50	0.01875	0.01125	0.14434	0.0866	No	Yes	Yellow
VHA 40*60	0.036	0.024	0.17321	0.11547	No	Yes	Red
VHA 60*40	0.024	0.036	0.11547	0.17321	No	Yes	Green
VHA 60*80	0.096	0.072	0.23094	0.17321	No	Yes	Green
VHA 60*90	0.1215	0.081	0.25981	0.17321	No	Yes	Gray8Dark
VHA 90*60	0.081	0.1215	0.17321	0.25981	No	Yes	Magenta

Tabla 113: Propiedades secciones de pórtico. (3de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 01 - General							
SectionName	**TotalWt**	**TotalMass**	**FromFile**	**AMod**	**A2Mod**	**A3Mod**	**JMod**
Text	Tonf	Tonf-s2/m	Yes/No	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
CHA 0.9*1.8	2452.27	250.06	No	1	1	1	1
N 10*35	732.232	74.67	No	1	1	1	1
N 10*40	112.45	11.47	No	1	1	1	1
VHA 30*50	0	0	No	1	1	1	1
VHA 40*60	23.0666	2.35	No	1	1	1	1
VHA 60*40	23.0666	2.35	No	1	1	1	1
VHA 60*80	1038	105.85	No	1	1	1	1
VHA 60*90	1582.94	161.42	No	1	1	1	1
VHA 90*60	207.599	21.17	No	1	1	1	1

Tabla 114: Propiedades secciones de pórtico Edificio 2. (4de5). Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 01 - General				
SectionName	**I2Mod**	**I3Mod**	**MMod**	**WMod**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
CHA 0.9*1.8	0.8	0.8	1	1
N 10*35	0.8	0.8	1	1
N 10*40	0.8	0.8	1	1
VHA 30*50	0.5	0.5	1	1
VHA 40*60	0.5	0.5	1	1
VHA 60*40	0.5	0.5	1	1
VHA 60*80	0.5	0.5	1	1
VHA 60*90	0.5	0.5	1	1
VHA 90*60	0.5	0.5	1	1

Tabla 115: Propiedades secciones de pórtico (5de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 02 - Concrete Column					
SectionName	**RebarMatL**	**RebarMatC**	**ReinfConfig**	**LatReinf**	**Cover**
Text	Text	Text	Text	Text	m
CHA 0.9*1.8	A615Gr60	A615Gr60	Rectangular	Ties	0.05

Tabla 116: Propiedades de las columnas (1de3) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 02 - Concrete Column					
SectionName	**NumBars3Dir**	**NumBars2Dir**	**BarSizeL**	**BarSizeC**	**SpacingC**
Text	Unitless	Unitless	Text	Text	m
CHA 0.9*1.8	5	8	28d	12d	0.05

Tabla 117: Propiedades de las columnas. (2de3) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 02 - Concrete Column				
SectionName	**NumCBars2**	**NumCBars3**	**ReinfType**	**ReinfType**
Text	Unitless	Unitless	Text	Text
CHA 0.9*1.8	8	5	Design	Design

Tabla 118: Propiedades de las columnas. (3de3) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 03 - Concrete Beam				
SectionName	**RebarMatL**	**RebarMatC**	**TopCover**	**BotCover**
Text	Text	Text	m	m
N 10*35	A615Gr60	A615Gr60	0.05	0.05
N 10*40	A615Gr60	A615Gr60	0.05	0.05
VHA 30*50	A615Gr60	A615Gr60	0.05	0.05
VHA 40*60	A615Gr60	A615Gr60	0.05	0.05
VHA 60*80	A615Gr60	A615Gr60	0.05	0.05
VHA 60*90	A615Gr60	A615Gr60	0.05	0.05
VHA 90*60	A615Gr60	A615Gr60	0.05	0.05

Tabla 119: Propiedades de las vigas. (1de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Frame Section Properties 03 - Concrete Beam				
SectionName	**TopLeftArea**	**TopRghtArea**	**BotLeftArea**	**BotRghtArea**
Text	m2	m2	m2	m2
N 10*35	0	0	0	0
N 10*40	0	0	0	0
VHA 30*50	0	0	0	0
VHA 40*60	0	0	0	0
VHA 60*80	0	0	0	0
VHA 60*90	0	0	0	0
VHA 90*60	0	0	0	0

Tabla 120: Propiedades de las vigas. (2de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

7.1.3 Carga Viva y carga muerta

8. TABLE: Load Pattern Definitions			
LoadPat	**DesignType**	**SelfWtMult**	**AutoLoad**
Text	Text	Unitless	Text
DEAD	Dead	1	
LIVE	Live	0	
QUAKEX	Quake	0	USER COEFF
QUAKEY	Quake	0	USER COEFF

Tabla 121: Consideración del peso propio según estado de carga Edificio 2. Fuente: SAP2000

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments			
Case	**LoadType**	**LoadName**	**LoadSF**
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
LIVE	Load pattern	LIVE	1
QUAKEX	Load pattern	QUAKEX	1
QUAKEY	Load pattern	QUAKEY	1

Tabla 122: Factores de cargas Edificio 2. Fuente: SAP2000

8.1.1 Carga sísmica

TABLE: Case - Response Spectrum 2 - Load Assignments						
Case	**LoadType**	**LoadName**	**CoordSys**	**Function**	**Angle**	**TransAccSF**
Text	Text	Text	Text	Text	Degrees	m/sec2
DINAMICO	Acceleration	U1	GLOBAL	EVD	0	19.58
DINAMICO	Acceleration	U2	GLOBAL	EVD	0	22.15

Tabla 123: Asignación de cargas, espectro de respuesta Edificio 2. Fuente: SAP 2000.

TABLE: Function - Response Spectrum - Ecuador Norma NEC-SE-DS 2015											
Name	**Period**	**Accel**	**FuncDamp**	**Zone**	**Coeff**	**Fa**	**Fd**	**SoilType**	**FS**	**I**	**R**
Text	Sec	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless
EVD	0	0.149	0.05	0.4	2.48	1.2	1.19	D	1.28	1	8
EVD	0.1	0.149									
EVD	0.2	0.149									
EVD	0.3	0.149									
EVD	0.4	0.149									
EVD	0.5	0.149									
EVD	0.6	0.149									
EVD	0.7	0.148									
EVD	0.8	0.121									
EVD	0.9	0.102									
EVD	1	0.087									
EVD	1.2	0.066									
EVD	1.5	0.047									
EVD	1.7	0.039									
EVD	2	0.031									
EVD	2.5	0.022									

EVD	3	0.017
EVD	3.5	0.013
EVD	4	0.011
EVD	5	0.008
EVD	8	0.004
EVD	11	0.002
EVD	15	0.001

Tabla 124: Espectro de diseño Edificio 1. Fuente: SAP2000.

TABLE: Auto Seismic - User Coefficient				
LoadPat	**Dir**	**PercentEcc**	**EccOverride**	**UserZ**
Text	Text	Unitless	Yes/No	Yes/No
QUAKEX	X	0.05	No	No
QUAKEY	Y	0.05	No	No

Tabla 125: Coeficiente auto sísmico (1de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Auto Seismic - User Coefficient				
LoadPat	**C**	**K**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Tonf	Tonf
QUAKEX	0.149	1	9273.7542	1381.7894
QUAKEY	0.149	1	9273.7542	1381.7894

Tabla 126: Coeficiente auto sísmico (2de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	**CaseType**	**StepType**	**GlobalFX**	**GlobalFY**
Text	Text	Text	Tonf	Tonf
DEAD	LinStatic		-1.211E-12	-3.12E-11
LIVE	LinStatic		-2.476E-13	-1.973E-11
QUAKEX	LinStatic		-1381.7894	-1.524E-11
QUAKEY	LinStatic		-5.195E-11	-1381.7894
DINAMICO	LinRespSpec	Max	1133.3663	1198.1403

Tabla 127: Reacciones en la base (1de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	**GlobalFZ**	**GlobalMX**	**GlobalMY**	**GlobalMZ**
Text	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
DEAD	9396.3675	84323.3803	-187927.35	-6.72E-10
LIVE	1393.6	12475.12	-27872	-4.206E-10
QUAKEX	1.721E-10	1.78E-09	-33476.08	12399.3334
QUAKEY	2.489E-10	33476.0803	-4.929E-09	-27635.787
DINAMICO	4.3053	27931.5363	26248.173	25808.3687

Tabla 128: Reacciones en la base (2de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	**CaseType**	**StepType**	**GlobalX**	**GlobalY**	**GlobalZ**
Text	Text	Text	m	m	m
DEAD	LinStatic		0	0	0
LIVE	LinStatic		0	0	0
QUAKEX	LinStatic		0	0	0
QUAKEY	LinStatic		0	0	0
DINAMICO	LinRespSpec	Max	0	0	0

Tabla 129: Reacciones en la base (3de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	**XCentroidFX**	**YCentroidFX**	**ZCentroidFX**	**XCentroidFY**	**YCentroidFY**
Text	m	m	m	m	m
DEAD	0	0	0	0	0
LIVE	0	0	0	0	0
QUAKEX	20	9.16556	0	0	0
QUAKEY	0	0	0	20	8.99667
DINAMICO	0	0	0	0	0

Tabla 130: Reacciones en la base (4de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	**ZCentroidFY**	**XCentroidFZ**	**YCentroidFZ**	**ZCentroidFZ**
Text	m	m	m	m
DEAD	0	20	8.97515	0
LIVE	0	20	8.95677	0
QUAKEX	0	0	0	0
QUAKEY	0	0	0	0
DINAMICO	0	0	0	0

Tabla 131: Reacciones en la base (5de5) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Mass Source						
MassSource	**Elements**	**Masses**	**Loads**	**IsDefault**	**LoadPat**	**Multiplier**
Text	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Text	Unitless
MSSSRC1	No	No	Yes	Yes	DEAD	1

Tabla 132: Mass Source Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
OutputCase	**ItemType**	**Item**	**Static**	**Dynamic**
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.9797	95.6363
MODAL	Acceleration	UY	99.9576	91.9259
MODAL	Acceleration	UZ	30.607	19.2303

Tabla 133: Participación de carga modal Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
OutputCase	**StepType**	**StepNum**	**Period**	**UX**	**UY**	**UZ**
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.14027	0	0.736146	7.413E-07
MODAL	Mode	2	1.11241	0.77782	0	0
MODAL	Mode	3	1.00921	0.0138	6.596E-20	1.97E-18
MODAL	Mode	4	0.35201	0.10005	1.882E-19	8.127E-18
MODAL	Mode	5	0.3269	3.4E-17	0.127729	1.384E-06

MODAL	Mode	6	0.2957	0.00038	1.144E-16	1.198E-15
MODAL	Mode	7	0.19348	0.04089	1.716E-14	3.146E-15
MODAL	Mode	8	0.15472	8.5E-14	0.055377	5.514E-06
MODAL	Mode	9	0.14673	4.7E-05	1.169E-15	3.462E-14
MODAL	Mode	10	0.12535	0.02338	3.227E-13	5.272E-13
MODAL	Mode	11	0.11321	1.5E-14	7.369E-06	0.192292
MODAL	Mode	12	0.10809	7.4E-15	2.775E-07	3.653E-06

Tabla 134: Participación modal de la masa (1de3) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	0	0.73615	7.4E-07	0.19974	1.049E-20	0
MODAL	0.777822	0.73615	7.4E-07	2.9E-20	0.085964	0.012788
MODAL	0.791618	0.73615	7.4E-07	0	0.001394	0.738314
MODAL	0.891667	0.73615	7.4E-07	2.2E-18	0.201634	0.000513
MODAL	0.891667	0.86388	2.1E-06	0.27577	1.427E-17	9.258E-17
MODAL	0.892043	0.86388	2.1E-06	6.4E-17	0.000802	0.116812
MODAL	0.932933	0.86388	2.1E-06	6.5E-15	0.025438	0.000068
MODAL	0.932933	0.91925	7.6E-06	0.06817	5.555E-16	1.588E-14
MODAL	0.93298	0.91925	7.6E-06	1.7E-15	0.000034	0.052517
MODAL	0.956363	0.91925	7.6E-06	4E-12	0.034249	0.000031
MODAL	0.956363	0.91926	0.1923	0.0016	4.813E-16	7.779E-15
MODAL	0.956363	0.91926	0.1923	7.5E-07	1.436E-11	4.955E-14

Tabla 135: Participación modal de la masa (2de3) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	0.199741	1E-20	0
MODAL	0.199741	0.08596	0.01279
MODAL	0.199741	0.08736	0.7511

MODAL	0.199741	0.28899	0.75162
MODAL	0.475507	0.28899	0.75162
MODAL	0.475507	0.28979	0.86843
MODAL	0.475507	0.31523	0.8685
MODAL	0.543677	0.31523	0.8685
MODAL	0.543677	0.31527	0.92101
MODAL	0.543677	0.34951	0.92104
MODAL	0.545272	0.34951	0.92104
MODAL	0.545273	0.34951	0.92104

Tabla 136: Participación modal de la masa (3de3) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Modal Periods And Frequencies

OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	1.14027	0.87698	5.5102526	30.362884
MODAL	Mode	2	1.11241	0.89895	5.648264	31.902886
MODAL	Mode	3	1.00921	0.99088	6.2258656	38.761402
MODAL	Mode	4	0.35201	2.84083	17.849446	318.6027
MODAL	Mode	5	0.3269	3.05905	19.220552	369.42962
MODAL	Mode	6	0.2957	3.3818	21.248463	451.49717
MODAL	Mode	7	0.19348	5.16851	32.474713	1054.607
MODAL	Mode	8	0.15472	6.46328	40.609957	1649.1686
MODAL	Mode	9	0.14673	6.81507	42.820345	1833.582
MODAL	Mode	10	0.12535	7.97752	50.124206	2512.4361
MODAL	Mode	11	0.11321	8.83326	55.500983	3080.3591
MODAL	Mode	12	0.10809	9.25173	58.130342	3379.1367

Tabla 137: Período y Frecuencia modal Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Response Spectrum Modal Information					
OutputCase	**ModalCase**	**StepType**	**StepNum**	**Period**	**DampRatio**
Text	Text	Text	Unitless	Sec	Unitless
DINAMICO	MODAL	Mode	1	0.91386	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	2	0.87276	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	3	0.85337	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	4	0.25239	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	5	0.24328	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	6	0.23936	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	7	0.12102	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	8	0.11666	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	9	0.1149	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	10	0.11058	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	11	0.11057	0.05
DINAMICO	MODAL	Mode	12	0.11045	0.05

Tabla 138: Respuesta del espectro modal (1de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

TABLE: Response Spectrum Modal Information						
OutputCase	**U1Acc**	**U2Acc**	**U3Acc**	**U1Amp**	**U2Amp**	**U3Amp**
Text	m/sec2	m/sec2	m/sec2	m	m	m
DINAMICO	1.52187	1.63242	0	-6E-05	-1.04489	0
DINAMICO	1.63513	1.75391	0	0.95759	-0.00007	0
DINAMICO	1.69333	1.81634	0	-0.0147	-0.000076	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	-2E-06	0.050523	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	0.0428	1.41E-06	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	0.00014	7.543E-06	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	-8E-06	0.007462	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	-7E-05	8.629E-10	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	-0.0063	-7.142E-06	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	1.3E-05	1.495E-08	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	-0.0003	-1.213E-07	0
DINAMICO	2.27366	2.43883	0	-8E-07	-5.029E-07	0

Tabla 139: Respuesta del espectro modal (2de2) Edificio 2. Fuente: SAP2000.

8.1.2 Derivas

TABLE: Joint Displacements				
			QUAKE X	QUAKE Y
Joint	**OutputCase**	**CaseType**	**U1**	**U2**
Text	Text	Text	m	m
483	QX	PISO 10	0.075353	0.0868
479	QX	PISO 9	0.072602	0.080454
475	QX	PISO 8	0.068292	0.072956
471	QX	PISO 7	0.062329	0.064167
467	QX	PISO 6	0.054824	0.054305
463	QX	PISO 5	0.045981	0.043641
459	QX	PISO 4	**0.036**	0.032467
455	QX	PISO 3	0.025428	0.021385
451	QX	PISO 2	0.014646	0.01129
446	QX	PISO 1	0.005023	0.003452
445	QX	PB	0	0

Tabla 140: Desplazamientos por piso Edificio 2. Fuente: SAP2000.

PISO	**ALTURA**	**DESPLAZ. RELATIV. ELASTICO**		**DERIVAS INELASTICAS**	
	ENTREPISO	**U1**	**U2**	**U1**	**U2**
H	**H**				
		sismo x	sismo y	sismo x	sismo y
35	3.5	0.002751	0.006346	0.0047	0.0109
31.5	3.5	0.00431	0.007498	0.0074	0.0129
28	3.5	0.005963	0.008789	0.0102	0.0151
24.5	3.5	0.007505	0.009862	0.0129	0.0169
21	3.5	0.008843	0.010664	0.0152	0.0183
17.5	3.5	0.009914	0.011174	0.0170	0.0192
14	3.5	0.010639	0.011082	0.0182	0.0190

10.5	3.5	0.010782	0.010095	0.0185	0.0173
7	3.5	0.009623	0.007838	0.0165	0.0134
3.5	3.5	0.005023	0.003452	0.0086	0.0059
0	0	0	0		
				sismo x	**sismo y**
			MAX	**0.0185**	**0.0192**
Desplazamientos relativos: Valores Obtenidos del SAP200 del Modelo 2					
Deriva Inelástica: 0.75*R*(desplazamiento relativo/altura de entrepiso)					

Tabla 141: Derivas de piso Edificio 2. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.1.3 Losas

8.1.3.1 Parámetros generales de diseño

Project Design Parameters			
Parameter	**Value**	**Parameter**	**Value**
Concrete		Fy (Main bars)	4.70 T/cm 2
F'c for BEAMS/SLABS	280.00 Kg/cm 2	Fy (Shear reinforcement)	4.70 T/cm 2
F'ci for BEAMS/SLABS	210.00 Kg/cm 2	Minimum Cover at TOP	2.50 cm
For COLUMNS/WALLS	280.00 Kg/cm 2	Minimum Cover at BOTTOM	2.50 cm
Ec for BEAMS/SLABS	253.00 T/cm 2	Post-tensioning	
For COLUMNS/WALLS	253.00 T/cm 2	SYSTEM	UNBONDED
CREEP factor	2	Fpu	18.98 T/cm 2
CONCRETE WEIGHT	NORMAL	Fse	12.30 T/cm 2
UNIT WEIGHT	2400.00 Kg/m 3	Strand area	0.990 cm 2
Tension stress limits / (f'c)1/2		Min CGS from TOP	2.50 cm

At Top	2	Min CGS from BOT for interior spans	2.50 cm
At Bottom	2	Min CGS from BOT for exterior spans	2.50 cm
Compression stress limits / f'c		Min average precompression	8.79 Kg/cm 2
At all locations	0.45	Max spacing / slab depth	8
Tension stress limits (initial) / (f'c)1/2		Analysis and design options	
At Top	0.808	Structural system	ONE-WAY
At Bottom	0.808	Moment of Inertia over support is	NOT INCREASED
Compression stress limits (initial) / f'c		Moments reduced to face of support	YES
At all locations	0.6	Moment Redistribution	NO
Reinforcement		DESIGN CODE SELECTED	American-ACI318 (2014)/IBC 2015

Tabla 142: Parametros de diseño Edificio 2. Fuente: ADAPT'-PTRC

8.1.3.2 Losas vanos continuos 9m

Principal Span Data of Uniform Spans

Span	Form	Length	Width	Depth	TF Width	TF Thick.	BF/MF Width	BF/MF Thick.	Rh	Right Mult.	Left Mult.
		m	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm		
1	2	9.5	10	35	65	4			0	0.5	0.5
2	2	9.5	10	35	65	4			0	0.5	0.5

Tabla 143: Geometría del vano (losa continua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Selected Post-Tensioning and Tendon Drape								
Span	**Force**	**CGS Left**	**CGS C1**	**CGS C2**	**CGS Right**	**P/A**	**Wbal**	**WBal (%DL)**
	T	cm	cm	cm	cm	kg/cm2	T/-	
1	12	-10	---	-32.5	-10	21.05	0.239	64
2	12	-10	---	-32.5	-10	21.05	0.239	64

Tabla 144: Drape del tendón (losa continua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Required Minimum Post-Tensioning Forces						
Type	**Left**	**Center**	**Right**	**Left**	**Center**	**Right**
	T	T	T	T	T	T
1	4.62	7.34	4.7	5.01	5.01	5.01
2	4.7	7.34	4.62	5.01	5.01	5.01

Tabla 145: Fuerza mínima requerida (losa continua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Tendon Heights				
X/L	**X**	**CGS A**	**CGS B**	**CGS C**
	m	mm	mm	mm
	SPAN 1			
0	0	-100	-115.18	-115.18
0.05	0.475	-142.71	-125.67	-125.67
0.1	0.95	-180.97	-157.14	-157.14
0.15	1.425	-214.73	-196.49	-196.49
0.2	1.9	-243.98	-230.58	-230.58
0.25	2.375	-268.74	-259.43	-259.43
0.3	2.85	-288.99	-283.04	-283.04
0.35	3.325	-304.75	-301.4	-301.4
0.4	3.8	-316	-314.51	-314.51
0.45	4.275	-322.75	-322.38	-322.38
0.5	4.75	-325	-325	-325
0.55	5.225	-322.75	-321.25	-321.25

0.6	5.7	-316	-310	-310
0.65	6.175	-304.75	-291.25	-291.25
0.7	6.65	-289	-265	-265
0.75	7.125	-268.75	-231.25	-231.25
0.8	7.6	-244	-190	-190
0.85	8.075	-214.75	-141.25	-141.25
0.9	8.55	-181	-85	-85
0.95	9.025	-142.75	-40	-40
1	9.5	-100	-25	-25

Tabla 146: Diseño del cable (losa continua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Detailed Stresses								
X/L	**X**	**SW Top**	**SW Bot**	**SDL Top**	**SDL Bot**	**XL Top**	**XL Bot**	**LL Top Max-T**
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0							
0.05	0.47	12.3	-25.1	21.3	-43.4	0	0	11.7
0.1	0.95	7.9	-16.1	13.7	-27.9	0	0	7.5
0.15	1.43	4	-8.1	6.9	-14.1	0	0	3.8
0.2	1.9	0.6	-1.3	1.1	-2.2	0	0	0.6
0.25	2.38	-2.2	4.5	-3.9	7.9	0	0	0
0.3	2.85	-4.6	9.3	-7.9	16.1	0	0	0
0.35	3.33	-6.4	13	-11	22.5	0	0	0
0.4	3.8	-7.7	15.6	-13.3	27.1	0	0	0
0.45	4.28	-8.4	17.2	-14.6	29.8	0	0	0
0.5	4.75	-8.7	17.7	-15.1	30.7	0	0	0
0.55	5.23	-8.4	17.2	-14.6	29.8	0	0	0
0.6	5.7	-7.6	15.6	-13.2	27	0	0	0
0.65	6.18	-6.3	12.9	-11	22.4	0	0	0
0.7	6.65	-4.5	9.2	-7.8	15.9	0	0	0
0.75	7.13	-2.2	4.4	-3.8	7.7	0	0	0

0.8	7.6	0.7	-1.4	1.2	-2.5	0	0	0.7	
0.85	8.08	4.1	-8.3	7.1	-14.4	0	0	3.9	
0.9	8.55	8	-16.3	13.8	-28.2	0	0	7.6	
0.95	9.03	12.4	-25.3	21.5	-43.8	0	0	11.8	
1	9.5								

Tabla 147: Esfuerzos (losa continua 9m) (1de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Detailed Stresses									
X/L	**X**	**LL Top Max-C**	**LL Bot Max-T**	**LL Bot Max-C**	**PT Top**	**PT Bot**	**Initial Top Max-T**	**Initial Top Max-C**	**Initial Bot Max-T**
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0								
0.05	0.47	0	0.1	-23.9	-42.6	22.8	-----	-36.7	1.2
0.1	0.95	0	0.1	-15.3	-34.8	7.1	-----	-32.2	-----
0.15	1.43	0	0	-7.8	-28	-6.8	-----	-28.3	-----
0.2	1.9	0	0	-1.2	-22.2	-18.8	-----	-24.9	-----
0.25	2.38	-2.1	4.3	0	-17.2	-29	-----	-22	-----
0.3	2.85	-4.3	8.8	0	-13.1	-37.3	-----	-19.6	-----
0.35	3.33	-6.1	12.3	0	-9.9	-43.7	-----	-17.8	-----
0.4	3.8	-7.3	14.9	0	-7.7	-48.3	-----	-16.5	-----
0.45	4.28	-8	16.4	0	-6.3	-51.1	-----	-15.7	-----
0.5	4.75	-8.3	16.9	0	-5.9	-52	-----	-15.4	-----
0.55	5.23	-8	16.4	-0.1	-6.3	-51.1	-----	-15.7	-----
0.6	5.7	-7.3	14.9	-0.1	-7.7	-48.3	-----	-16.5	-----
0.65	6.18	-6.1	12.3	-0.1	-10	-43.6	-----	-17.8	-----
0.7	6.65	-4.3	8.8	-0.1	-13.2	-37.1	-----	-19.7	-----
0.75	7.13	-2.1	4.3	-0.1	-17.3	-28.8	-----	-22	-----
0.8	7.6	0.1	-0.1	-1.4	-22.3	-18.6	-----	-24.9	-----
0.85	8.08	0.1	-0.1	-7.9	-28.2	-6.5	-----	-28.3	-----

0.9	8.55	0.1	-0.1	-15.5	-35.1	7.6	-----	-32.4	-----
0.95	9.03	0.1	-0.1	-24	-42.7	23.1	-----	-36.7	1.3
1	9.5								

Tabla 148: Esfuerzos (losa continua 9m) (2de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Detailed Stresses										
X/L	**X**	**Initial Bot Max-C**	**Env-1 Top Max-T**	**Env-1 Top Max-C**	**Env-1 Bot Max-T**	**Env-1 Bot Max-C**	**Env-2 Top Max-T**	**Env-2 Top Max-C**	**Env-2 Bot Max-T**	**Env-2 Bot Max-C**
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0									
0.05	0.47	-----	-----	-9	-----	-52.9	2.8	-9	-----	-69.6
0.1	0.95	-7.9	-----	-13.3	-----	-41.5	-----	-13.3	-----	-52.2
0.15	1.43	-16	-----	-17.1	-----	-31.4	-----	-17.1	-----	-36.8
0.2	1.9	-22.9	-----	-20.5	-----	-22.7	-----	-20.5	-----	-23.5
0.25	2.38	-28.8	-----	-23.9	-----	-16.6	-----	-25.4	-----	-16.5
0.3	2.85	-33.6	-----	-26.8	-----	-11.9	-----	-29.9	-----	-11.9
0.35	3.33	-37.3	-----	-29.2	-----	-8.2	-----	-33.4	4.1	-8.2
0.4	3.8	-40	-----	-30.8	-----	-5.7	-----	-35.9	9.2	-5.7
0.45	4.28	-41.6	-----	-31.8	0.8	-4.1	-----	-37.4	12.3	-4.1
0.5	4.75	-42.1	-----	-32.1	1.4	-3.6	-----	-37.9	13.2	-3.7
0.55	5.23	-41.6	-----	-31.8	0.8	-4.2	-----	-37.4	12.2	-4.2
0.6	5.7	-40	-----	-30.7	-----	-5.8	-----	-35.8	9.1	-5.8
0.65	6.18	-37.2	-----	-29.1	-----	-8.3	-----	-33.4	4	-8.4
0.7	6.65	-33.5	-----	-26.8	-----	-12	-----	-29.8	-----	-12.1
0.75	7.13	-28.7	-----	-23.8	-----	-16.8	-----	-25.3	-----	-16.8
0.8	7.6	-22.8	-----	-20.3	-----	-22.9	-----	-20.3	-----	-23.9
0.85	8.08	-15.8	-----	-17	-----	-31.6	-----	-17	-----	-37.1
0.9	8.55	-7.6	-----	-13.2	-----	-41.6	-----	-13.2	-----	-52.4
0.95	9.03	-----	-----	-8.8	-----	-53.2	3	-8.8	-----	-70

1	9.5

Tabla 149: Esfuerzos (losa continua 9m) (3de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

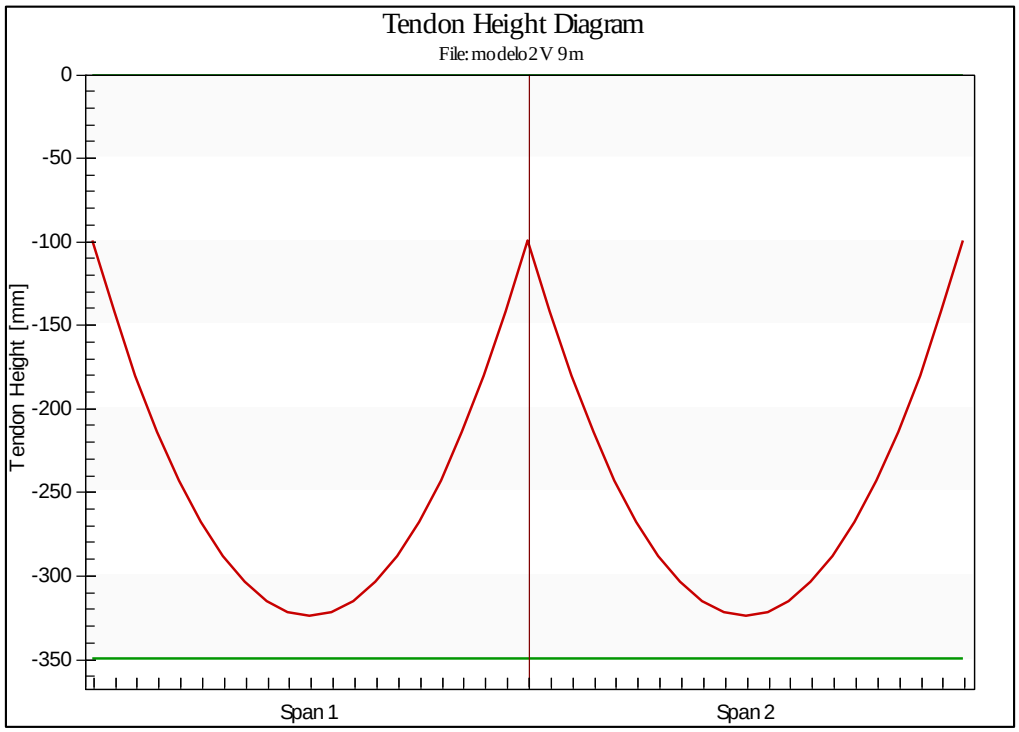


Figura 73: Perfil del tendón (losa continua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC.
Elaborado por: Sara Ponguillo.

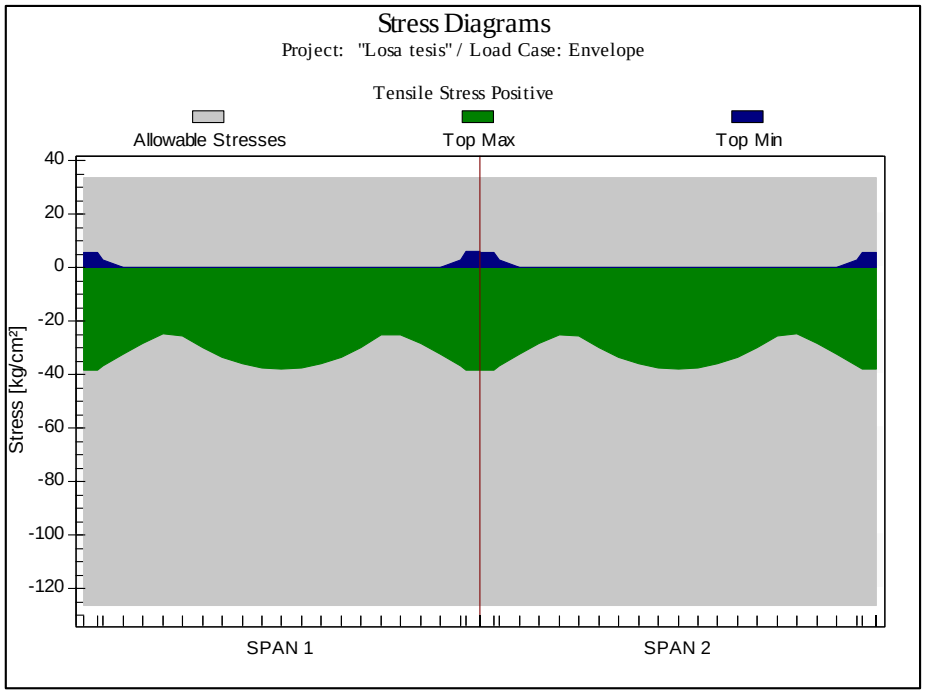


Figura 74: Diagrama de esfuerzos iniciales (losa continua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

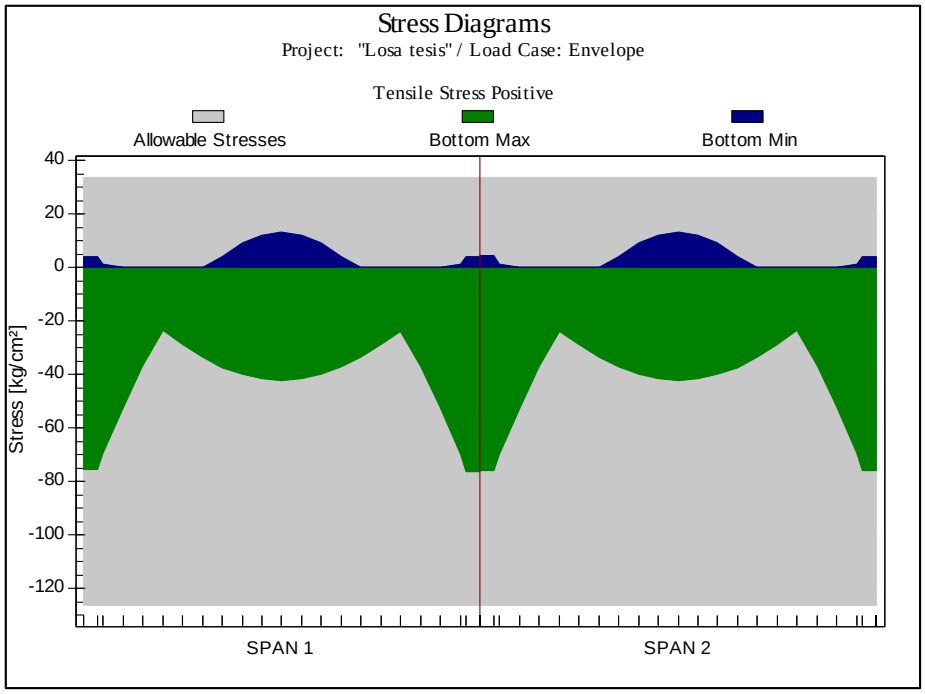


Figura 75: Diagrama de esfuerzos finales (losa continua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

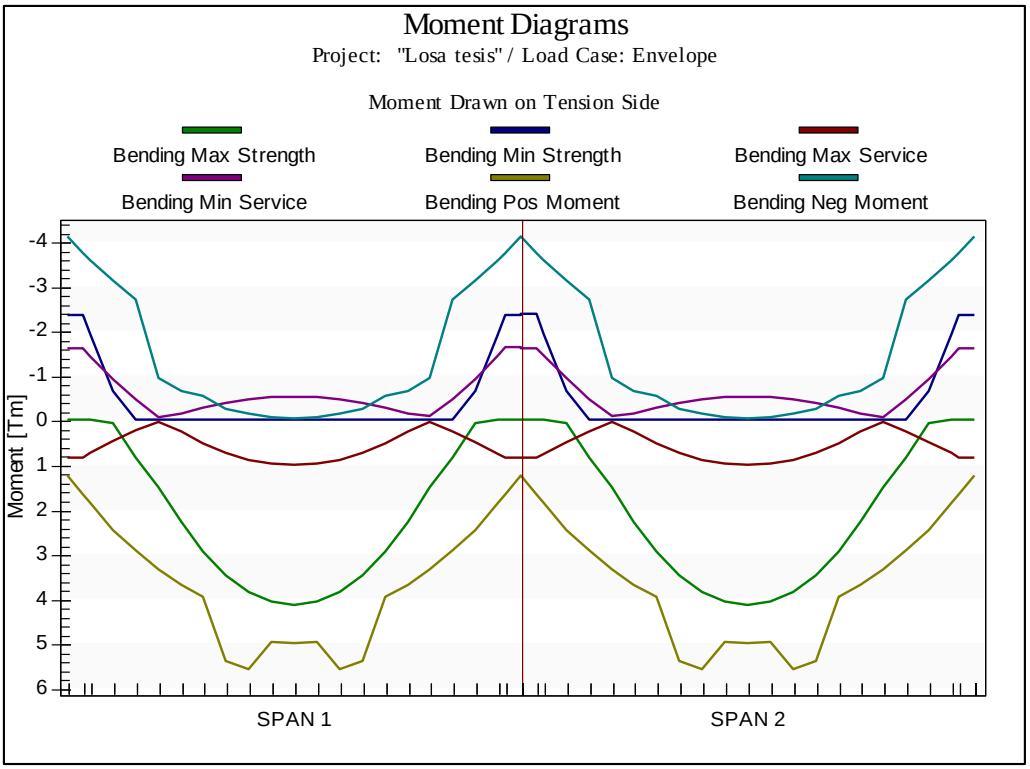


Figura 76: Diagrama de momentos (losa continua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.1.3.3 Losa vano discontinuo 9m

Principal Span Data of Uniform Spans											
Span	**Form**	**Length**	**Width**	**Depth**	**TF Width**	**TF Thick.**	**BF/MF Width**	**BF/MF Thick.**	**Rh**	**Right Mult.**	**Left Mult.**
		m	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm		
1	2	9.8	10	40	42.5	5			0	0.5	0.5

Tabla 150: Geometría del vano (losa discontinua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Selected Post-Tensioning and Tendon Drape								
Span	**Force**	**CGS Left**	**CGS C1**	**CGS C2**	**CGS Right**	**P/A**	**Wbal**	**WBal (%DL)**
	T	cm	cm	cm	cm	kg/cm2	T/-	
1	12	-15	---	-37.5	-15	21.33	0.225	78

Tabla 151: Drape del tendón (losa discontinua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Required Minimum Post-Tensioning Forces						
Type	**Left**	**Center**	**Right**	**Left**	**Center**	**Right**
	T	T	T	T	T	T
1	0	11.48	0	4.87	4.87	4.87

Tabla 152: Fuerza mínima requerida (losa discontinua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Tendon Heights				
X/L	**X**	**CGS A**	**CGS B**	**CGS C**
	m	mm	mm	mm
	SPAN 1			
0	0	-150	-149.44	-149.44
0.05	0.49	-192.71	-149.44	-149.44
0.1	0.98	-230.97	-149.44	-149.44
0.15	1.47	-264.73	-149.44	-149.44
0.2	1.96	-293.98	-149.44	-149.44
0.25	2.45	-318.74	-149.44	-149.44
0.3	2.94	-338.99	-149.44	-149.44
0.35	3.43	-354.75	-149.44	-149.44
0.4	3.92	-366	-149.44	-149.44
0.45	4.41	-372.75	-149.44	-149.44
0.5	4.9	-375	-149.44	-149.44
0.55	5.39	-372.75	-149.44	-149.44
0.6	5.88	-366	-149.44	-149.44
0.65	6.37	-354.75	-149.44	-149.44
0.7	6.86	-339	-149.44	-149.44
0.75	7.35	-318.75	-149.44	-149.44
0.8	7.84	-294	-149.44	-149.44
0.85	8.33	-264.75	-149.44	-149.44
0.9	8.82	-231	-149.44	-149.44
0.95	9.31	-192.75	-149.44	-149.44
1	9.8	-150	-149.44	-149.44

Tabla 153: Diseño del cable (losa discontinua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Detailed Stresses									
X/L	X	SW Top	SW Bot	SDL Top	SDL Bot	XL Top	XL Bot	LL Top Max-T	LL Top Max-C
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.05	0.49	-5.2	8.7	-5.9	10	0	0	0	-3.3
0.1	0.98	-9.8	16.4	-11.2	18.9	0	0	0	-6.2
0.15	1.47	-13.9	23.3	-15.9	26.7	0	0	0	-8.7
0.2	1.96	-17.4	29.2	-20	33.5	0	0	0	-11
0.25	2.45	-20.4	34.2	-23.4	39.3	0	0	0	-12.8
0.3	2.94	-22.8	38.3	-26.2	44	0	0	0	-14.4
0.35	3.43	-24.7	41.5	-28.4	47.7	0	0	0	-15.6
0.4	3.92	-26.1	43.8	-30	50.3	0	0	0	-16.4
0.45	4.41	-26.9	45.1	-30.9	51.9	0	0	0	-17
0.5	4.9	-27.2	45.6	-31.2	52.4	0	0	0	-17.1
0.55	5.39	-26.9	45.1	-30.9	51.9	0	0	0	-17
0.6	5.88	-26.1	43.8	-30	50.3	0	0	0	-16.4
0.65	6.37	-24.7	41.5	-28.4	47.7	0	0	0	-15.6
0.7	6.86	-22.8	38.3	-26.2	44	0	0	0	-14.4
0.75	7.35	-20.4	34.2	-23.4	39.3	0	0	0	-12.8
0.8	7.84	-17.4	29.2	-20	33.5	0	0	0	-11
0.85	8.33	-13.9	23.3	-15.9	26.7	0	0	0	-8.7
0.9	8.82	-9.8	16.4	-11.2	18.9	0	0	0	-6.2
0.95	9.31	-5.2	8.7	-5.9	10	0	0	0	-3.3
1	9.8	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 154: Esfuerzos (losa discontinua 9m) (1de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Detailed Stresses									
X/L	X	LL Bot Max-T	LL Bot Max-C	PT Top	PT Bot	Initial Top Max-T	Initial Top Max-C	Initial Bot Max-T	Initial Bot Max-C
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0	0	0	-21.2	-21.5	-----	-24.4	-----	-24.7
0.05	0.49	5.5	0	-12.6	-35.9	-----	-19.7	-----	-32.7
0.1	0.98	10.3	0	-4.9	-48.9	-----	-15.4	-----	-39.8
0.15	1.47	14.6	0	1.9	-60.3	-----	-11.7	-----	-46
0.2	1.96	18.4	0	7.8	-70.1	-----	-8.5	-----	-51.5
0.25	2.45	21.5	0	12.8	-78.5	-----	-5.7	-----	-56.1
0.3	2.94	24.1	0	16.8	-85.3	-----	-3.5	-----	-59.8
0.35	3.43	26.1	0	20	-90.6	-----	-1.7	-----	-62.8
0.4	3.92	27.6	0	22.3	-94.4	-----	-0.5	-----	-64.8
0.45	4.41	28.4	0	23.6	-96.7	0.2	-----	-----	-66.1
0.5	4.9	28.7	0	24.1	-97.5	0.5	-----	-----	-66.5
0.55	5.39	28.4	0	23.6	-96.7	0.3	-----	-----	-66.1
0.6	5.88	27.6	0	22.3	-94.4	-----	-0.5	-----	-64.8
0.65	6.37	26.1	0	20	-90.6	-----	-1.7	-----	-62.7
0.7	6.86	24.1	0	16.8	-85.3	-----	-3.5	-----	-59.8
0.75	7.35	21.5	0	12.7	-78.5	-----	-5.7	-----	-56
0.8	7.84	18.4	0	7.8	-70.1	-----	-8.5	-----	-51.4
0.85	8.33	14.6	0	1.9	-60.3	-----	-11.7	-----	-46.1
0.9	8.82	10.3	0	-4.8	-49	-----	-15.3	-----	-40
0.95	9.31	5.5	0	-12.6	-36	-----	-19.7	-----	-32.7
1	9.8	0	0	-21.1	-21.7	-----	-24.3	-----	-24.9

Tabla 155: Esfuerzos (losa discontinua 9m) (2de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Detailed Stresses									
X/L	X	Env-1 Top Max-T	Env-1 Top Max-C	Env-1 Bot Max-T	Env-1 Bot Max-C	Env-2 Top Max-T	Env-2 Top Max-C	Env-2 Bot Max-T	Env-2 Bot Max-C
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0	-----	-21.2	-----	-21.5	-----	-21.2	-----	-21.5
0.05	0.49	-----	-24.7	-----	-17.3	-----	-27	-----	-17.3
0.1	0.98	-----	-27.8	-----	-13.6	-----	-32.1	-----	-13.6
0.15	1.47	-----	-30.5	-----	-10.3	-----	-36.7	4.4	-10.3
0.2	1.96	-----	-32.9	-----	-7.4	-----	-40.6	11	-7.4
0.25	2.45	-----	-34.9	1.5	-5	-----	-43.9	16.5	-5
0.3	2.94	-----	-36.6	4.2	-3	-----	-46.6	21.1	-3
0.35	3.43	-----	-37.8	6.4	-1.5	-----	-48.8	24.6	-1.5
0.4	3.92	-----	-38.8	7.9	-0.4	-----	-50.3	27.2	-0.4
0.45	4.41	-----	-39.3	8.8	-----	-----	-51.2	28.7	-----
0.5	4.9	-----	-39.5	9.1	-----	-----	-51.5	29.2	-----
0.55	5.39	-----	-39.3	8.8	-----	-----	-51.2	28.7	-----
0.6	5.88	-----	-38.8	7.9	-0.4	-----	-50.3	27.2	-0.4
0.65	6.37	-----	-37.9	6.4	-1.5	-----	-48.8	24.6	-1.5
0.7	6.86	-----	-36.6	4.2	-3	-----	-46.6	21.1	-3
0.75	7.35	-----	-34.9	1.5	-5	-----	-43.9	16.5	-5
0.8	7.84	-----	-32.9	-----	-7.4	-----	-40.6	11	-7.4
0.85	8.33	-----	-30.5	-----	-10.3	-----	-36.6	4.3	-10.3
0.9	8.82	-----	-27.7	-----	-13.7	-----	-32	-----	-13.7
0.95	9.31	-----	-24.7	-----	-17.4	-----	-27	-----	-17.4
1	9.8	-----	-21.1	-----	-21.7	-----	-21.1	-----	-21.7

Tabla 156: Esfuerzos (losa discontinua 9m) (3de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

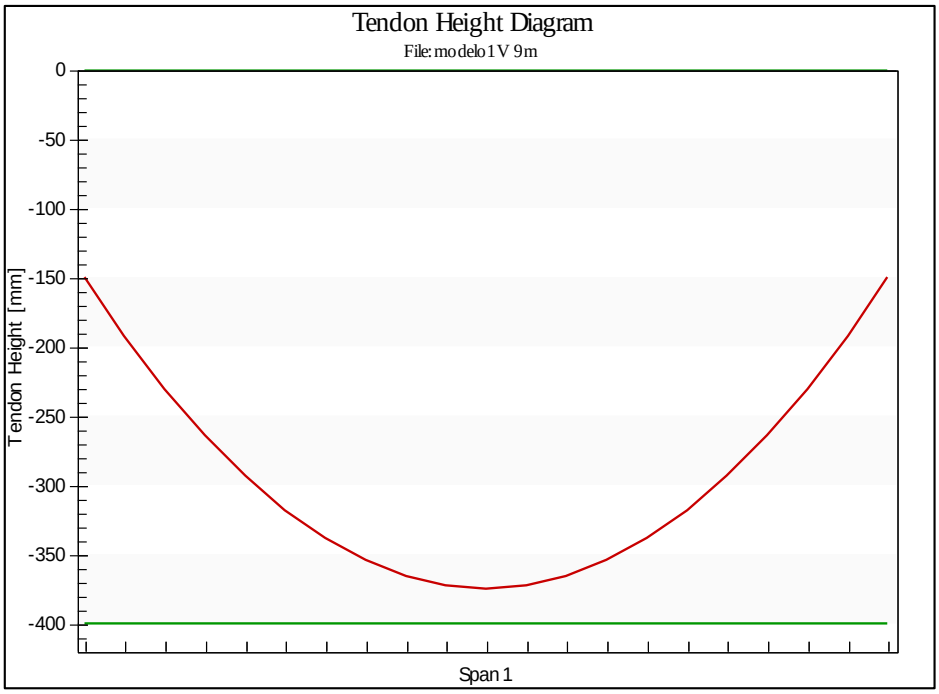


Figura 77: Perfil del tendón (losa discontinua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

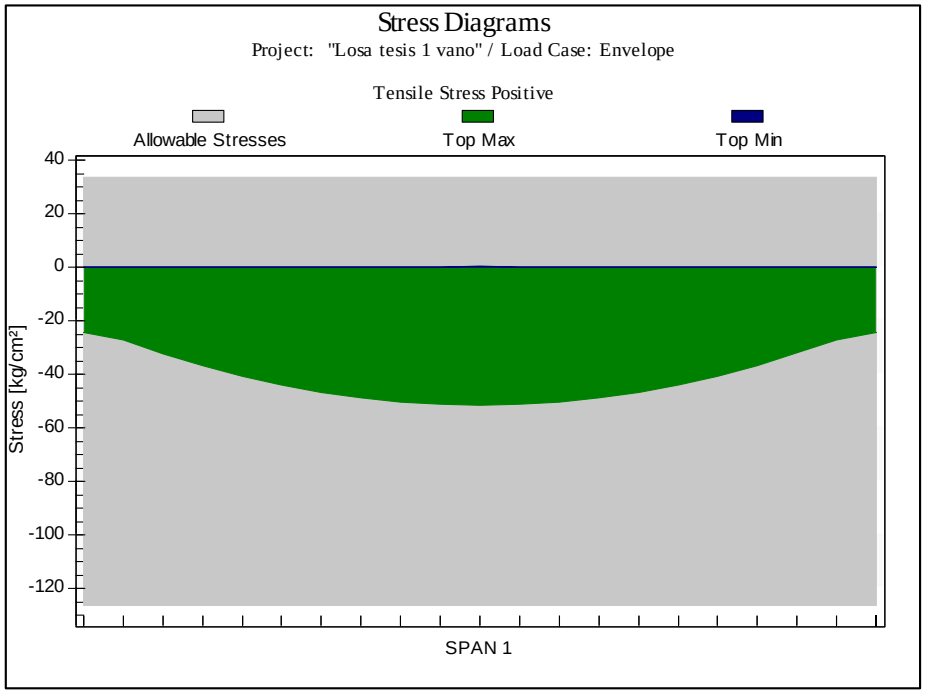


Figura 78: Diagrama de esfuerzos iniciales (losa discontinua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

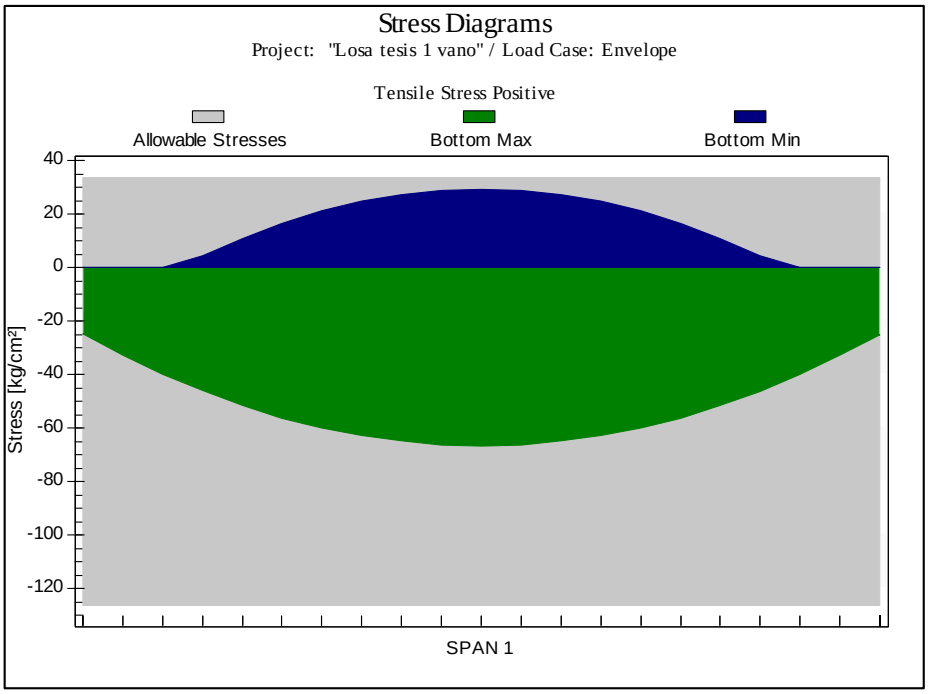


Figura 79: Diagrama de esfuerzos finales (losa discontinua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

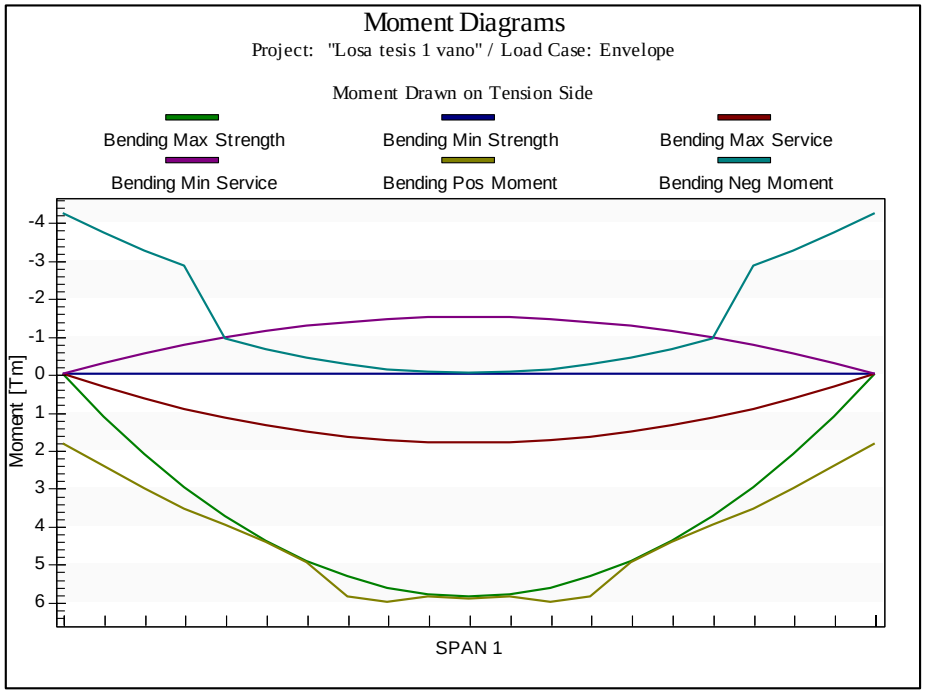


Figura 80: Diagrama de momentos (losa discontinua 9m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.1.3.4 Losa vano discontinuo 6.1m

Principal Span Data of Uniform Spans											
Span	**Form**	**Length**	**Width**	**Depth**	**TF Width**	**TF Thick.**	**BF/MF Width**	**BF/MF Thick.**	**Rh**	**Right Mult.**	**Left Mult.**
		m	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm		
1	2	6.9	10	35	95	5			0	0.5	0.5

Tabla 157: Geometría del vano (losa discontinua 6.1m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC.
Fuente: ADAPT-PTRC

Selected Post-Tensioning and Tendon Drape								
Span	**Force**	**CGS Left**	**CGS C1**	**CGS C2**	**CGS Right**	**P/A**	**Wbal**	**WBal (%DL)**
	T	cm	cm	cm	cm	kg/cm2	T/-	
1	12	-10	---	-32.5	-10	15.48	0.454	85

Tabla 158: Drape del tendón (losa discontinua 6.1m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Required Minimum Post-Tensioning Forces						
Type	Left	Center	Right	Left	Center	Right
	T	T	T	T	T	T
1	0	11.99	0	6.71	6.71	6.71

Tabla 159: Fuerza mínima requerida (losa discontinua 6.1m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Tendon Heights				
X/L	**X**	**CGS A**	**CGS B**	**CGS C**
	m	mm	mm	mm
	SPAN 1			
0	0	-100	-92.74	-92.74
0.05	0.345	-142.71	-92.74	-92.74
0.1	0.69	-180.97	-92.74	-92.74
0.15	1.035	-214.73	-92.74	-92.74

0.2	1.38	-243.98	-92.74	-92.74
0.25	1.725	-268.74	-92.74	-92.74
0.3	2.07	-288.99	-92.74	-92.74
0.35	2.415	-304.75	-92.74	-92.74
0.4	2.76	-316	-92.74	-92.74
0.45	3.105	-322.75	-92.74	-92.74
0.5	3.45	-325	-92.74	-92.74
0.55	3.795	-322.75	-92.74	-92.74
0.6	4.14	-316	-92.74	-92.74
0.65	4.485	-304.75	-92.74	-92.74
0.7	4.83	-289	-92.74	-92.74
0.75	5.175	-268.75	-92.74	-92.74
0.8	5.52	-244	-92.74	-92.74
0.85	5.865	-214.75	-92.74	-92.74
0.9	6.21	-181	-92.74	-92.74
0.95	6.555	-142.75	-92.74	-92.74
1	6.9	-100	-92.74	-92.74

Tabla 160: Diseño del cable (losa discontinua 6.1m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Detailed Stresses									
X/L	**X**	**SW Top**	**SW Bot**	**SDL Top**	**SDL Bot**	**XL Top**	**XL Bot**	**LL Top Max-T**	**LL Top Max-C**
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.05	0.34	-2.4	6.8	-4.6	12.6	0	0	0	-2.5
0.1	0.69	-4.6	12.8	-8.6	24	0	0	0	-4.7
0.15	1.04	-6.6	18.2	-12.2	33.9	0	0	0	-6.7
0.2	1.38	-8.2	22.8	-15.4	42.6	0	0	0	-8.4
0.25	1.73	-9.6	26.8	-18	49.9	0	0	0	-9.9

0.3	2.07	-10.8	30	-20.1	55.9	0	0	0	-11
0.35	2.42	-11.7	32.5	-21.8	60.5	0	0	0	-12
0.4	2.76	-12.4	34.3	-23	63.9	0	0	0	-12.6
0.45	3.11	-12.7	35.3	-23.7	65.9	0	0	0	-13
0.5	3.45	-12.9	35.7	-24	66.5	0	0	0	-13.1
0.55	3.8	-12.7	35.3	-23.7	65.9	0	0	0	-13
0.6	4.14	-12.4	34.3	-23	63.9	0	0	0	-12.6
0.65	4.49	-11.7	32.5	-21.8	60.5	0	0	0	-12
0.7	4.83	-10.8	30	-20.1	55.9	0	0	0	-11
0.75	5.18	-9.6	26.8	-18	49.9	0	0	0	-9.9
0.8	5.52	-8.2	22.8	-15.4	42.6	0	0	0	-8.4
0.85	5.87	-6.6	18.2	-12.2	33.9	0	0	0	-6.7
0.9	6.21	-4.6	12.8	-8.6	24	0	0	0	-4.7
0.95	6.56	-2.4	6.8	-4.6	12.6	0	0	0	-2.5
1	6.9	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 161: Esfuerzos (losa discontinua 6.1m) (1de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC

Detailed Stresses									
X/L	**X**	**LL Bot Max-T**	**LL Bot Max-C**	**PT Top**	**PT Bot**	**Env-2 Top Max-T**	**Env-2 Top Max-C**	**Env-2 Bot Max-T**	**Env-2 Bot Max-C**
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0	0	0	-14.5	-18.3	-----	-14.5	-----	-18.3
0.05	0.34	6.9	0	-8.5	-34.8	-----	-18	-----	-15.4
0.1	0.69	13.1	0	-3.2	-49.6	-----	-21.2	0.3	-12.8
0.15	1.04	18.6	0	1.5	-62.7	-----	-24	8	-10.5
0.2	1.38	23.3	0	5.6	-74	-----	-26.4	14.8	-8.6
0.25	1.73	27.3	0	9.1	-83.6	-----	-28.4	20.4	-6.9
0.3	2.07	30.6	0	11.9	-91.4	-----	-30.1	25.1	-5.5
0.35	2.42	33.2	0	14.1	-97.5	-----	-31.4	28.7	-4.5

0.4	2.76	35	0	15.6	-101.8	-----	-32.3	31.3	-3.7
0.45	3.11	36.1	0	16.6	-104.5	-----	-32.9	32.8	-3.3
0.5	3.45	36.5	0	16.9	-105.3	-----	-33.1	33.4	-3.1
0.55	3.8	36.1	0	16.6	-104.4	-----	-32.9	32.8	-3.3
0.6	4.14	35	0	15.6	-101.8	-----	-32.3	31.3	-3.7
0.65	4.49	33.2	0	14.1	-97.5	-----	-31.4	28.7	-4.5
0.7	4.83	30.6	0	11.9	-91.4	-----	-30.1	25.1	-5.5
0.75	5.18	27.3	0	9	-83.5	-----	-28.4	20.5	-6.9
0.8	5.52	23.3	0	5.6	-74	-----	-26.4	14.8	-8.5
0.85	5.87	18.6	0	1.5	-62.6	-----	-24	8.1	-10.5
0.9	6.21	13.1	0	-3.2	-49.6	-----	-21.2	0.3	-12.8
0.95	6.56	6.9	0	-8.5	-34.8	-----	-18	-----	-15.4
1	6.9	0	0	-14.5	-18.2	-----	-14.5	-----	-18.2

Tabla 162: Esfuerzos (losa discontinua 6.1m) (2de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC.

Detailed Stresses									
X/L	**X**	**Initial Top Max-T**	**Initial Top Max-C**	**Initial Bot Max-T**	**Initial Bot Max-C**	**Env-1 Top Max-T**	**Env-1 Top Max-C**	**Env-1 Bot Max-T**	**Env-1 Bot Max-C**
	m	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0	-----	-16.6	-----	-21	-----	-14.5	-----	-18.3
0.05	0.34	-----	-12.2	-----	-33.3	-----	-16.3	-----	-15.4
0.1	0.69	-----	-8.3	-----	-44.2	-----	-17.9	-----	-12.8
0.15	1.04	-----	-4.8	-----	-53.9	-----	-19.3	-----	-10.5
0.2	1.38	-----	-1.8	-----	-62.2	-----	-20.5	-----	-8.6
0.25	1.73	0.8	-----	-----	-69.3	-----	-21.5	1.3	-6.9
0.3	2.07	2.9	-----	-----	-75.1	-----	-22.4	3.6	-5.5
0.35	2.42	4.5	-----	-----	-79.6	-----	-23	5.5	-4.5
0.4	2.76	5.6	-----	-----	-82.9	-----	-23.5	6.8	-3.7
0.45	3.11	6.3	-----	-----	-84.8	-----	-23.8	7.6	-3.3

0.5	3.45	6.6	-----	-----	-85.4	-----	-23.9	7.8	-3.1
0.55	3.8	6.3	-----	-----	-84.8	-----	-23.8	7.6	-3.3
0.6	4.14	5.6	-----	-----	-82.8	-----	-23.5	6.8	-3.7
0.65	4.49	4.5	-----	-----	-79.6	-----	-23	5.5	-4.5
0.7	4.83	2.8	-----	-----	-75.1	-----	-22.4	3.7	-5.5
0.75	5.18	0.8	-----	-----	-69.3	-----	-21.5	1.3	-6.9
0.8	5.52	-----	-1.8	-----	-62.2	-----	-20.5	-----	-8.5
0.85	5.87	-----	-4.8	-----	-53.8	-----	-19.3	-----	-10.5
0.9	6.21	-----	-8.3	-----	-44.2	-----	-17.9	-----	-12.8
0.95	6.56	-----	-12.3	-----	-33.2	-----	-16.3	-----	-15.4
1	6.9	-----	-16.7	-----	-21	-----	-14.5	-----	-18.2

Tabla 163: Esfuerzos (losa discontinua 6.1m) (3de3) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC.

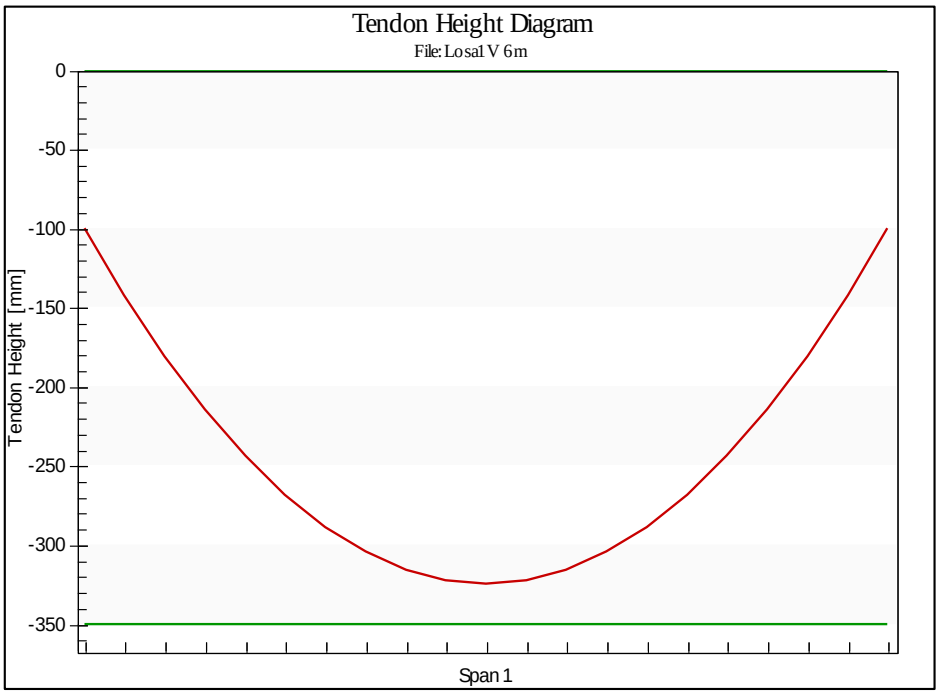


Figura 81: Perfil del tendón (losa discontinua 6.1m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC.
Elaborado por: Sara Ponguillo.

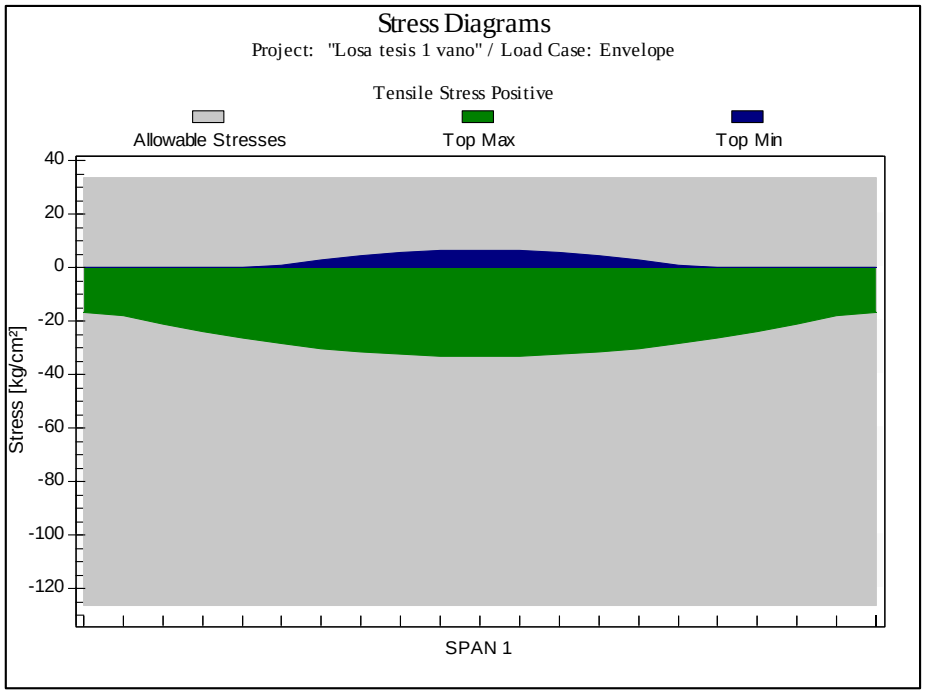


Figura 82: Diagrama de esfuerzos iniciales (losa discontinua 6.1m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

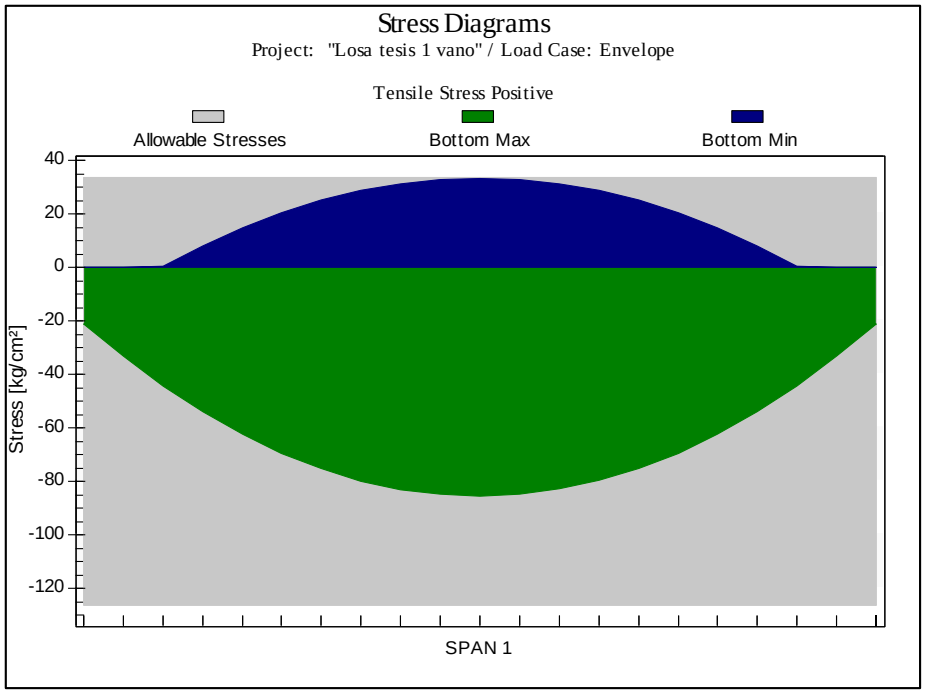


Figura 83: Diagrama de esfuerzos finales (losa discontinua 6.1m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

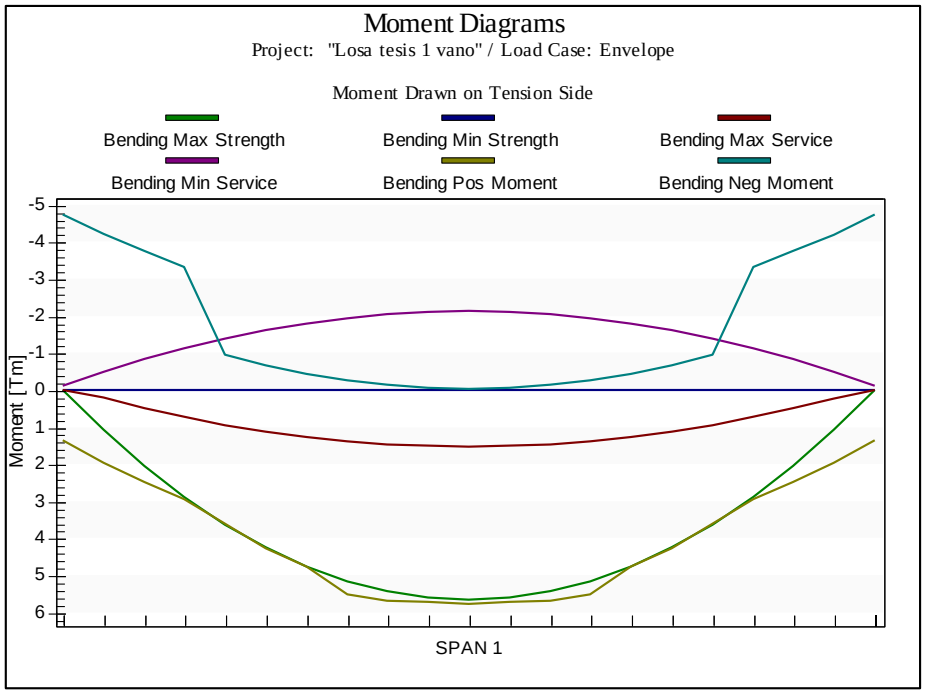


Figura 84: Diagrama de momentos (losa discontinua 6.1m) Edificio 2. Fuente: ADAPT-PTRC. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.2 Gráficos de resultados del análisis y diseño en SAP2000

8.2.1 Modelo 3D

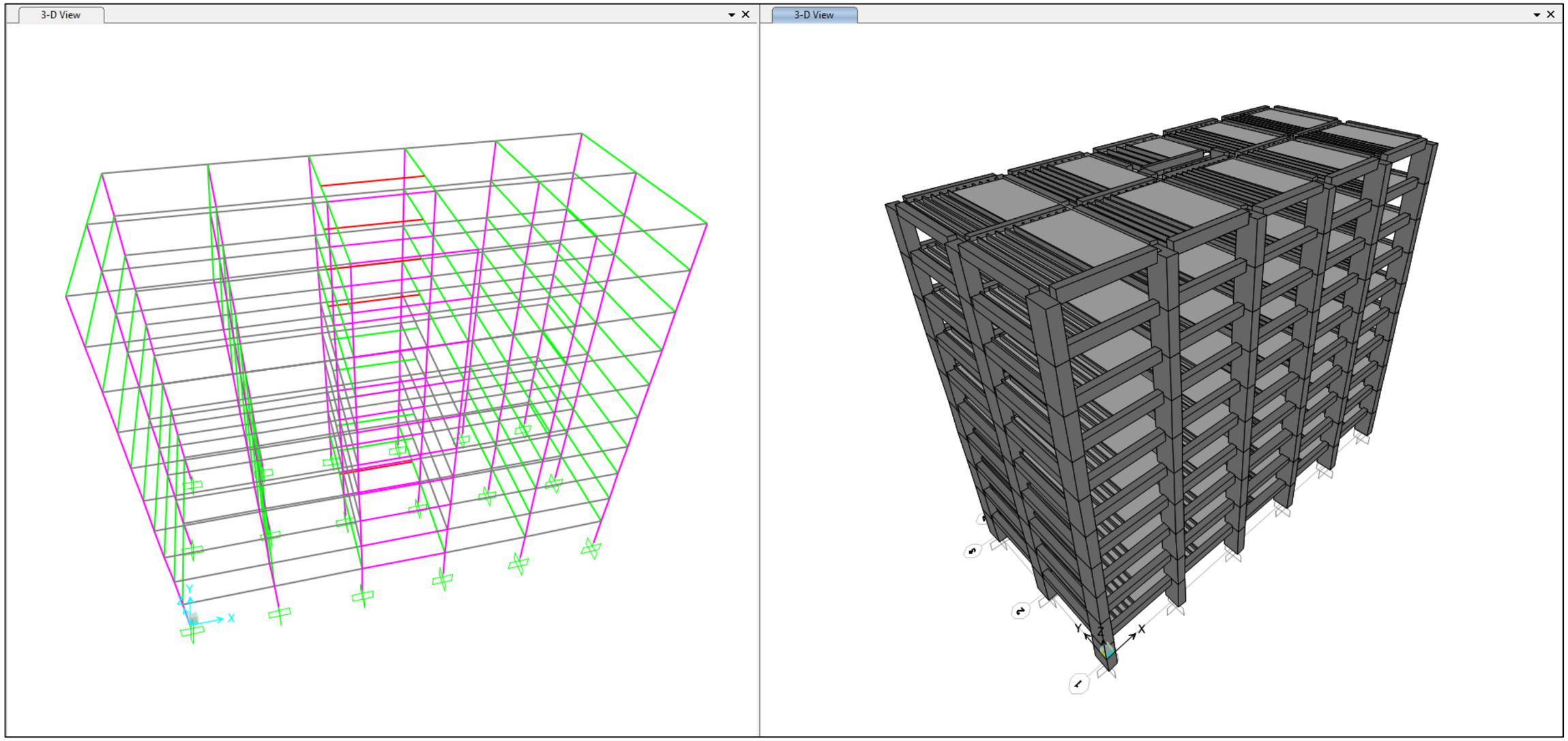


Figura 85: Modelo 3D Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.2.2 Columnas

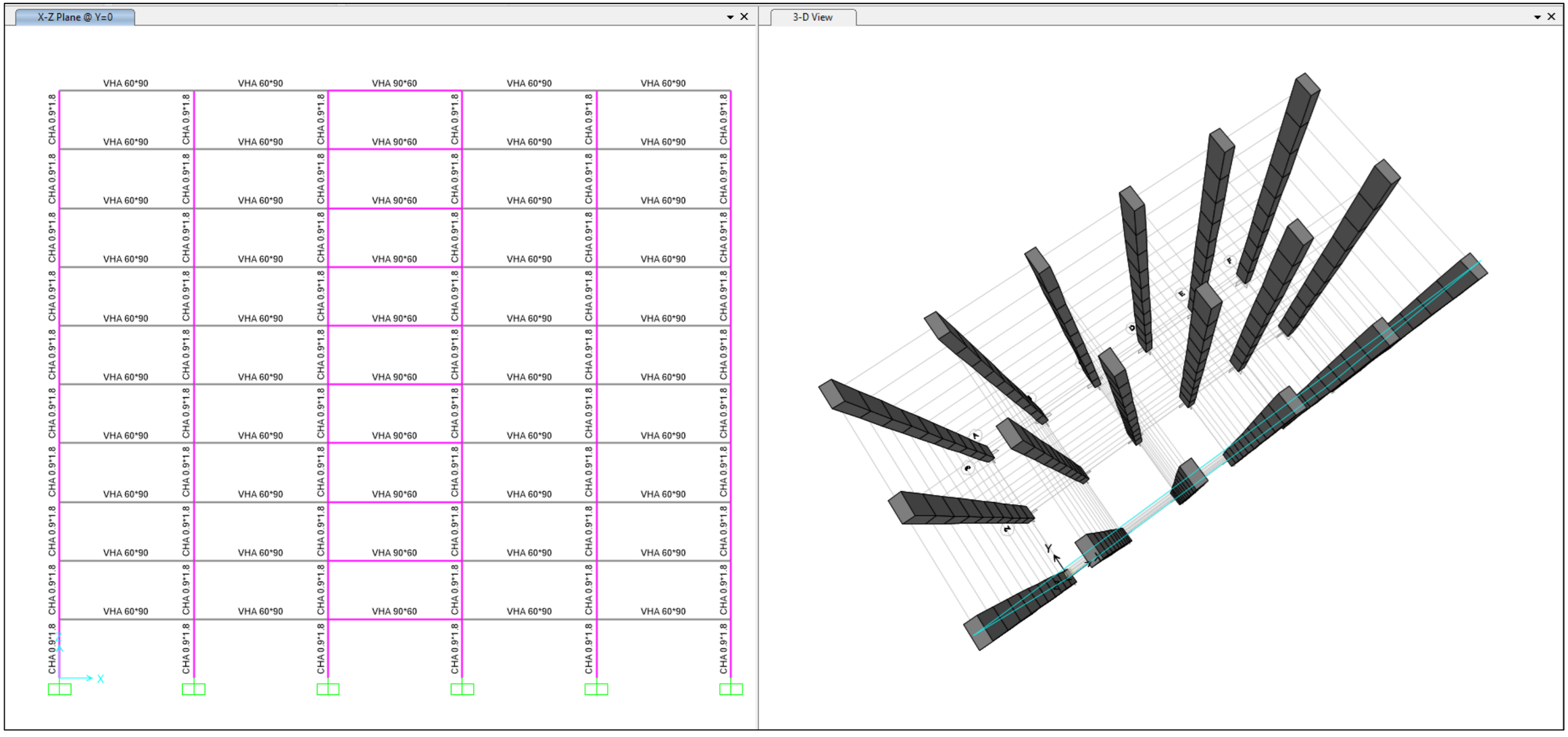


Figura 86: Modelación de columnas Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.2.3 Vigas

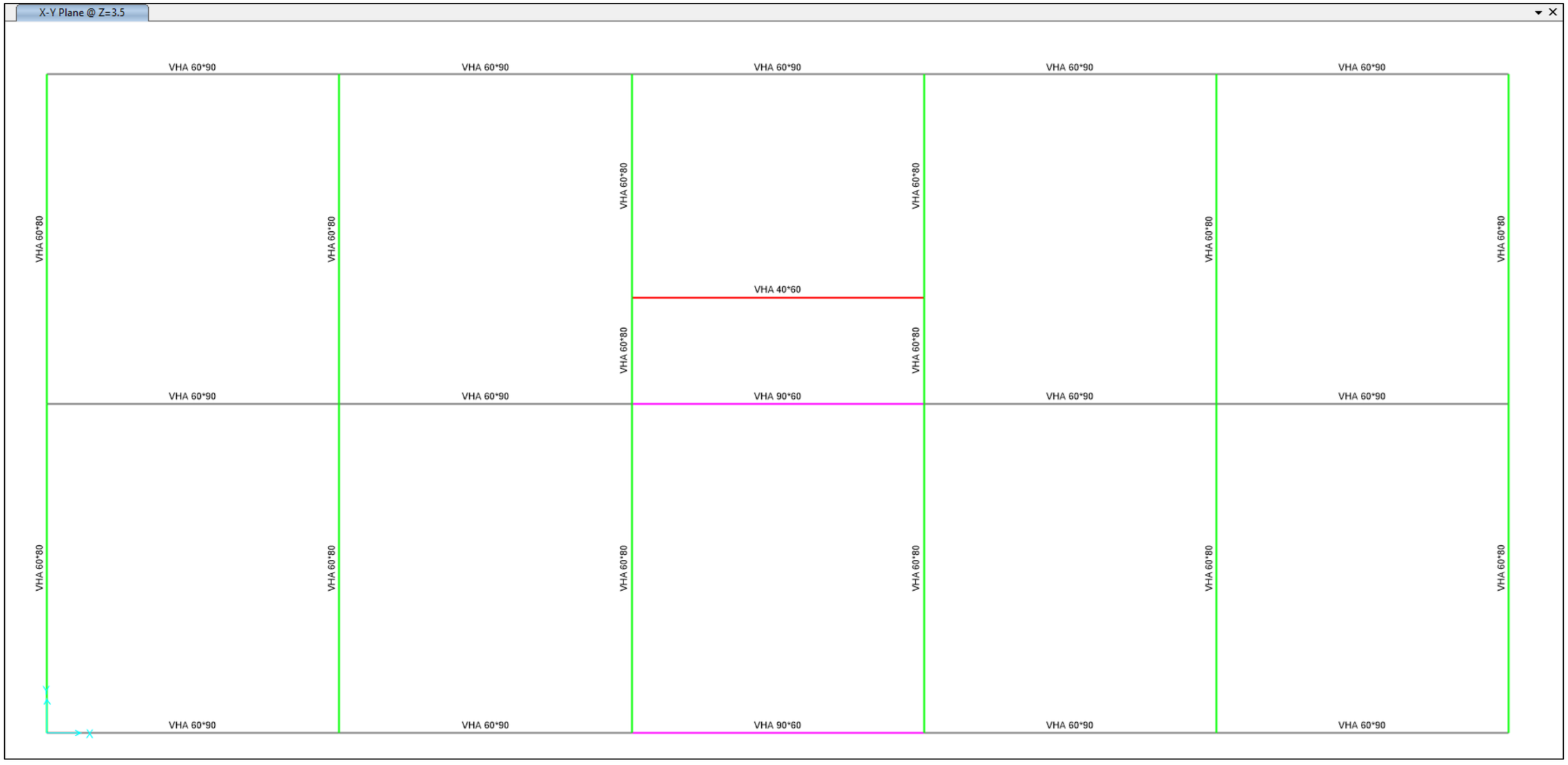


Figura 87: Modelación de vigas (Losas tipo 1, 2, 3,5) Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

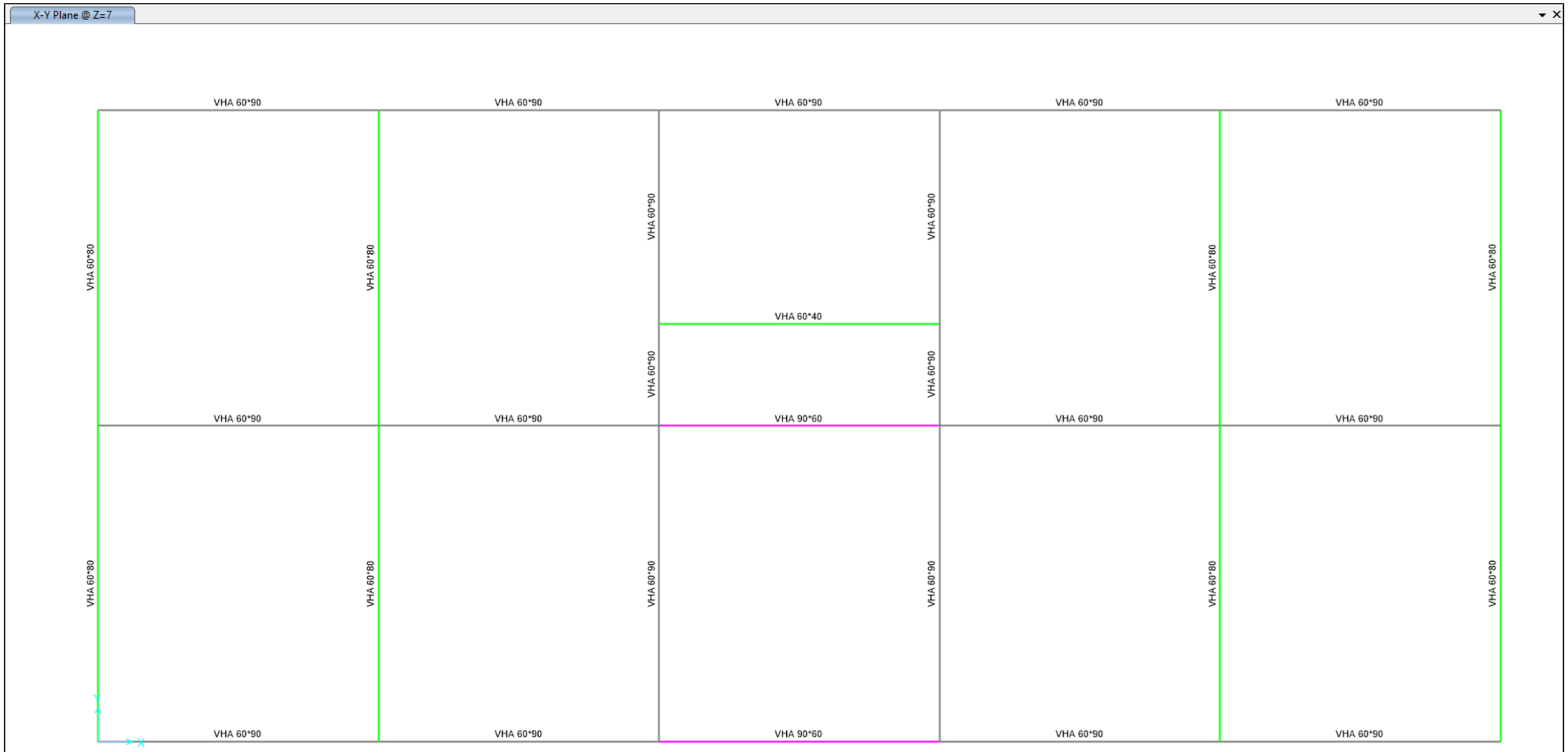


Figura 88: Modelación de vigas (Losa tipo 4) Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.2.4 Losa



Figura 89: Modelación de vigas Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.2.5 Cargas D+L



Figura 90: Carga muerta aplicada Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.



Figura 91: Carga viva aplicada Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo

8.2.6 Cargas QX, QY y DINAMICA

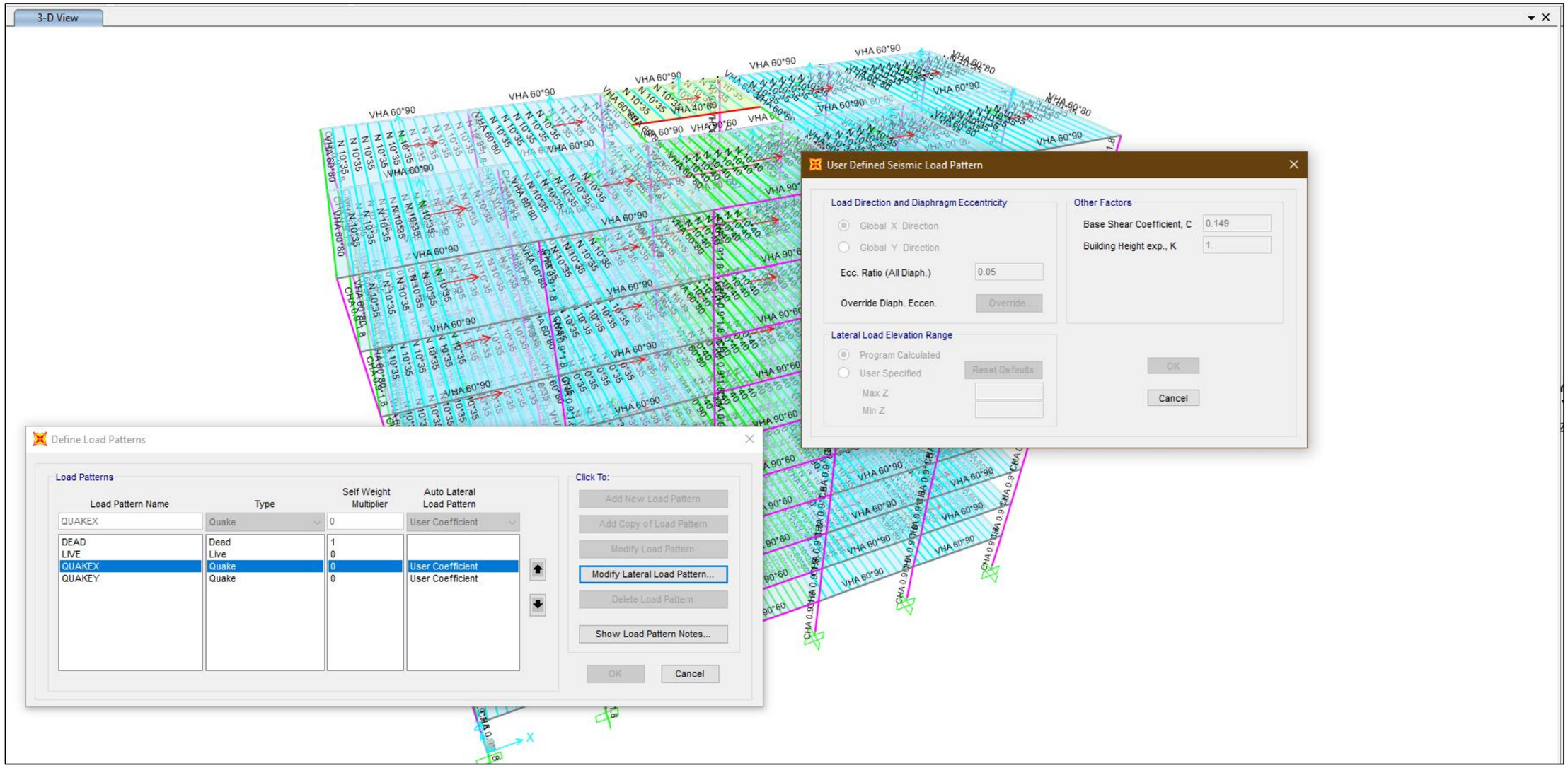


Figura 92: Carga QX Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

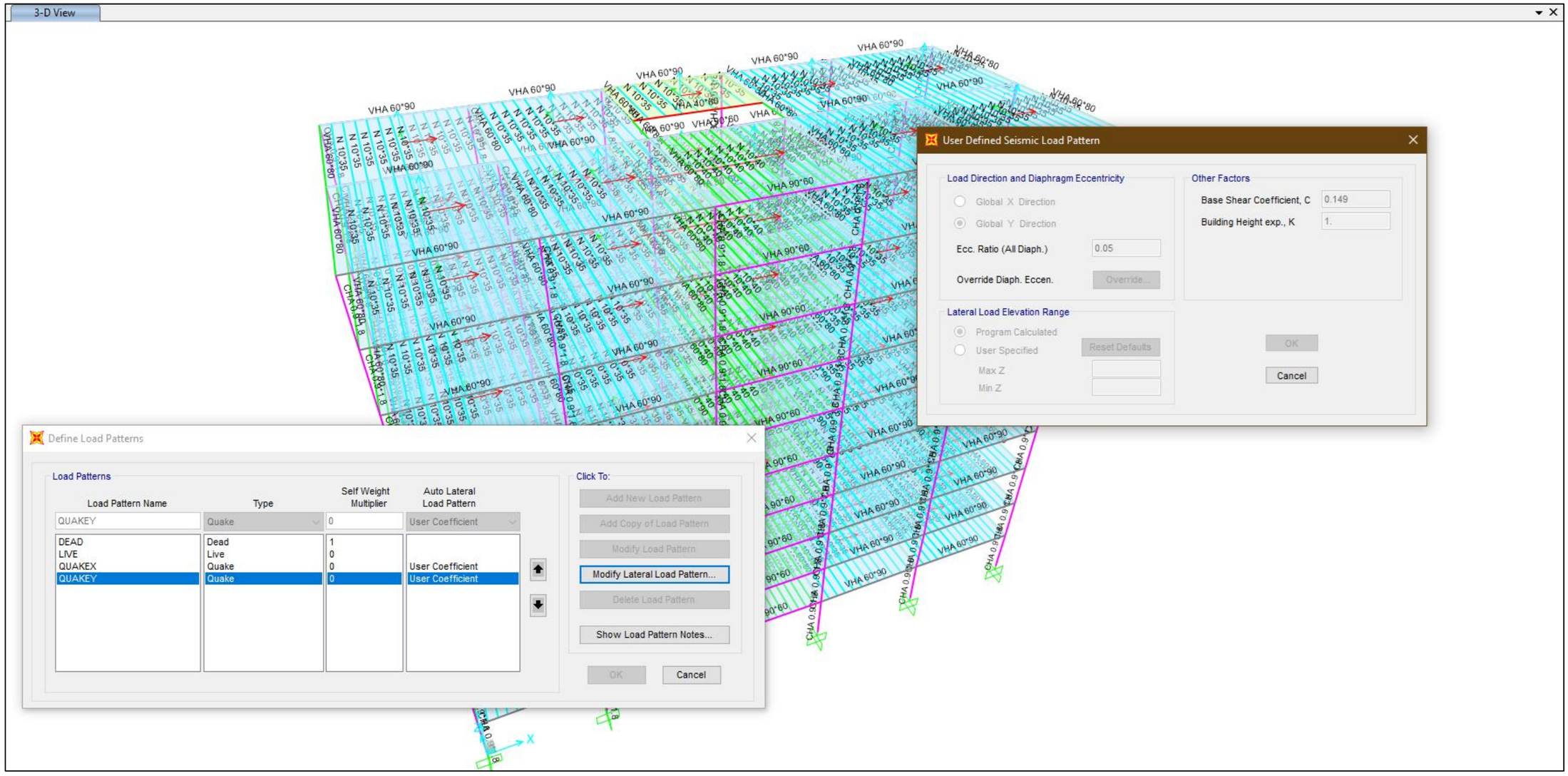


Figura 93: Carga QY Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

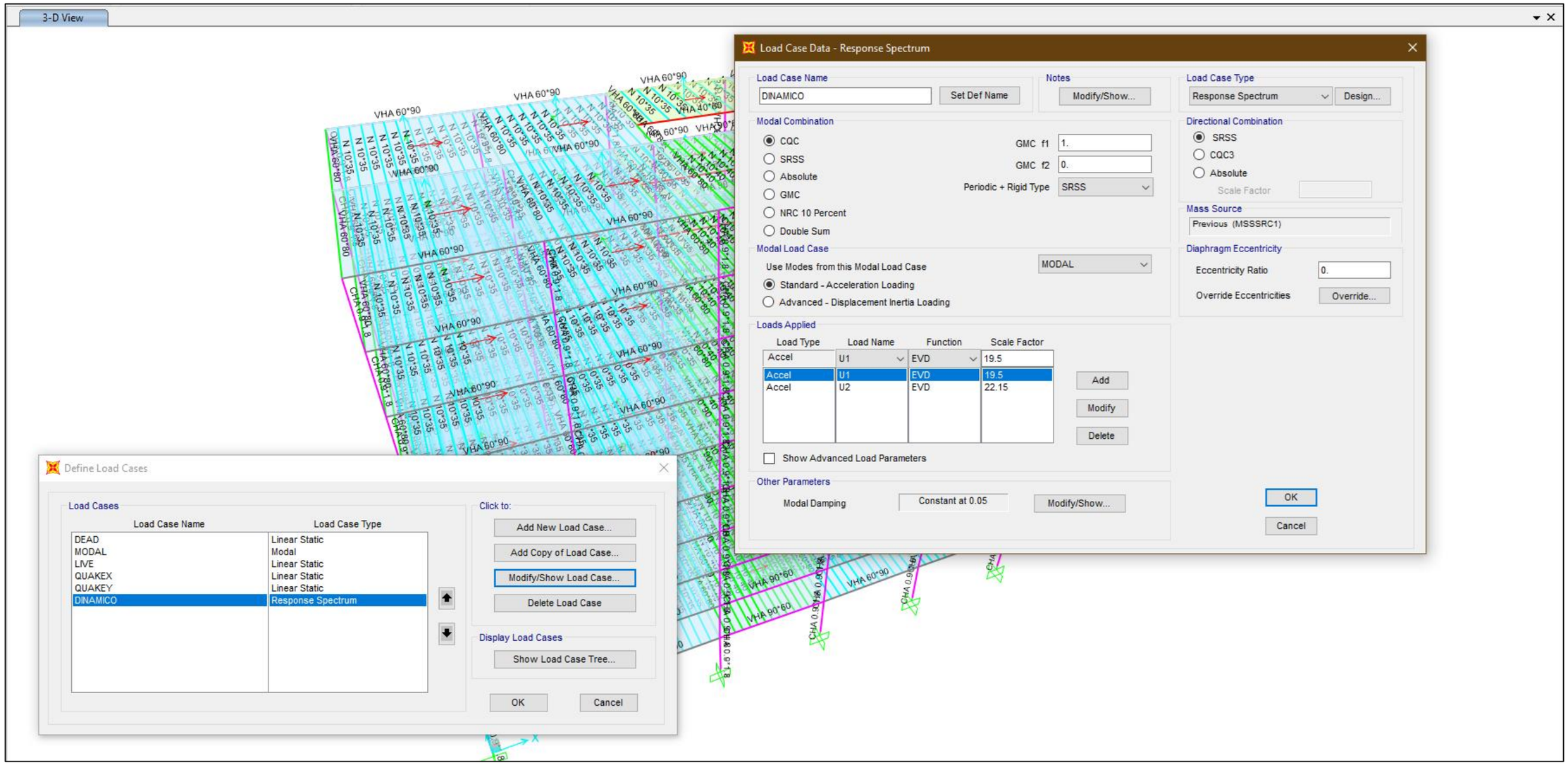


Figura 94: Carga DINAMICA Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.2.7 Mass Source

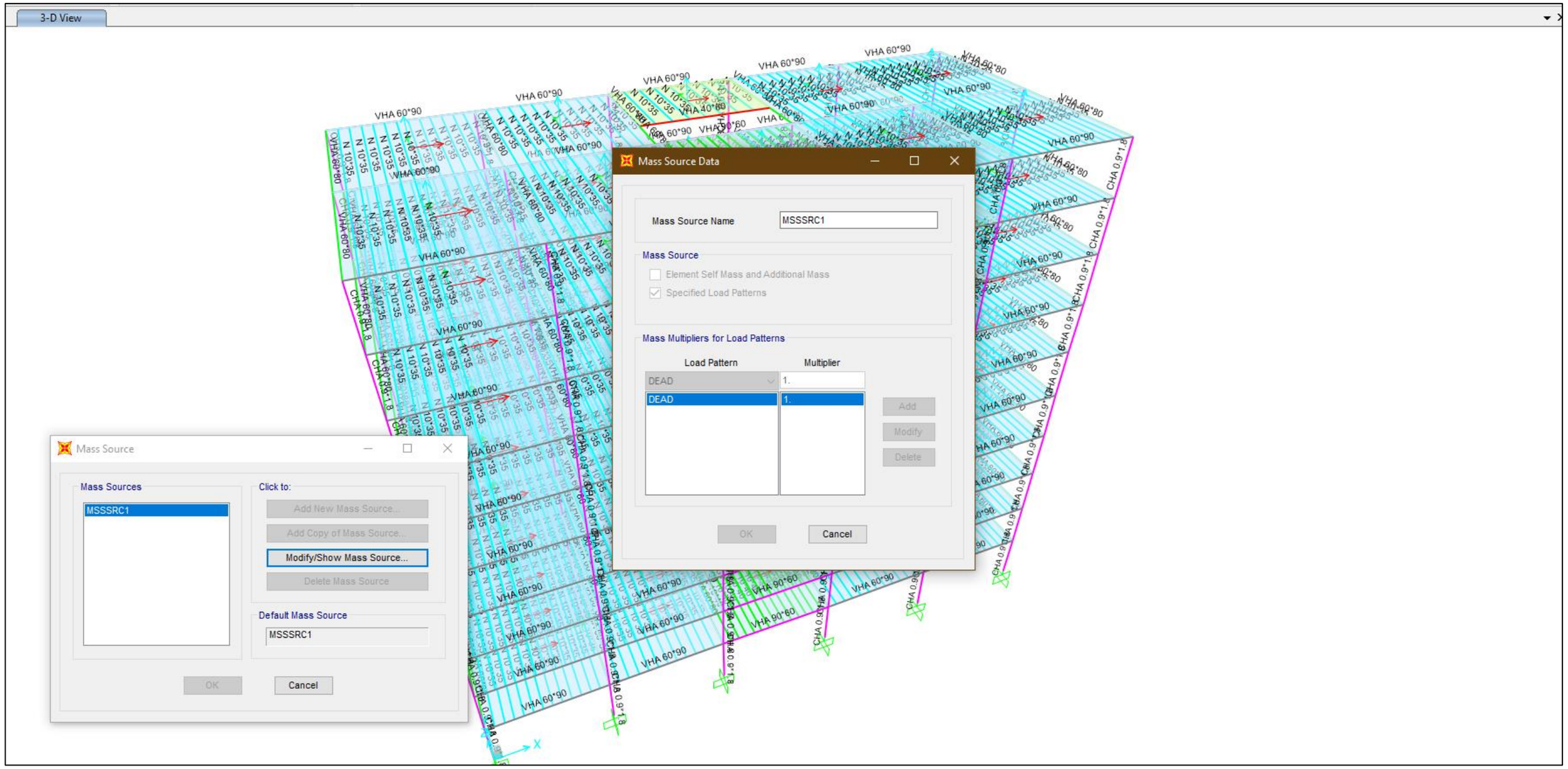


Figura 95: Mass Source Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.2.8 Espectro de diseño

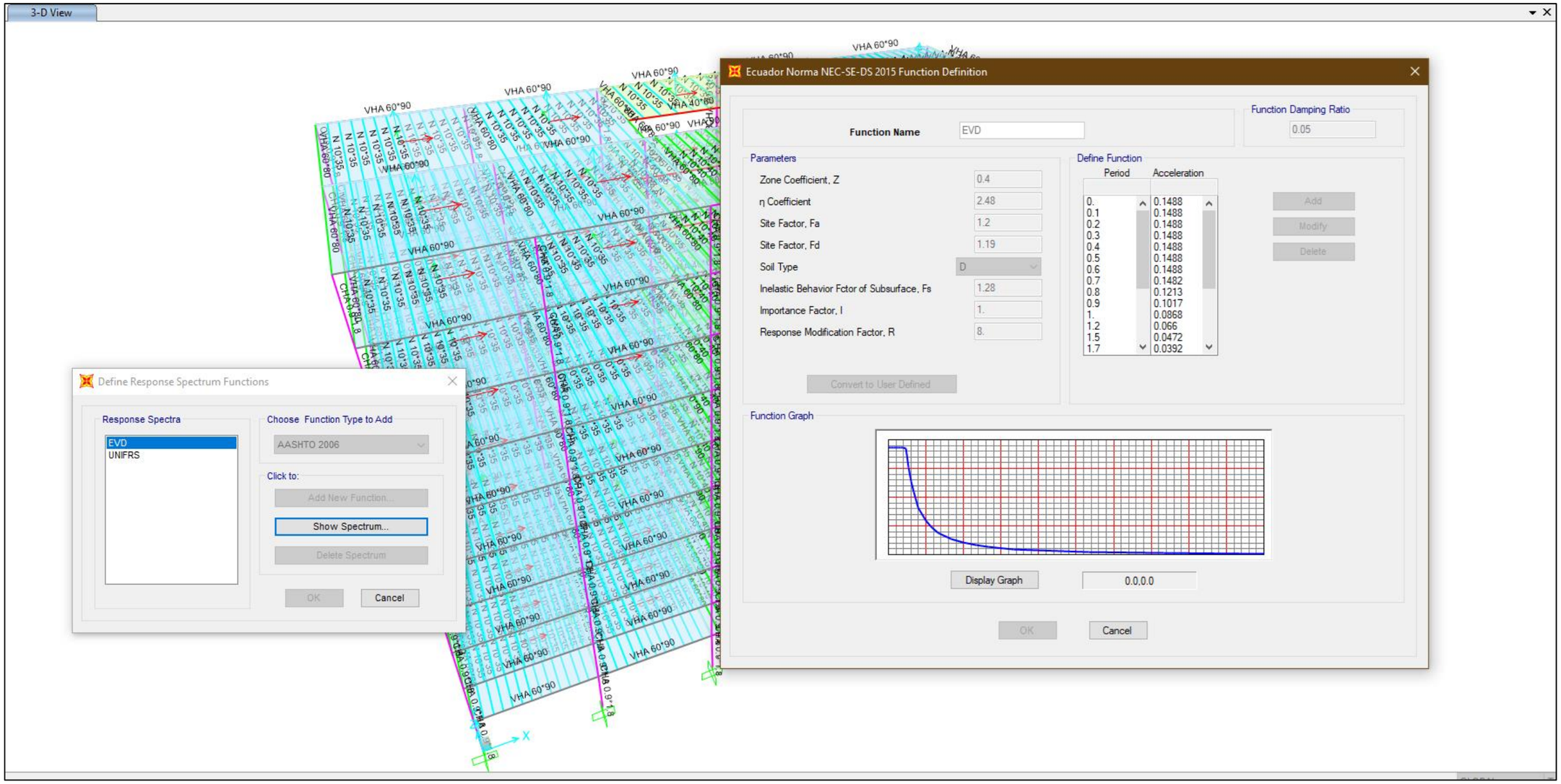


Figura 96: Espectro Edificio 2 Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8.2.9 Diseño

8.2.9.1 Diseño de columnas

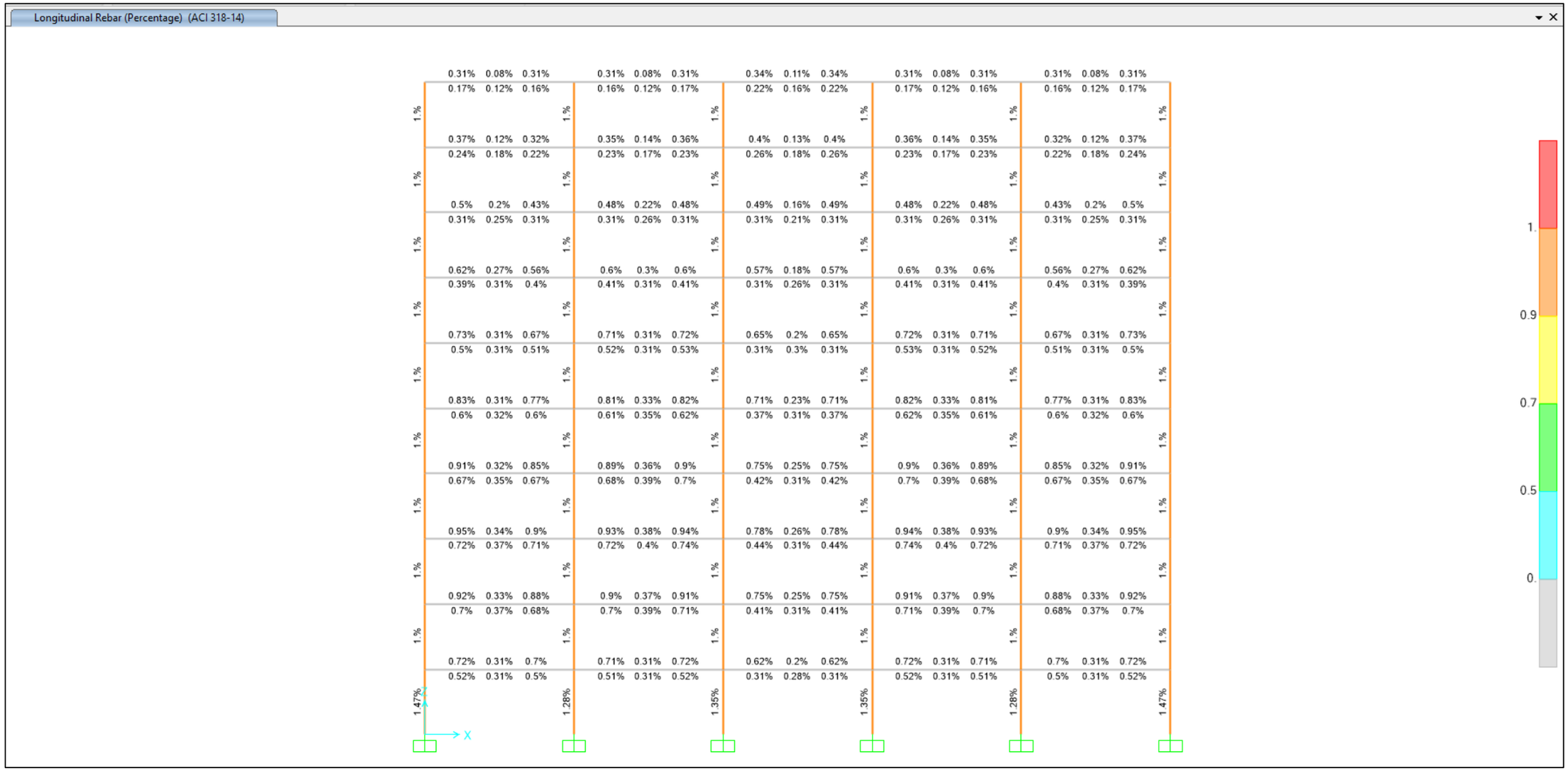


Figura 97: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 1 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

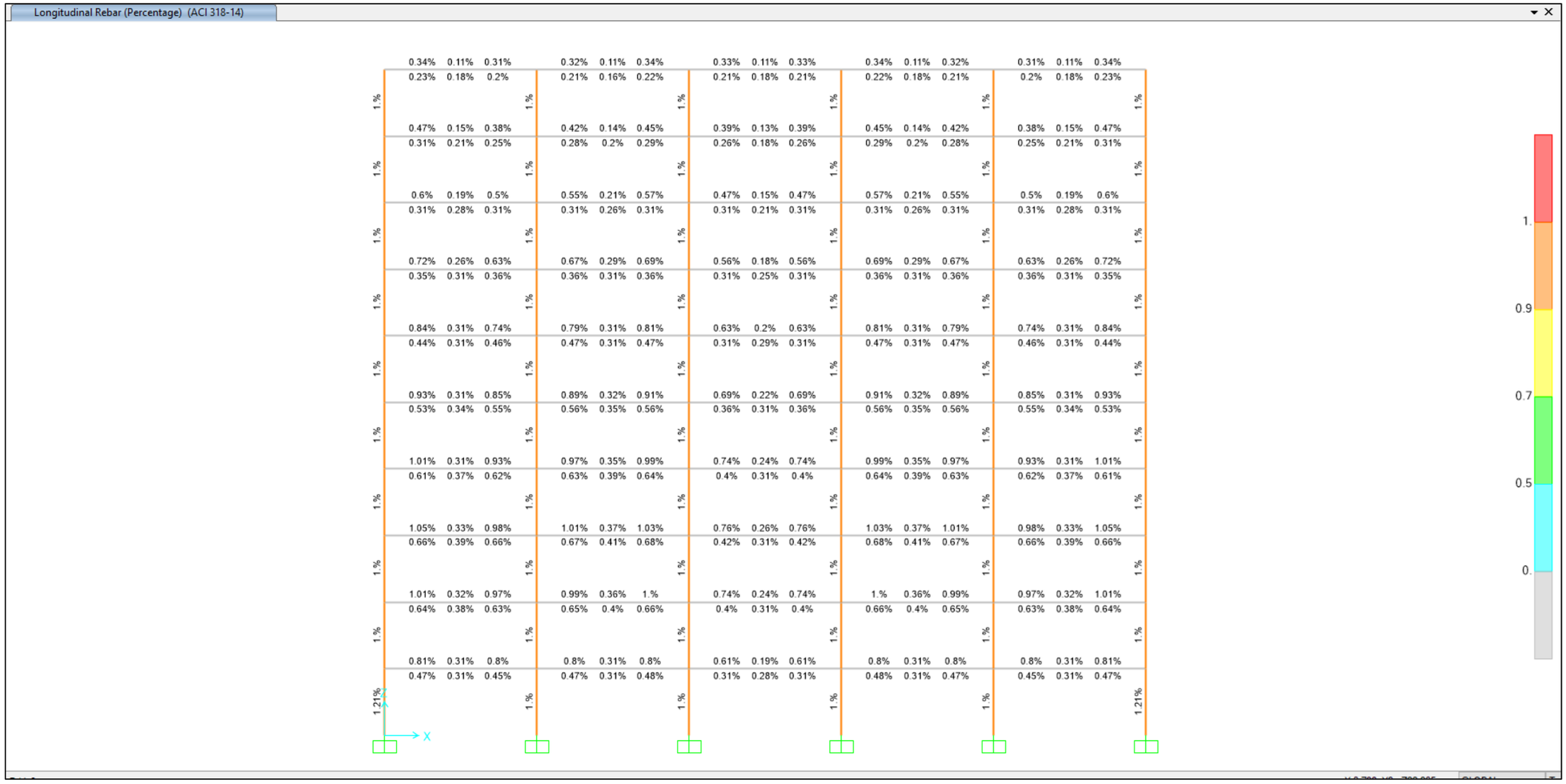


Figura 98: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 2 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

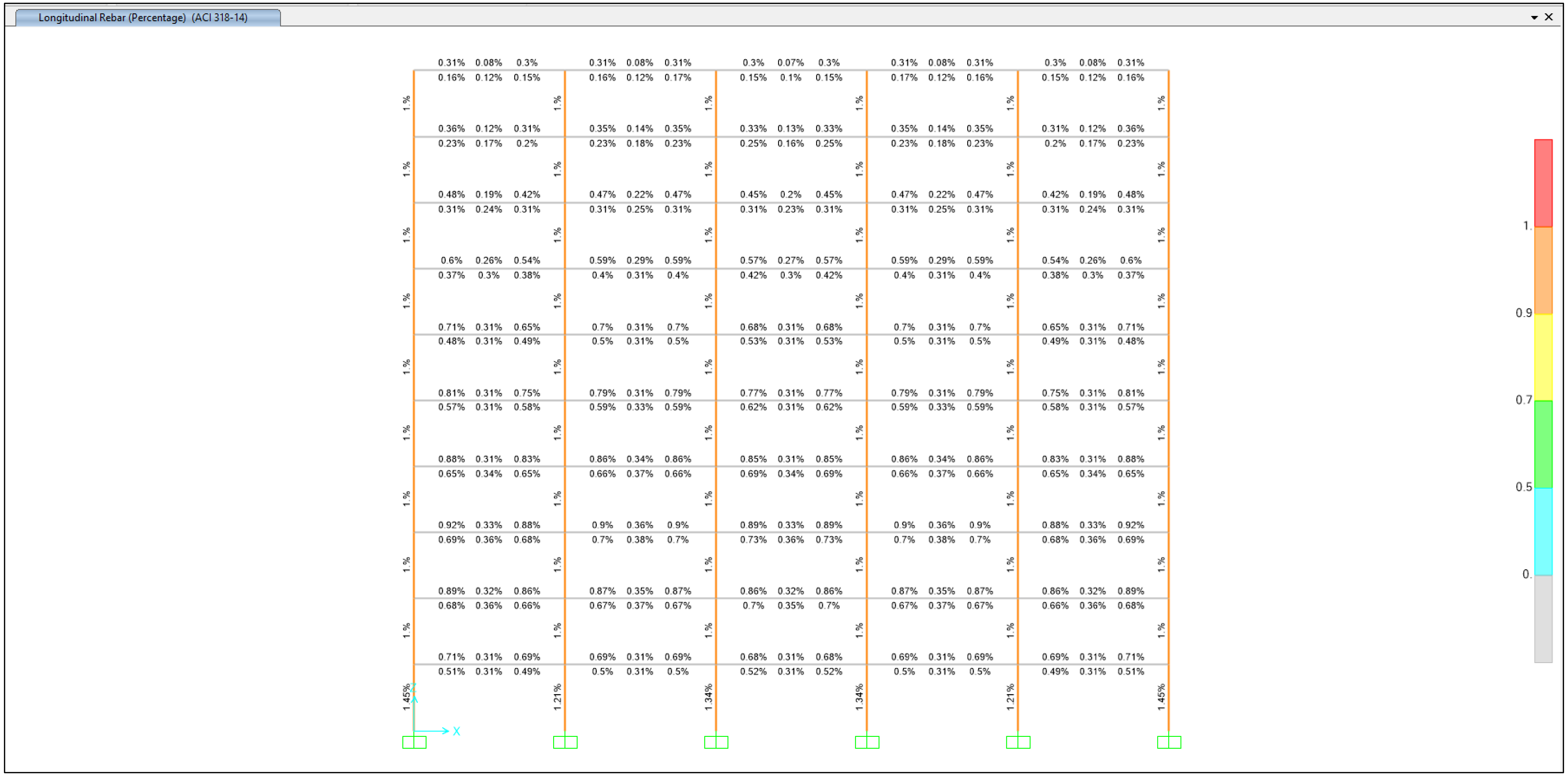


Figura 99: Diseño de acero longitudinal en columnas eje 3 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

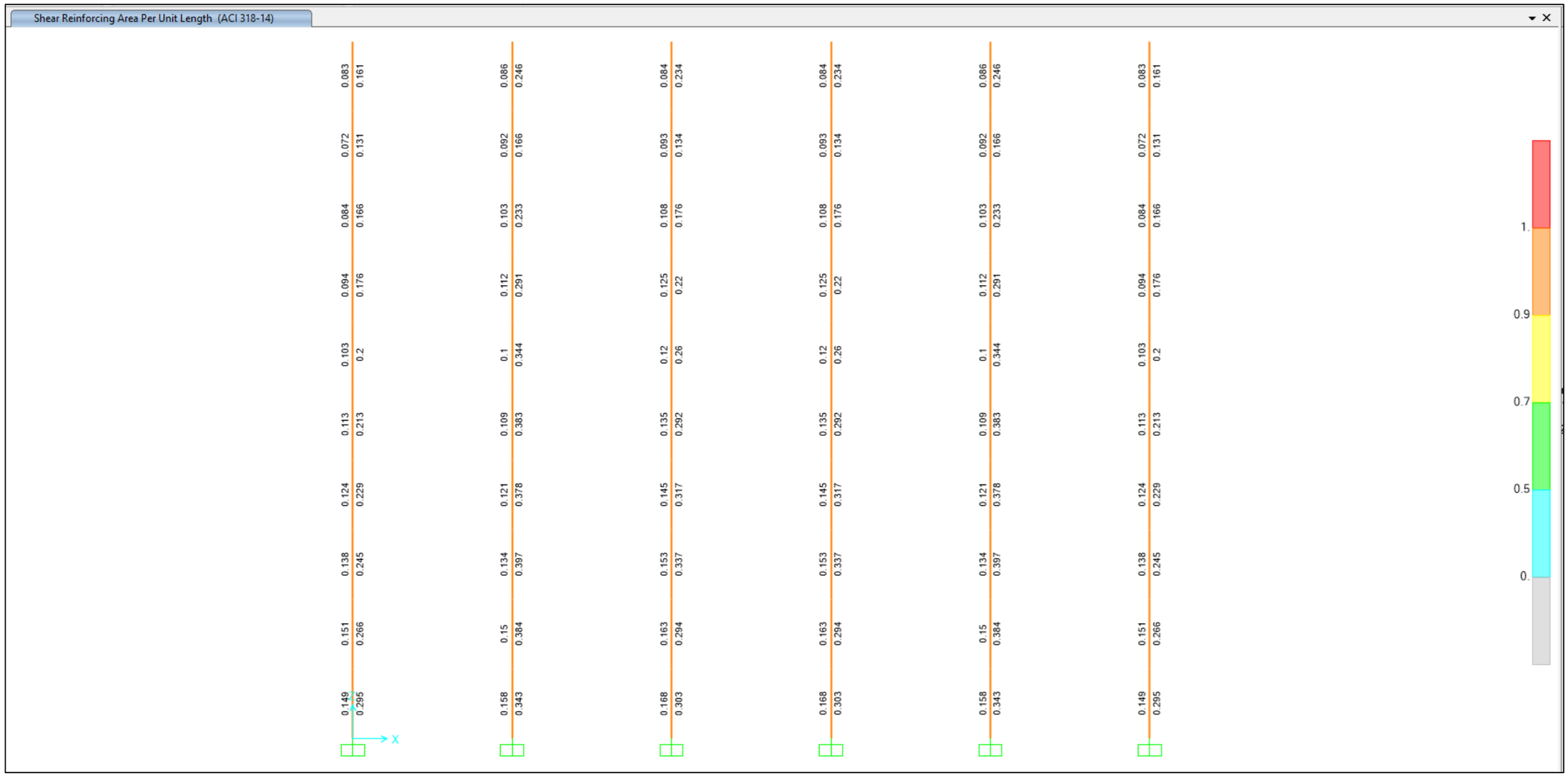


Figura 100: Diseño de acero transversal en columnas eje 1 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

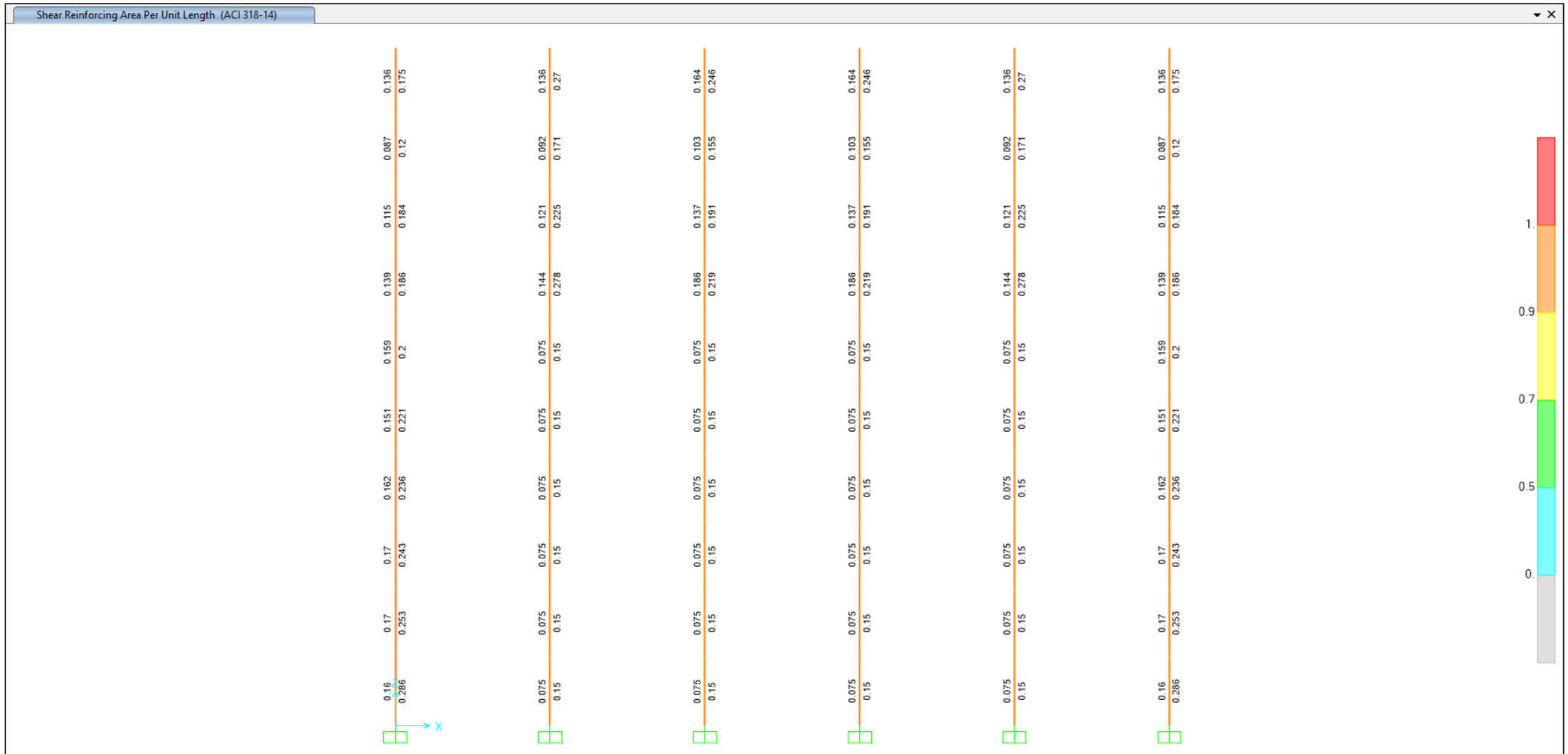


Figura 101: Diseño de acero transversal en columnas eje 2 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

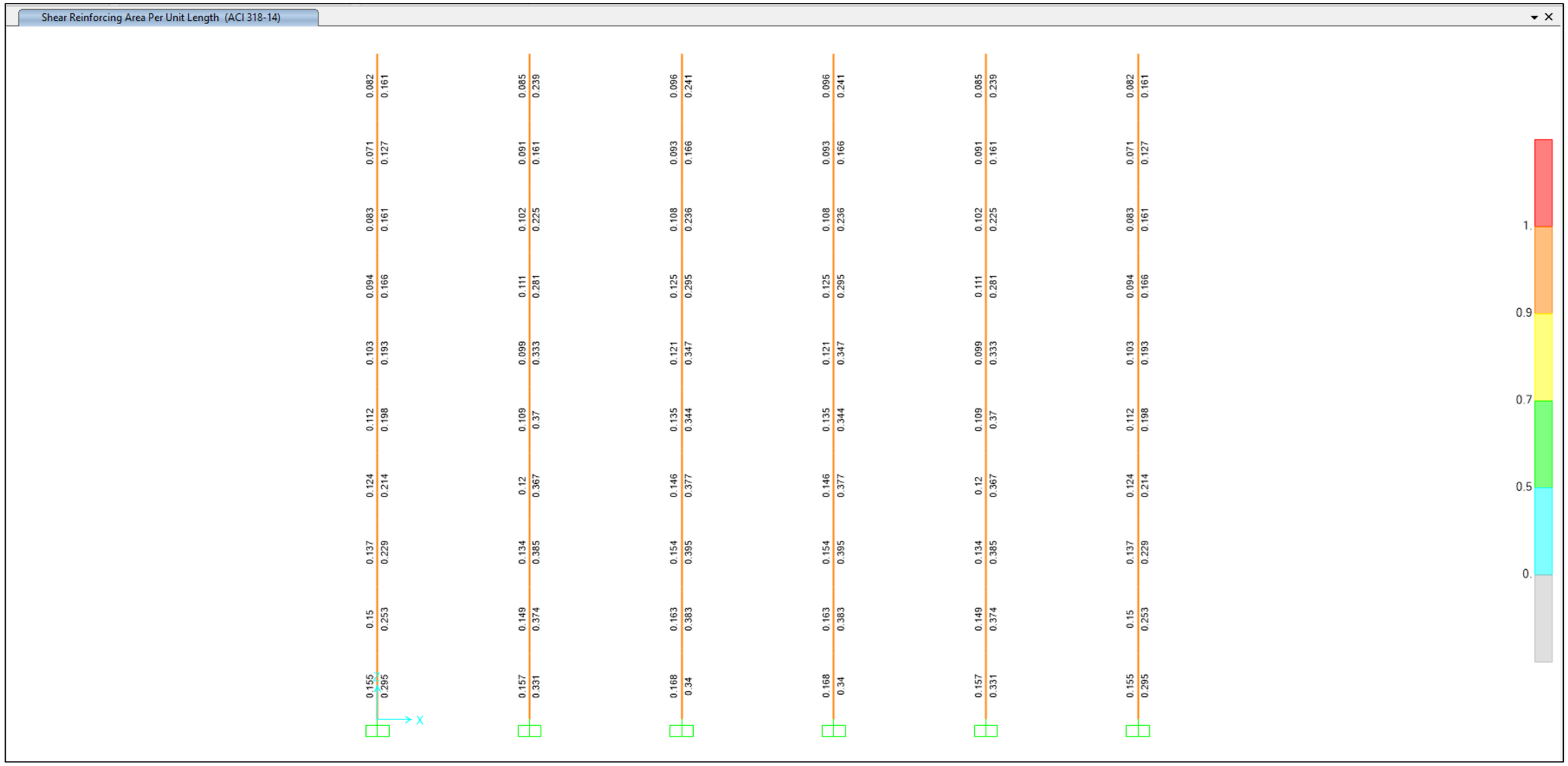


Figura 102: Diseño de acero transversal en columnas eje 3 Edificio 2. Fuente: SAP2000

8.2.9.2 Diseño de vigas

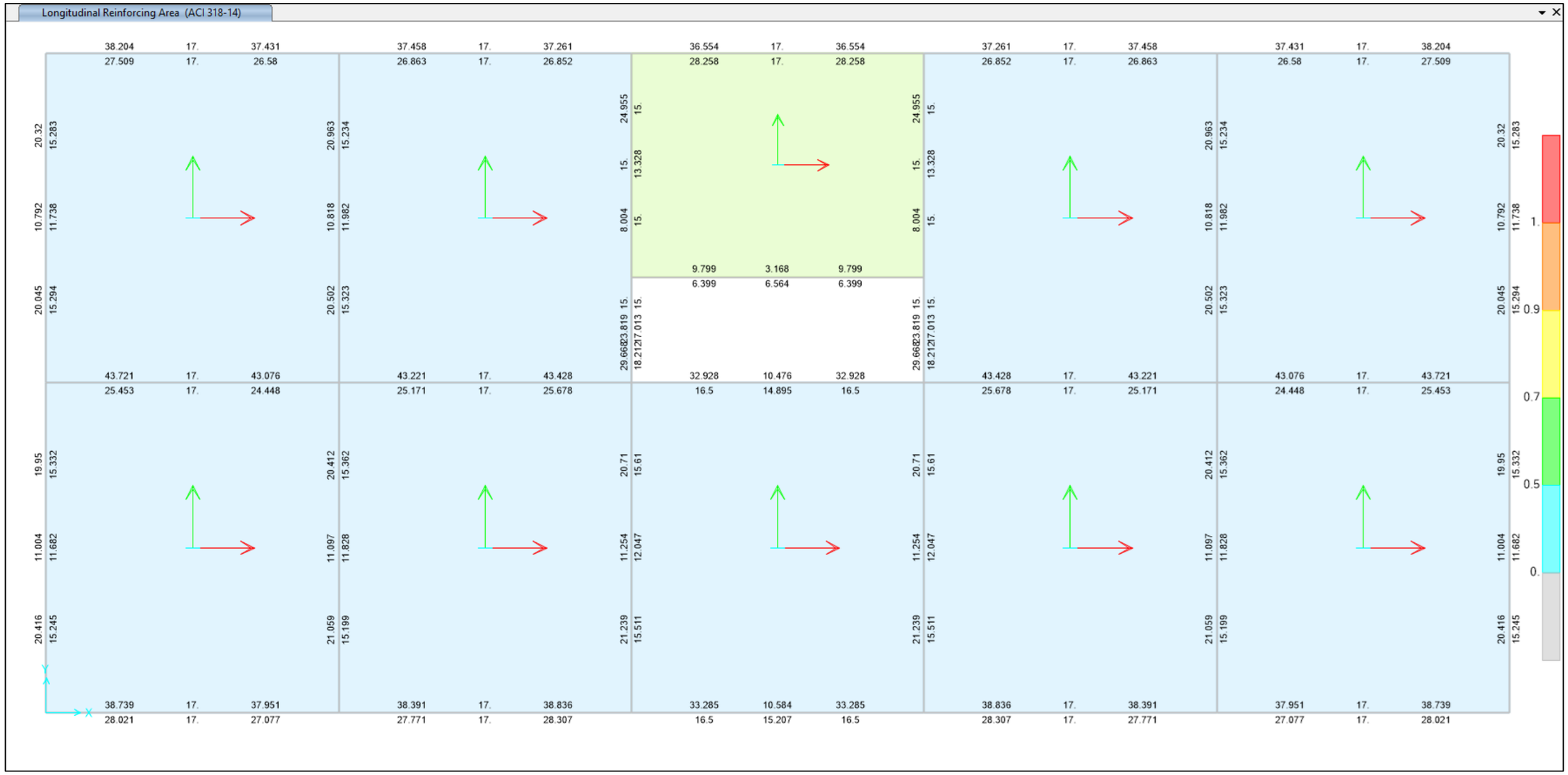


Figura 103: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +3.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

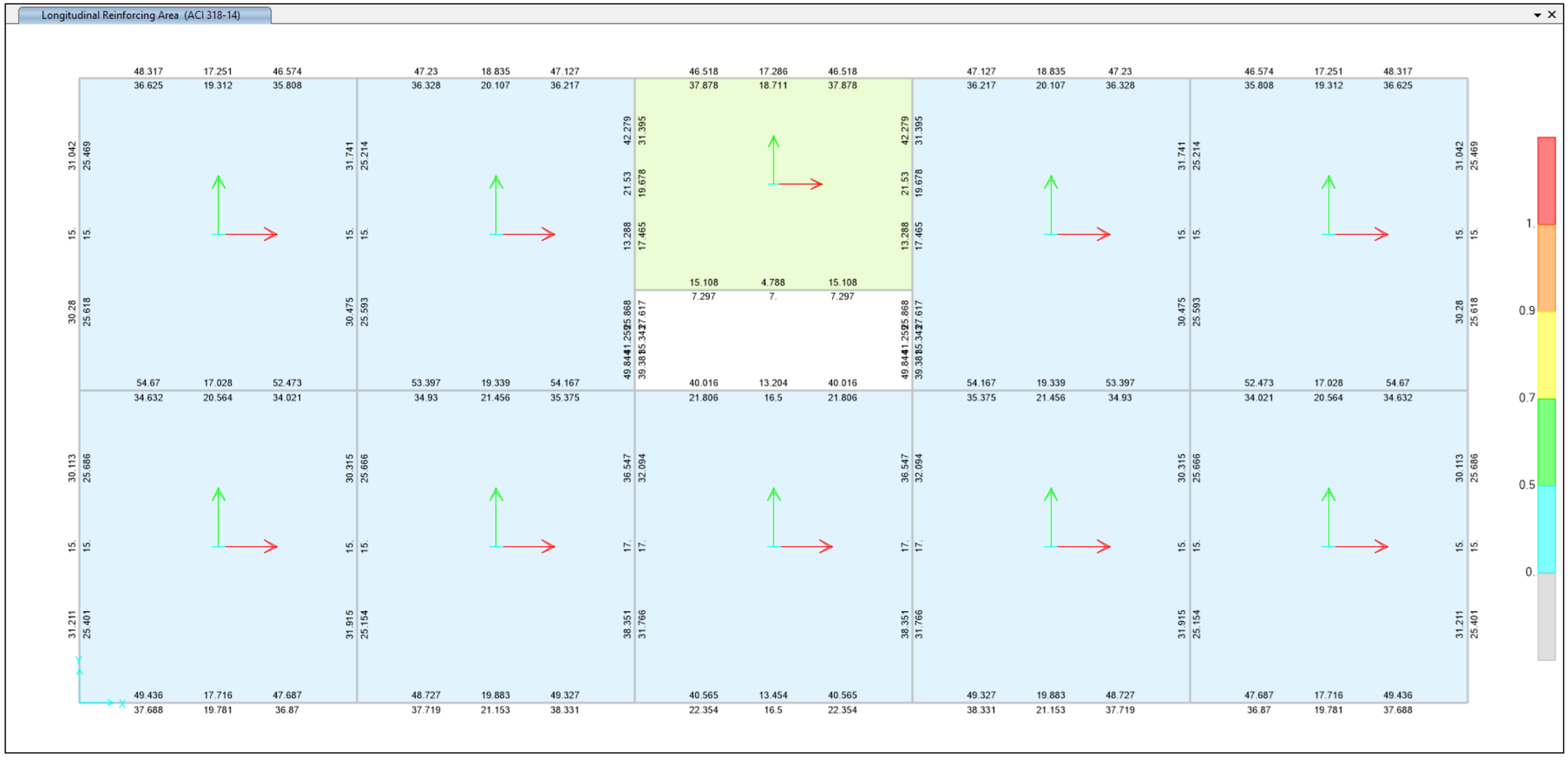


Figura 104: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +7.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

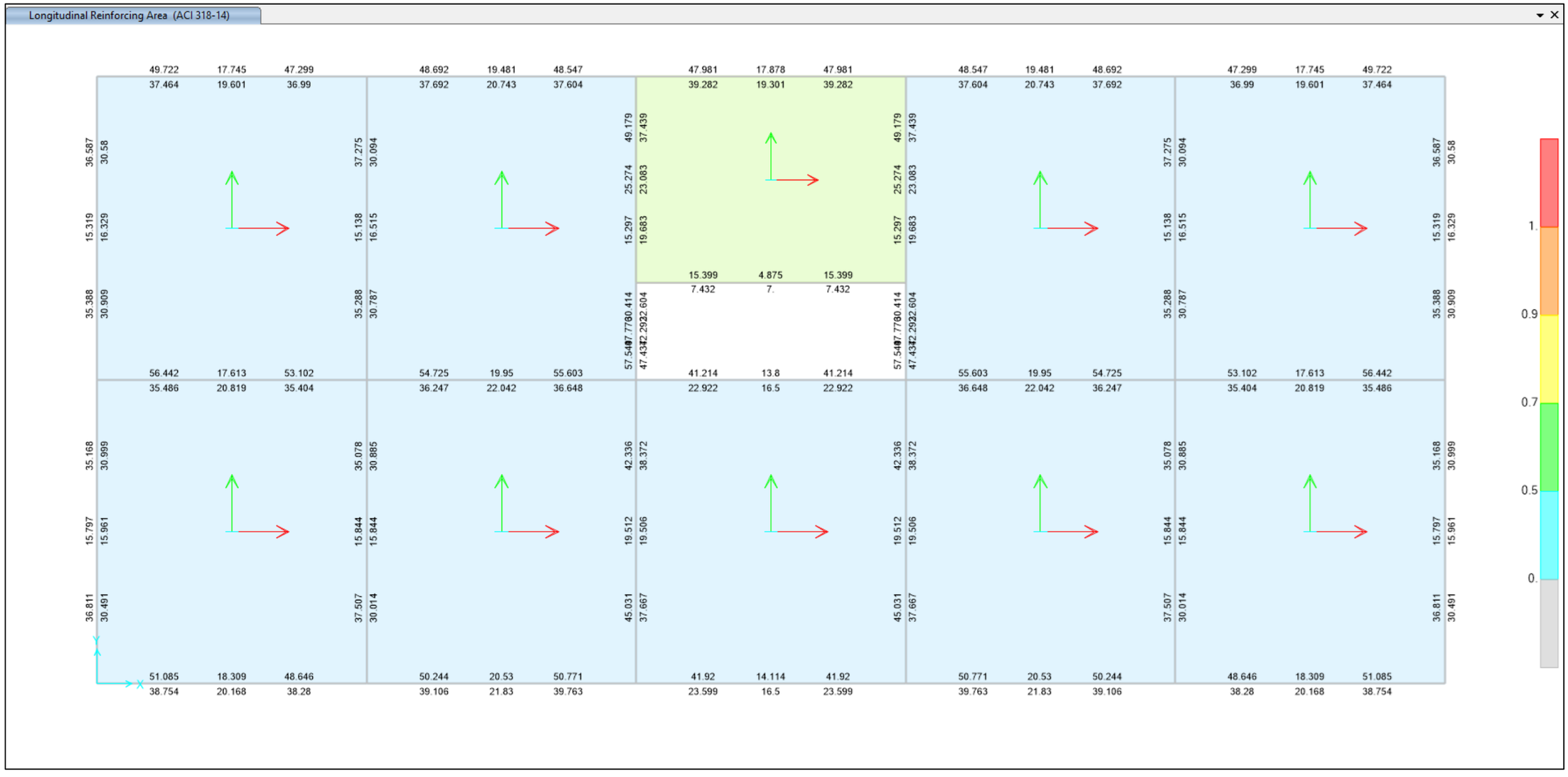


Figura 105: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +10.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

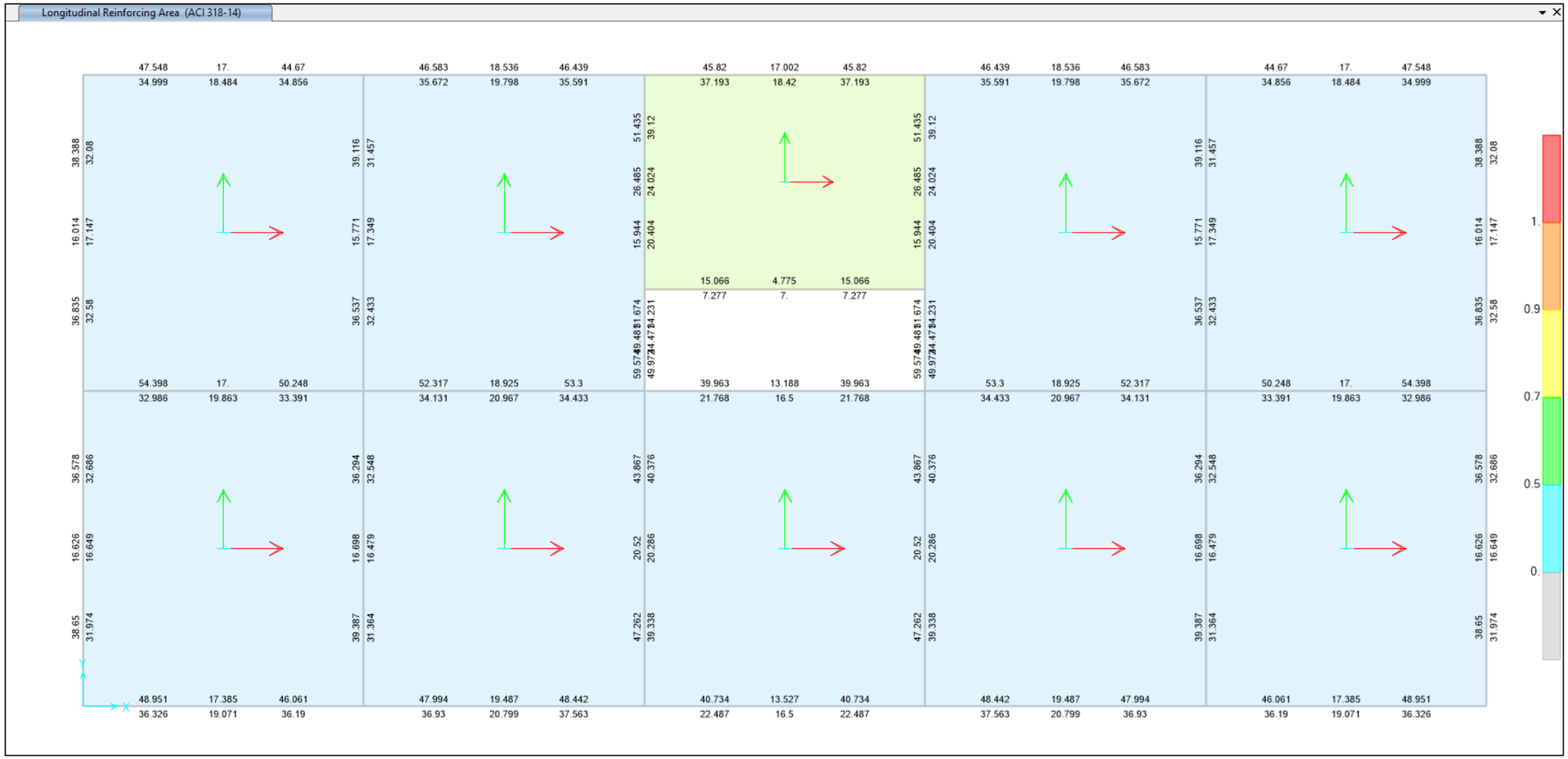


Figura 106: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +14.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

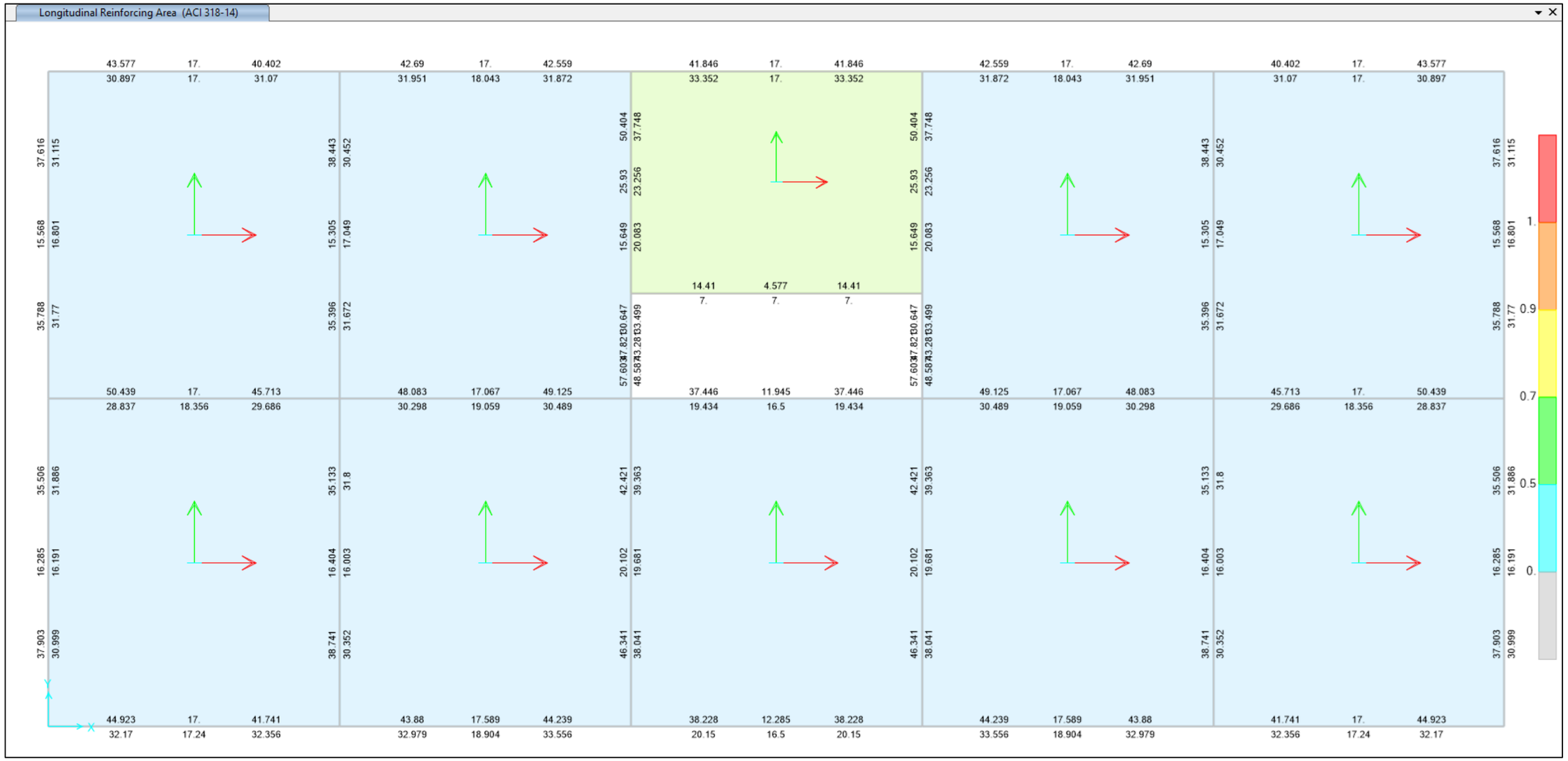


Figura 107: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +17.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

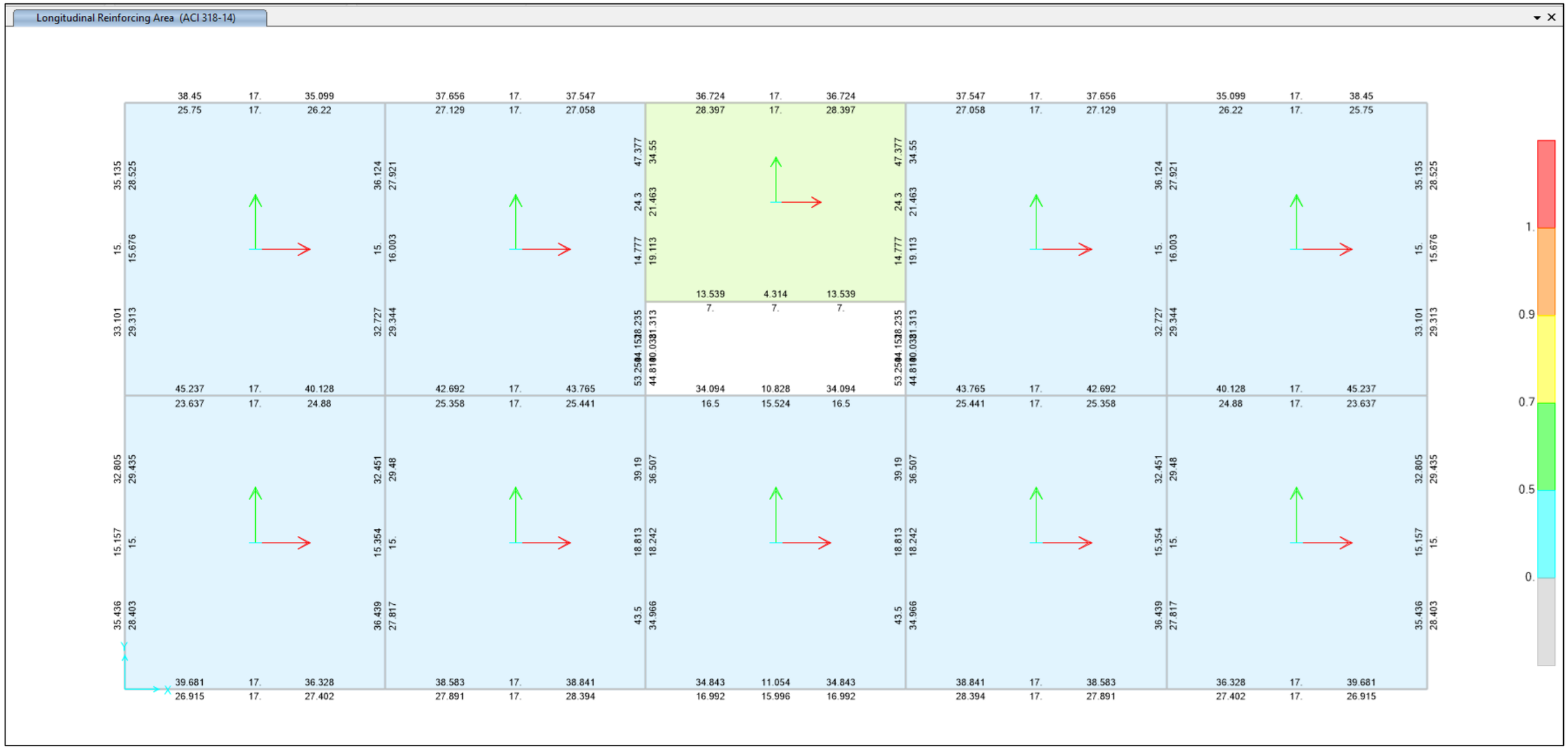


Figura 108: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +21.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

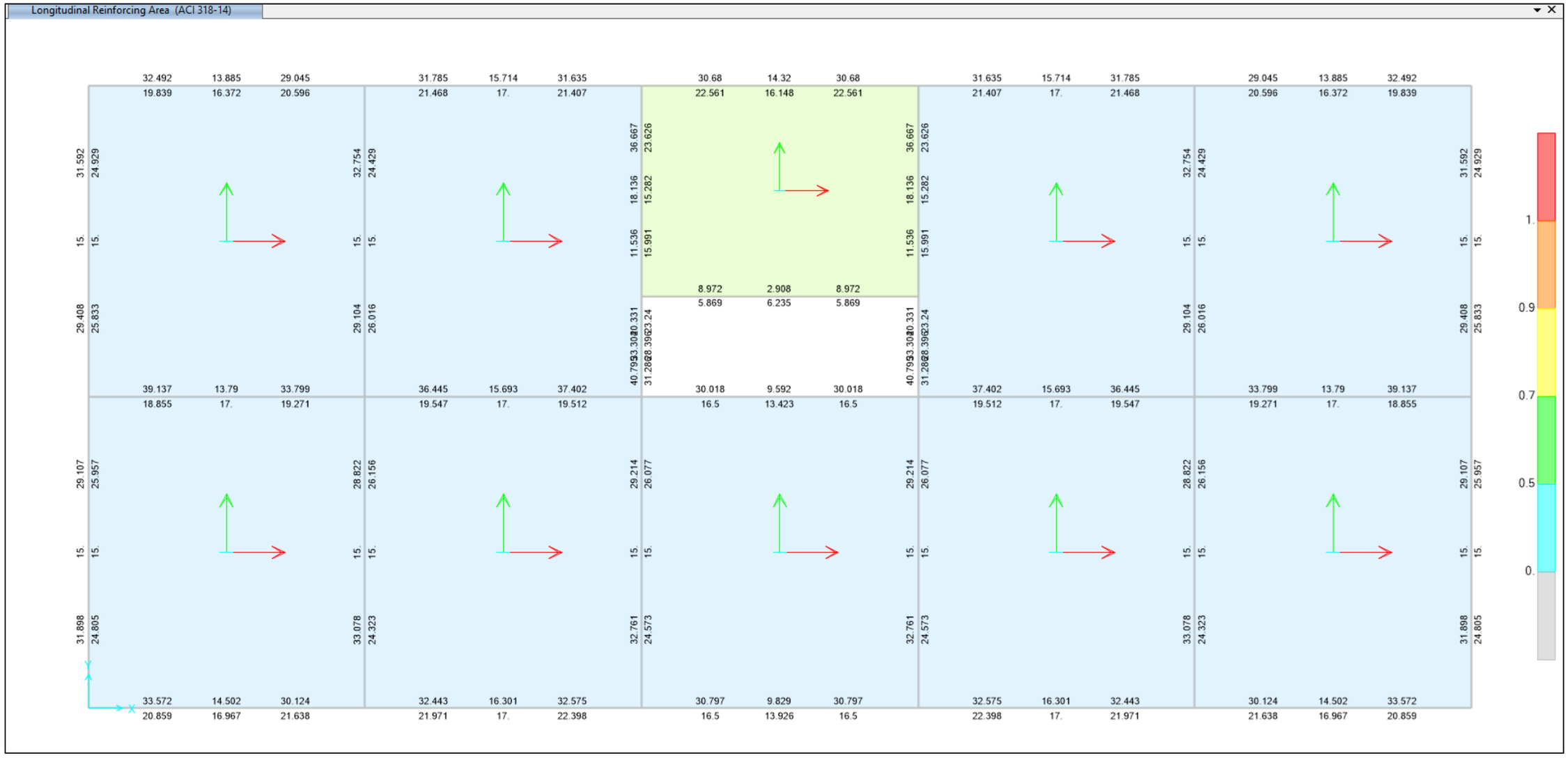


Figura 109: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +24.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

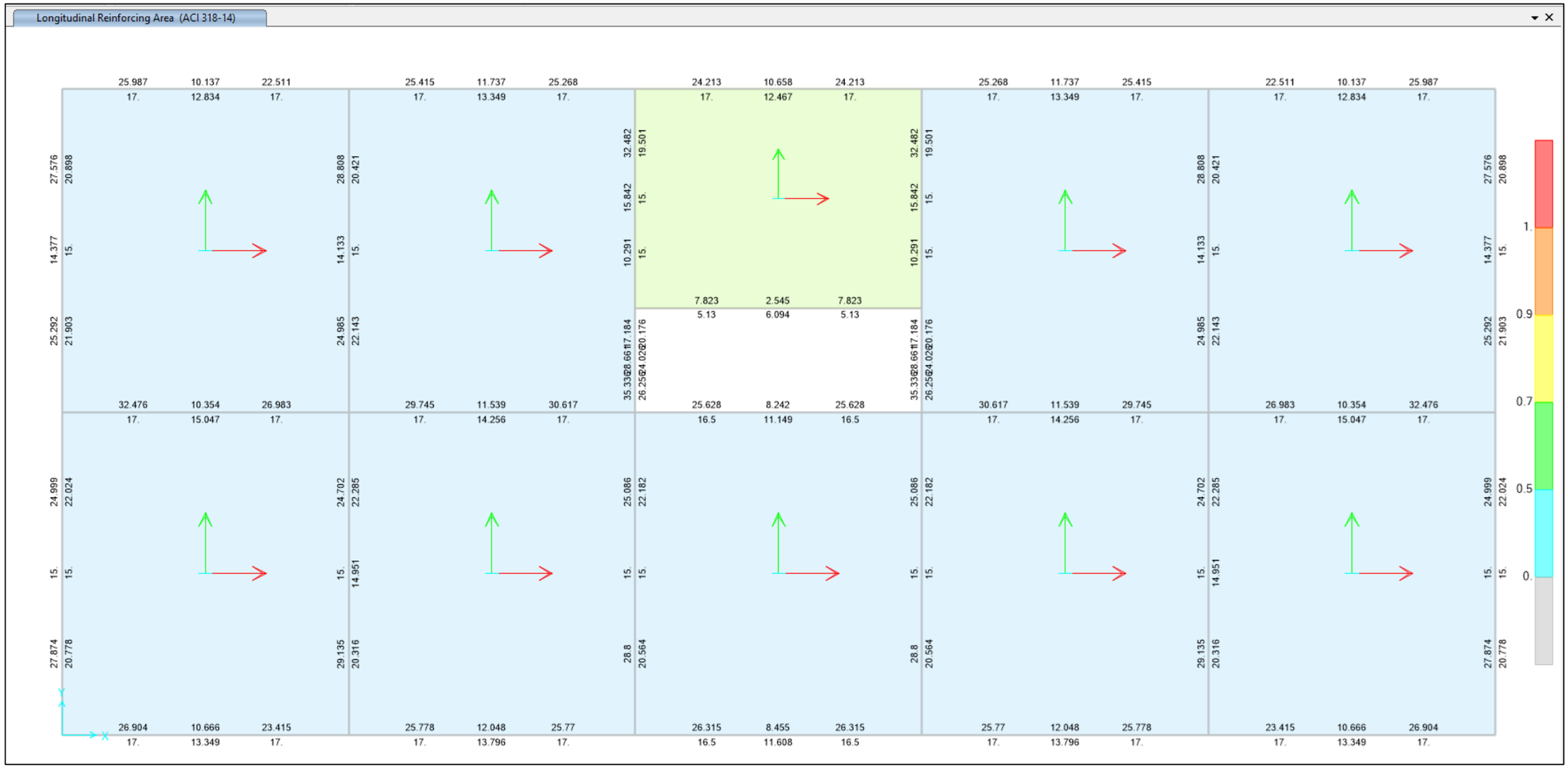


Figura 110: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +28.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

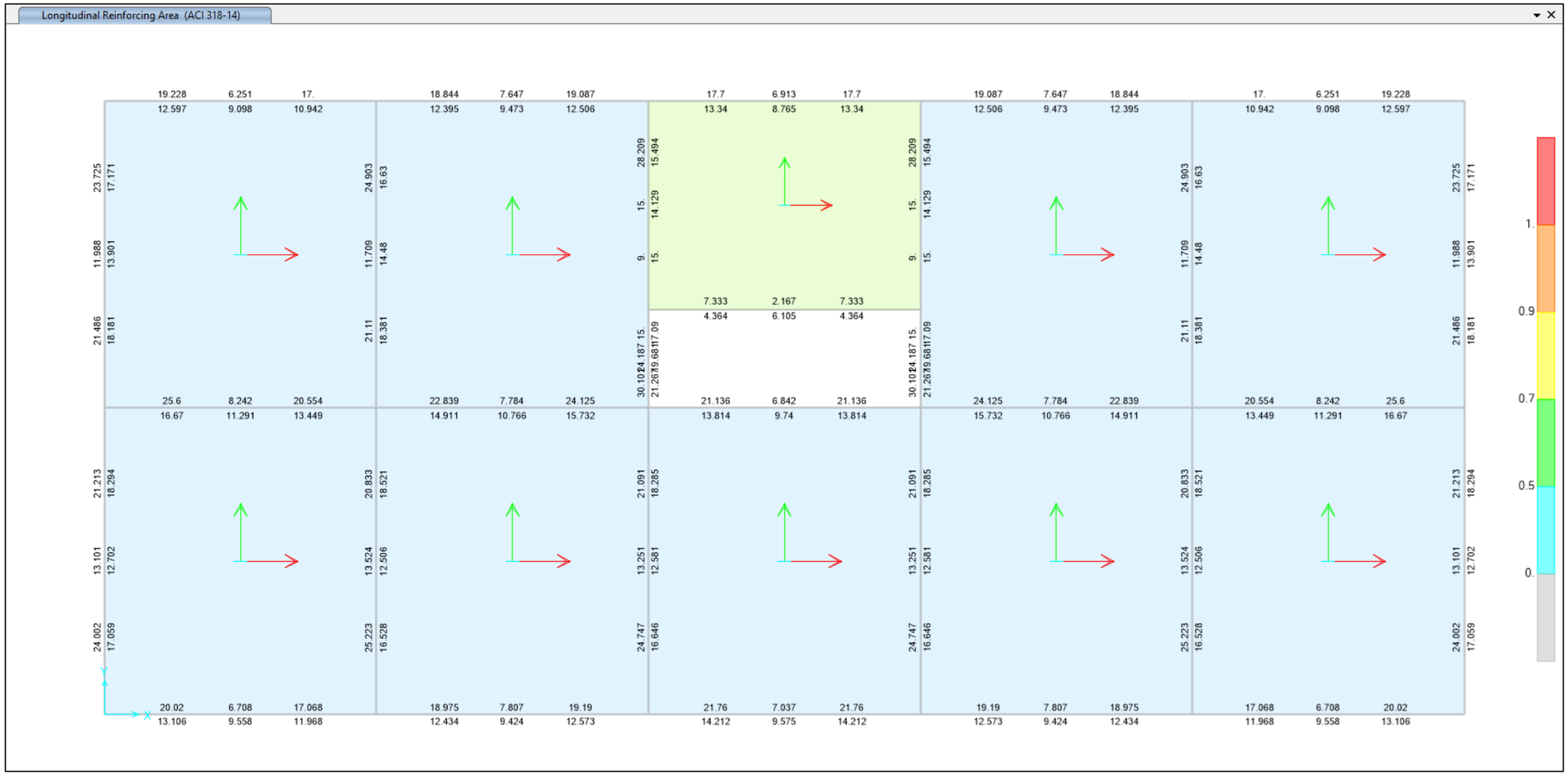


Figura 111: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +31.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

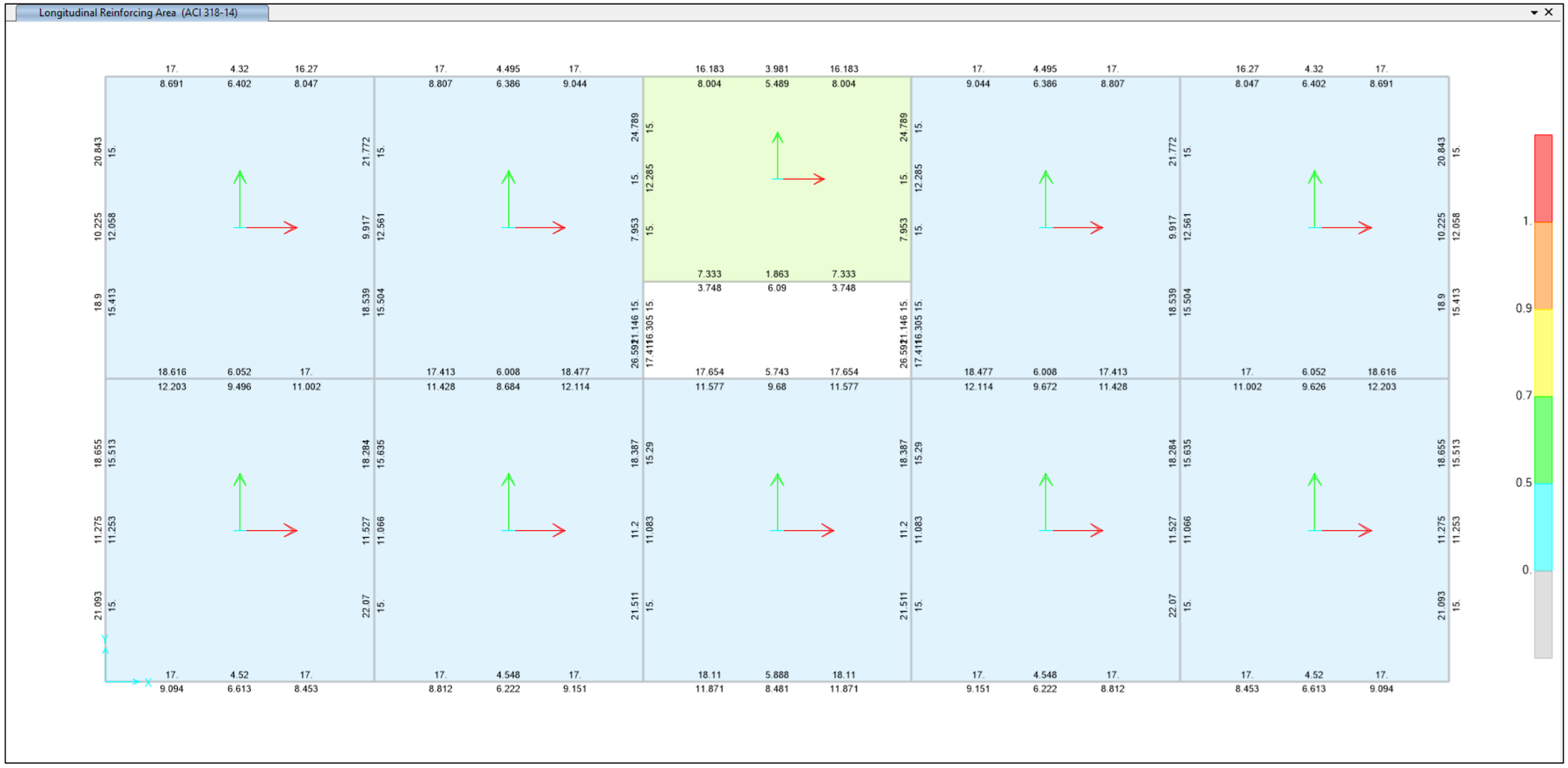


Figura 112: Diseño de acero longitudinal en vigas nivel +35.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

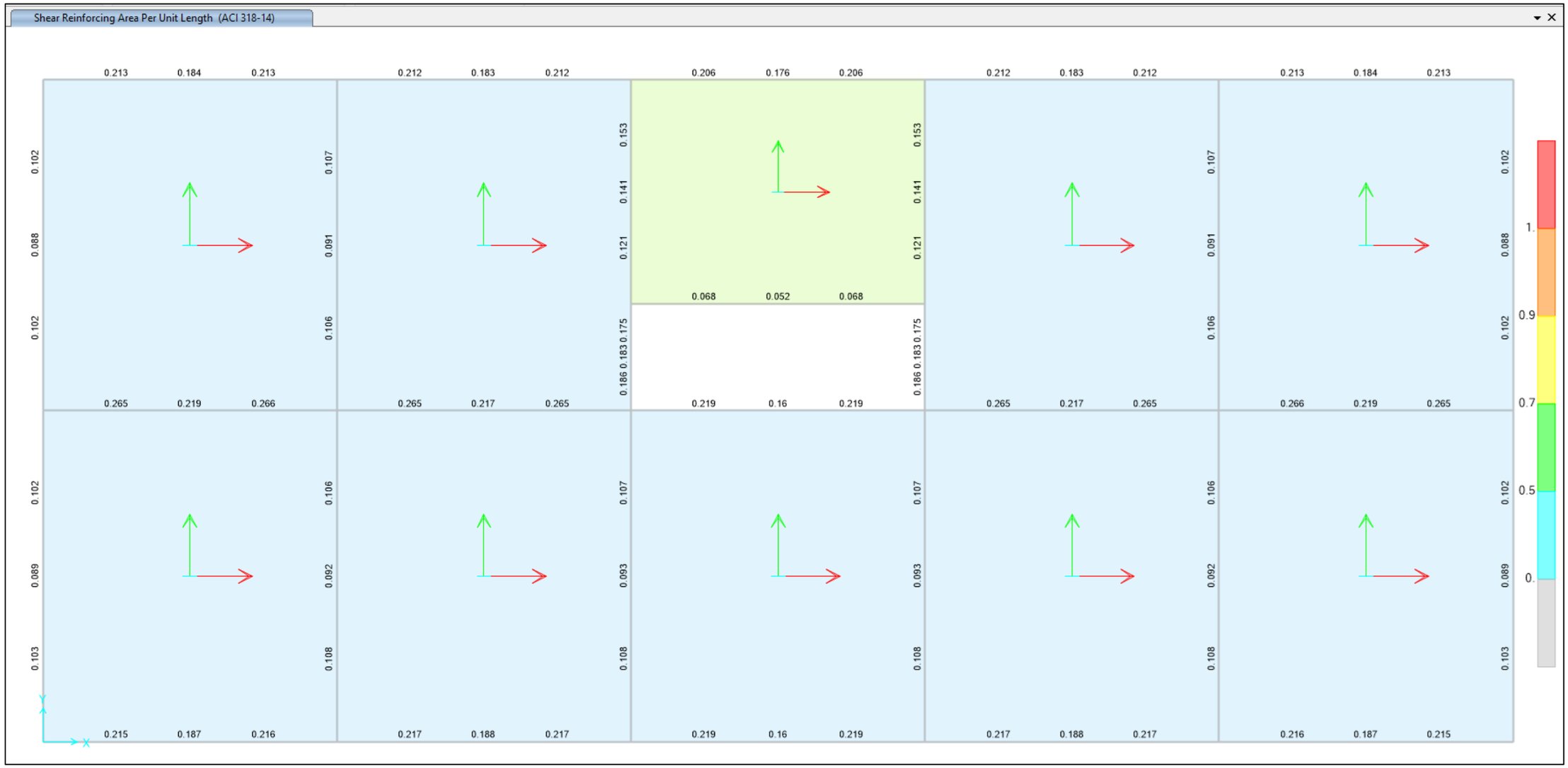


Figura 113: Diseño de acero transversal en vigas nivel +3.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

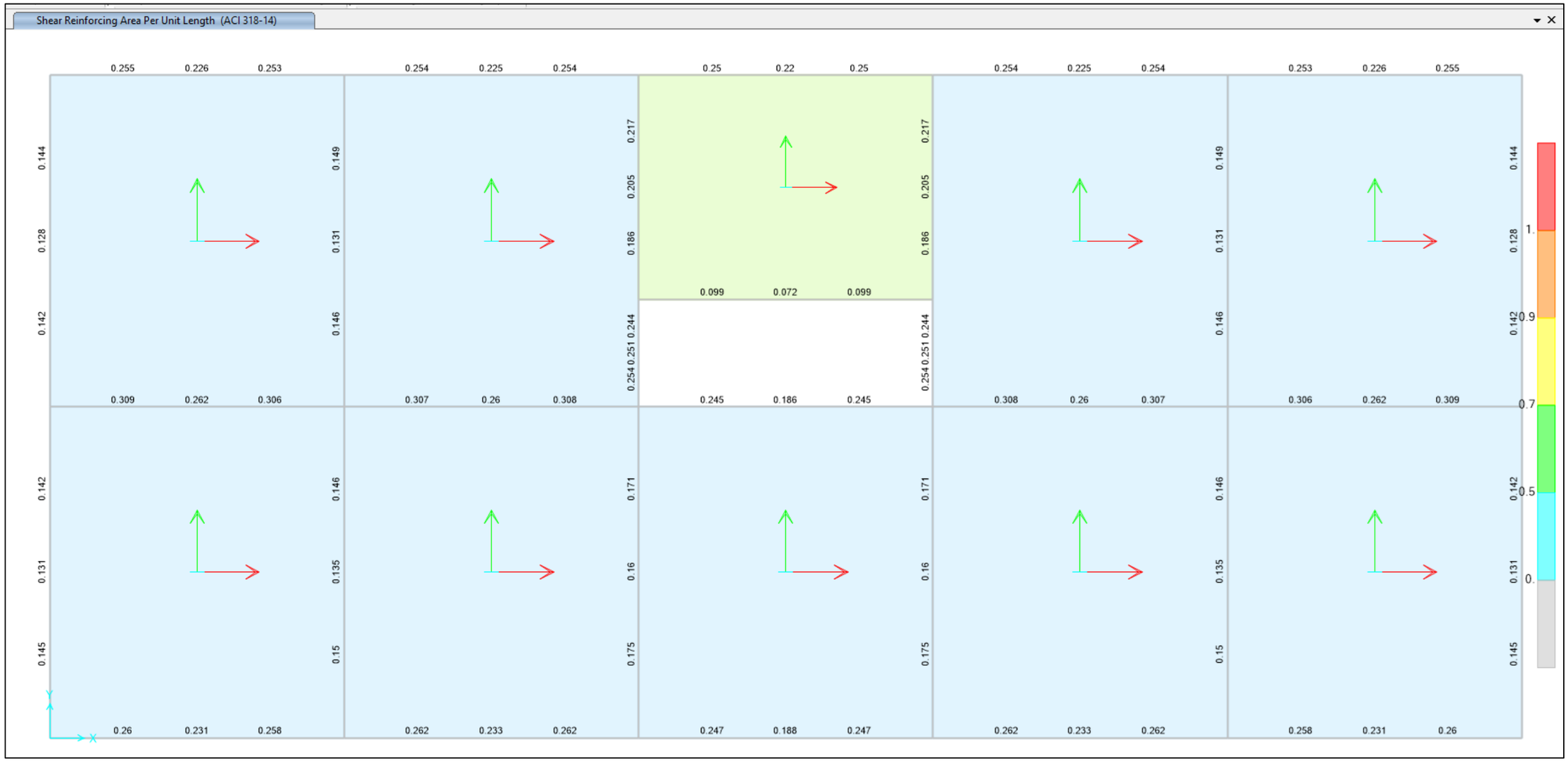


Figura 114: Diseño de acero transversal en vigas nivel +7.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

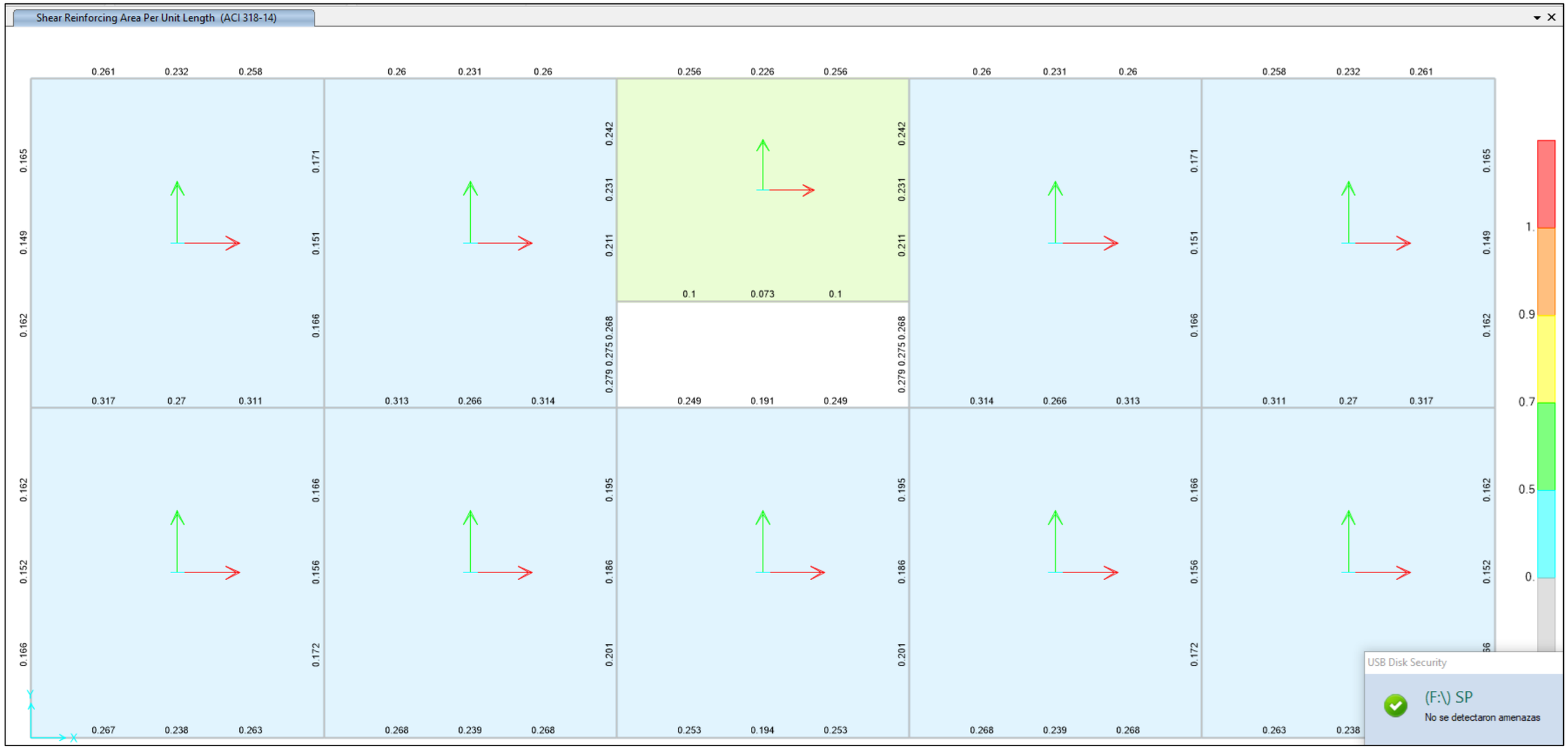


Figura 115: Diseño de acero transversal en vigas nivel +10.5 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

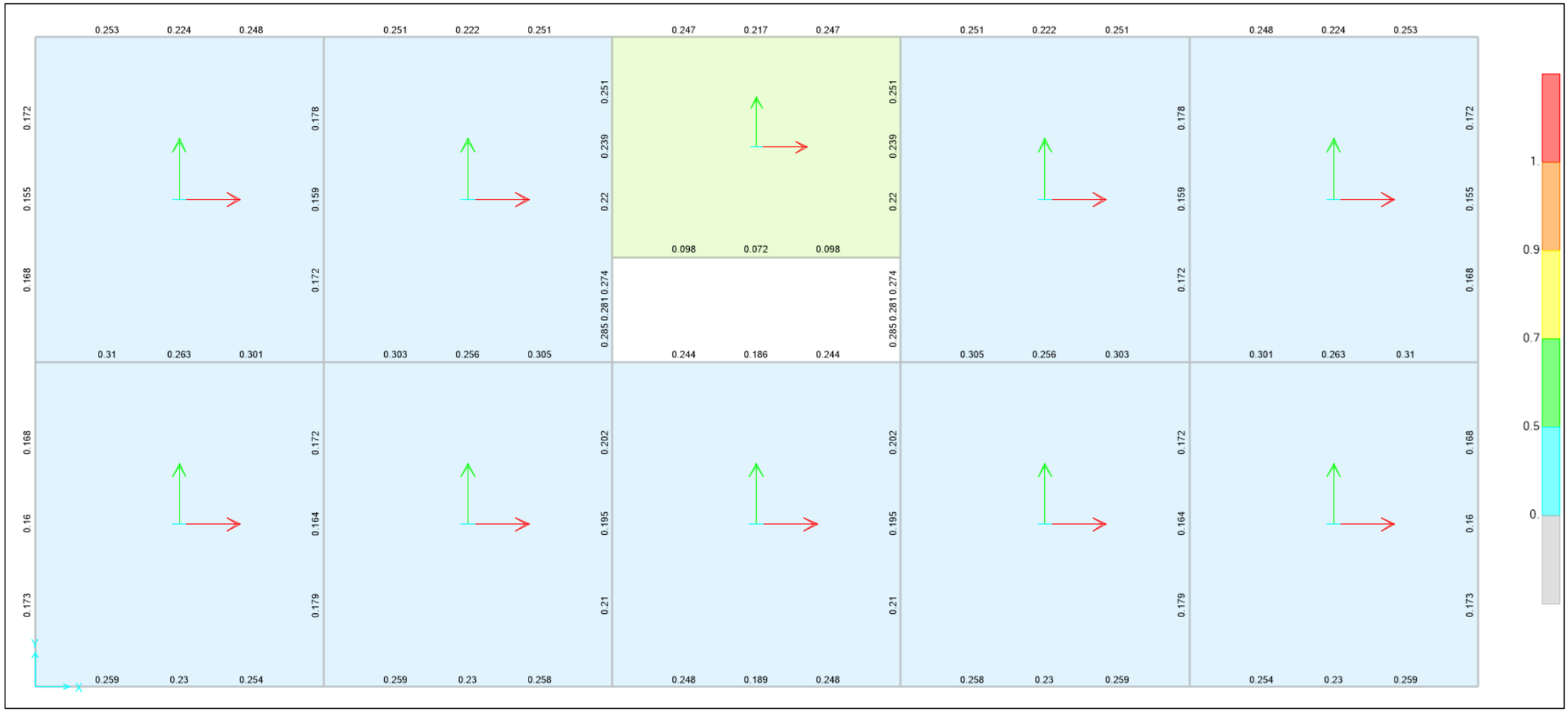


Figura 116: Diseño de acero transversal en vigas nivel +14.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

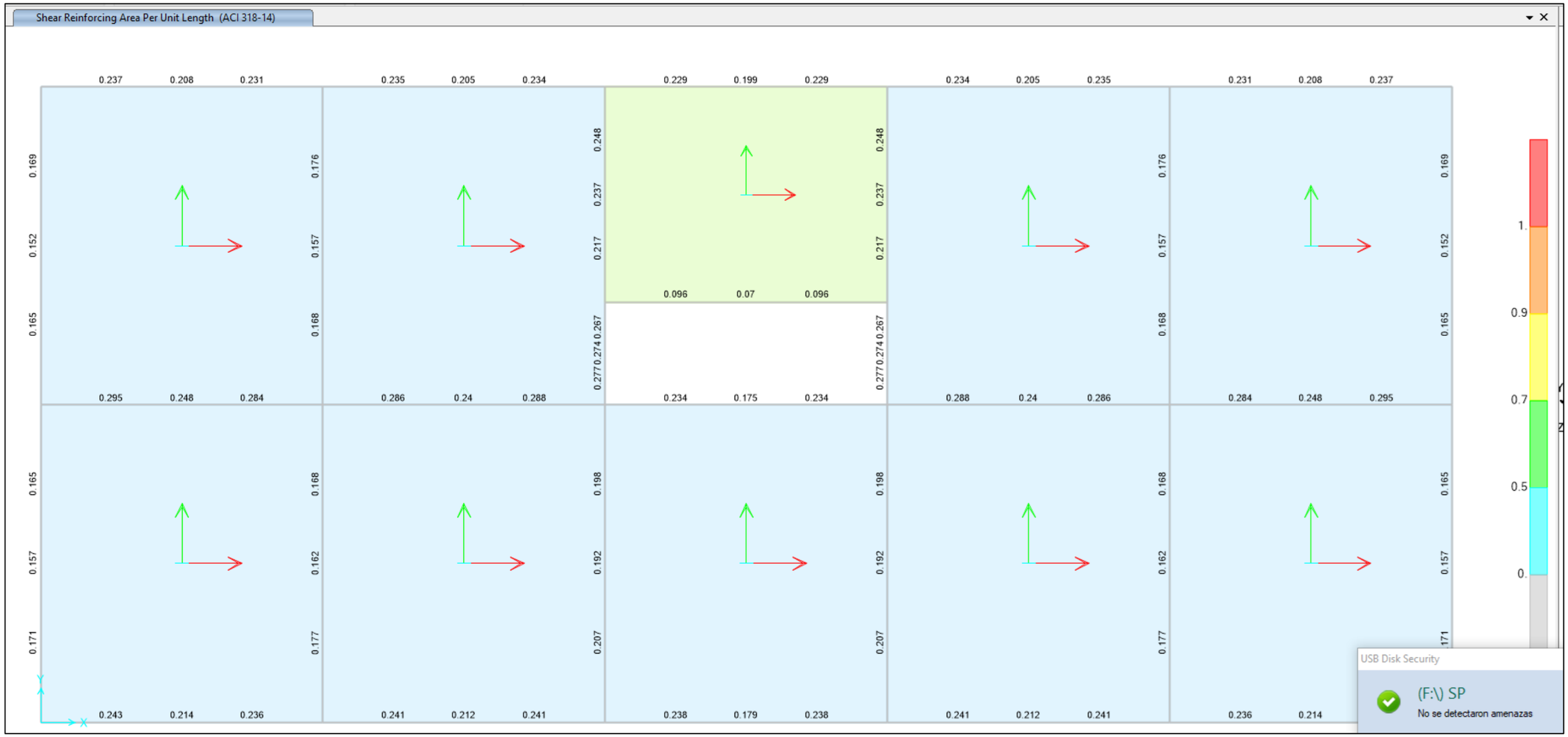


Figura 117: Diseño de acero transversal en vigas nivel +17.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

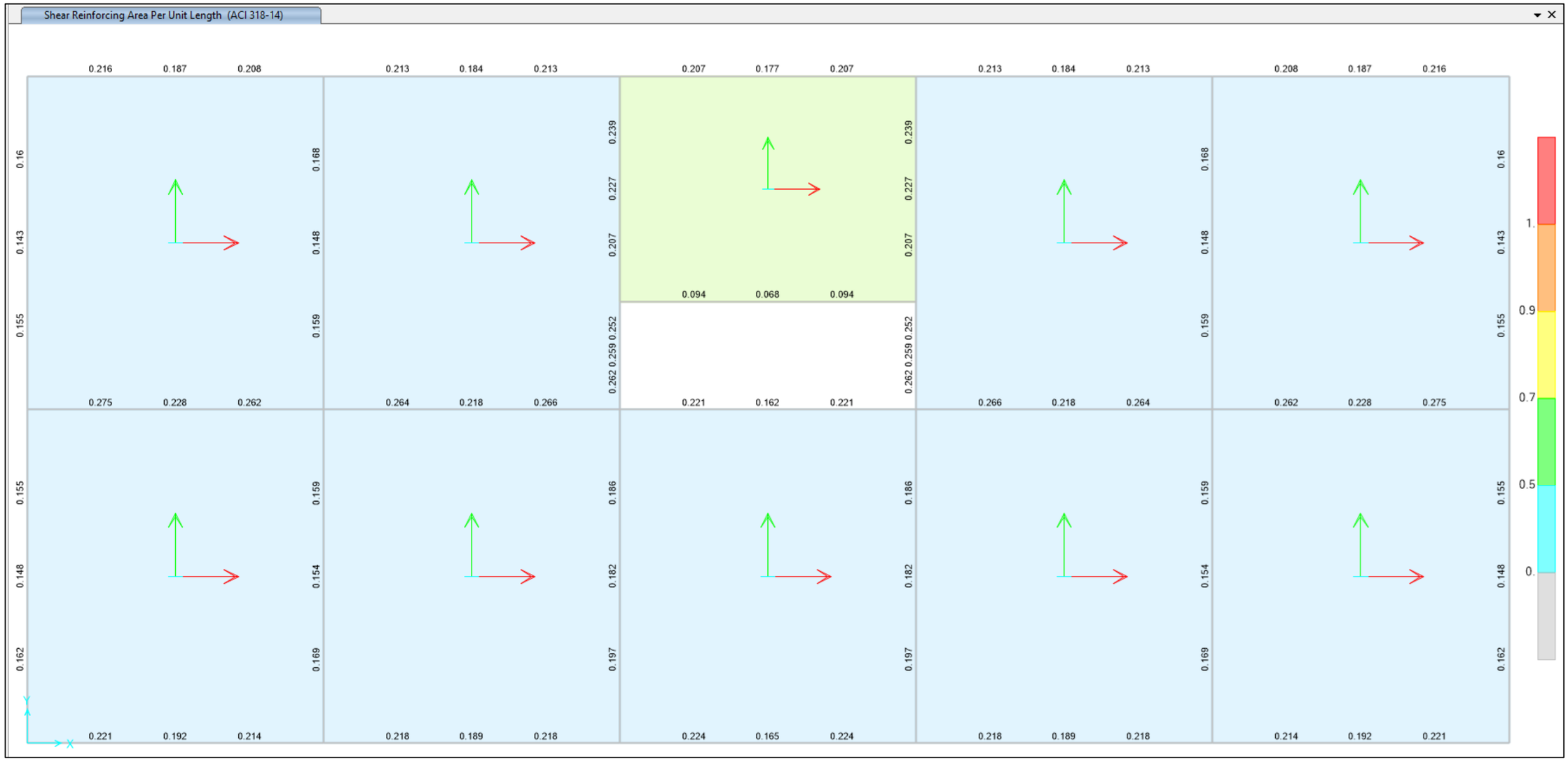


Figura 118: Diseño de acero transversal en vigas nivel +21.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

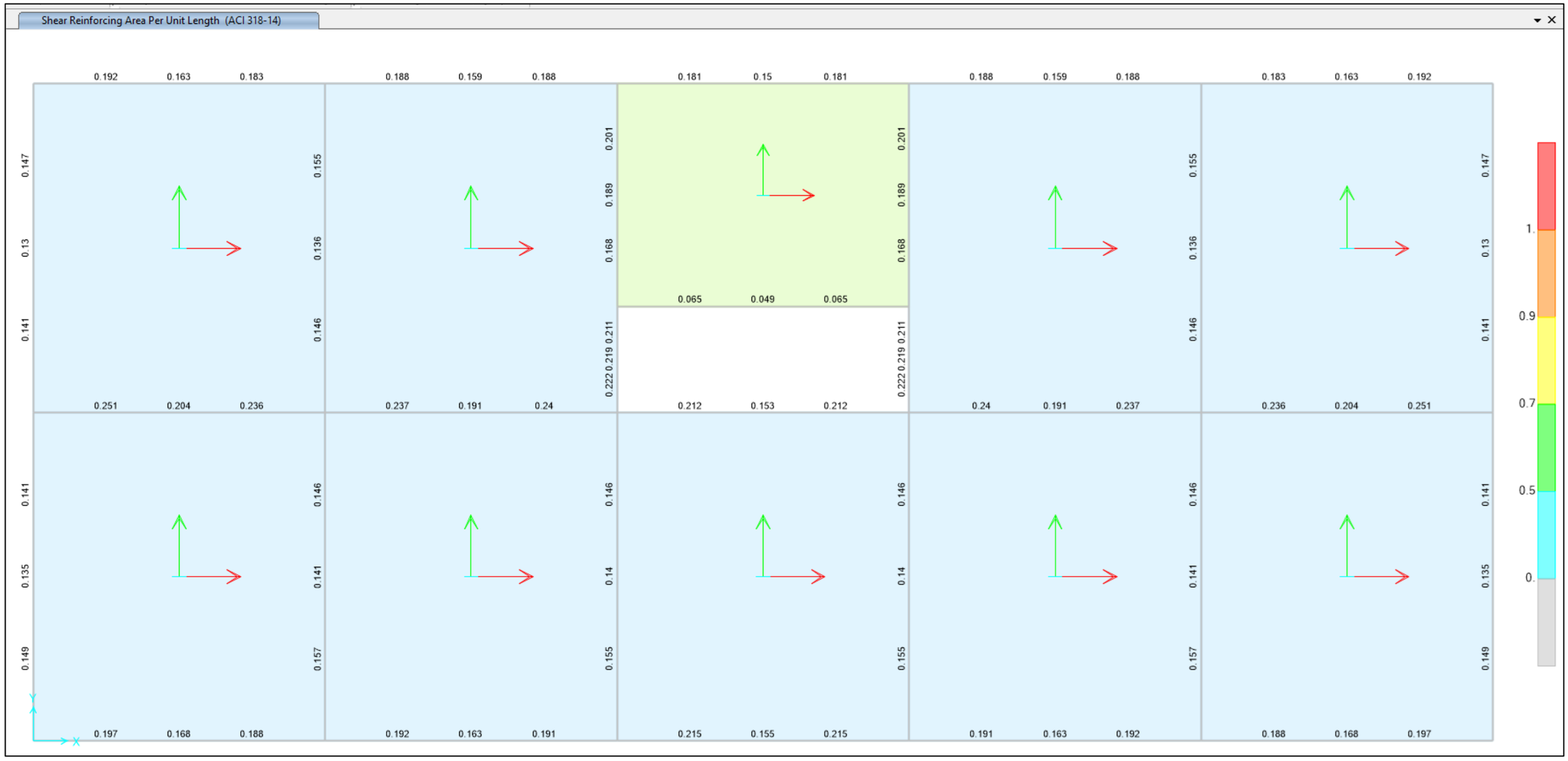


Figura 119: Diseño de acero transversal en vigas nivel +24.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

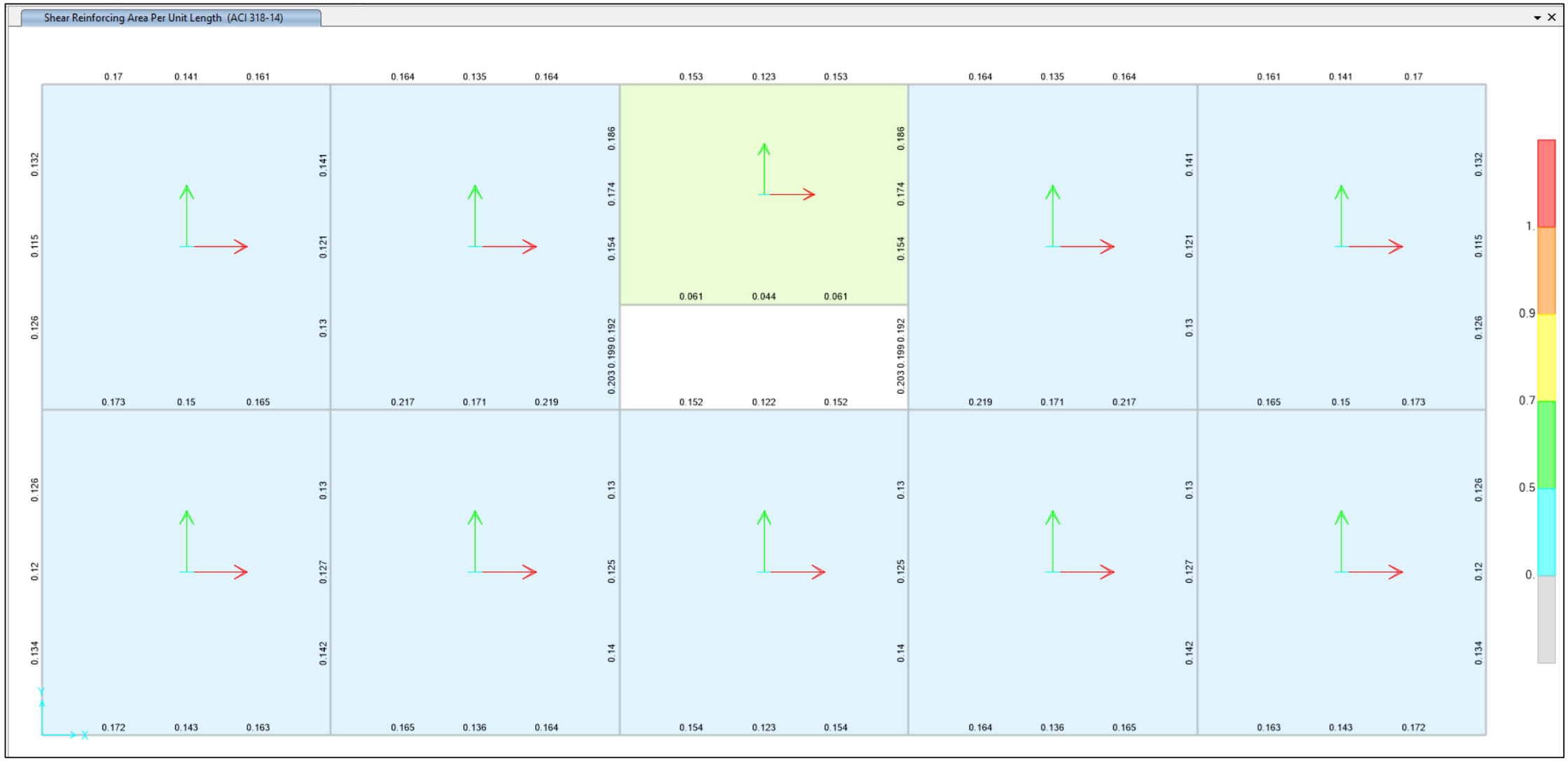


Figura 120: Diseño de acero transversal en vigas nivel +28.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

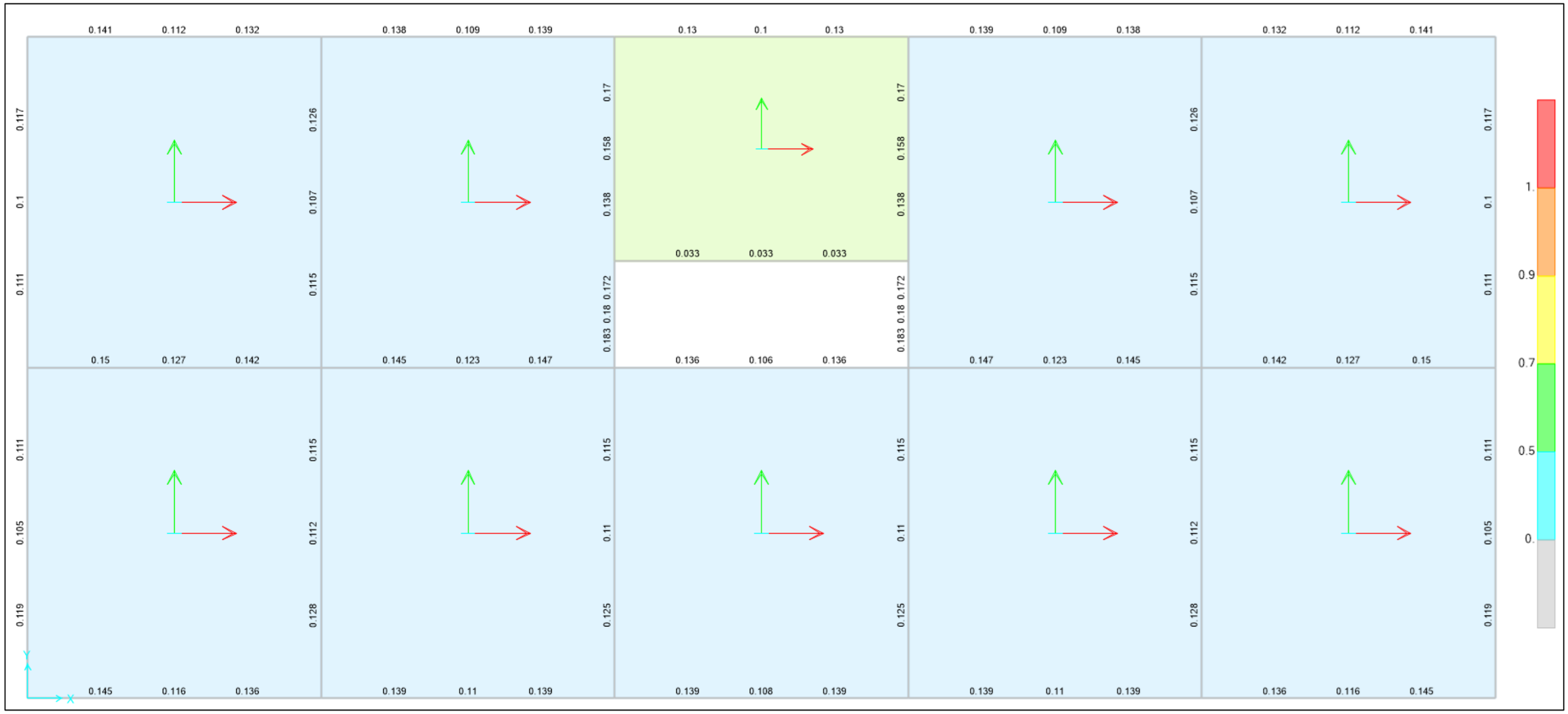


Figura 121: Diseño de acero transversal en vigas nivel +31.50 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

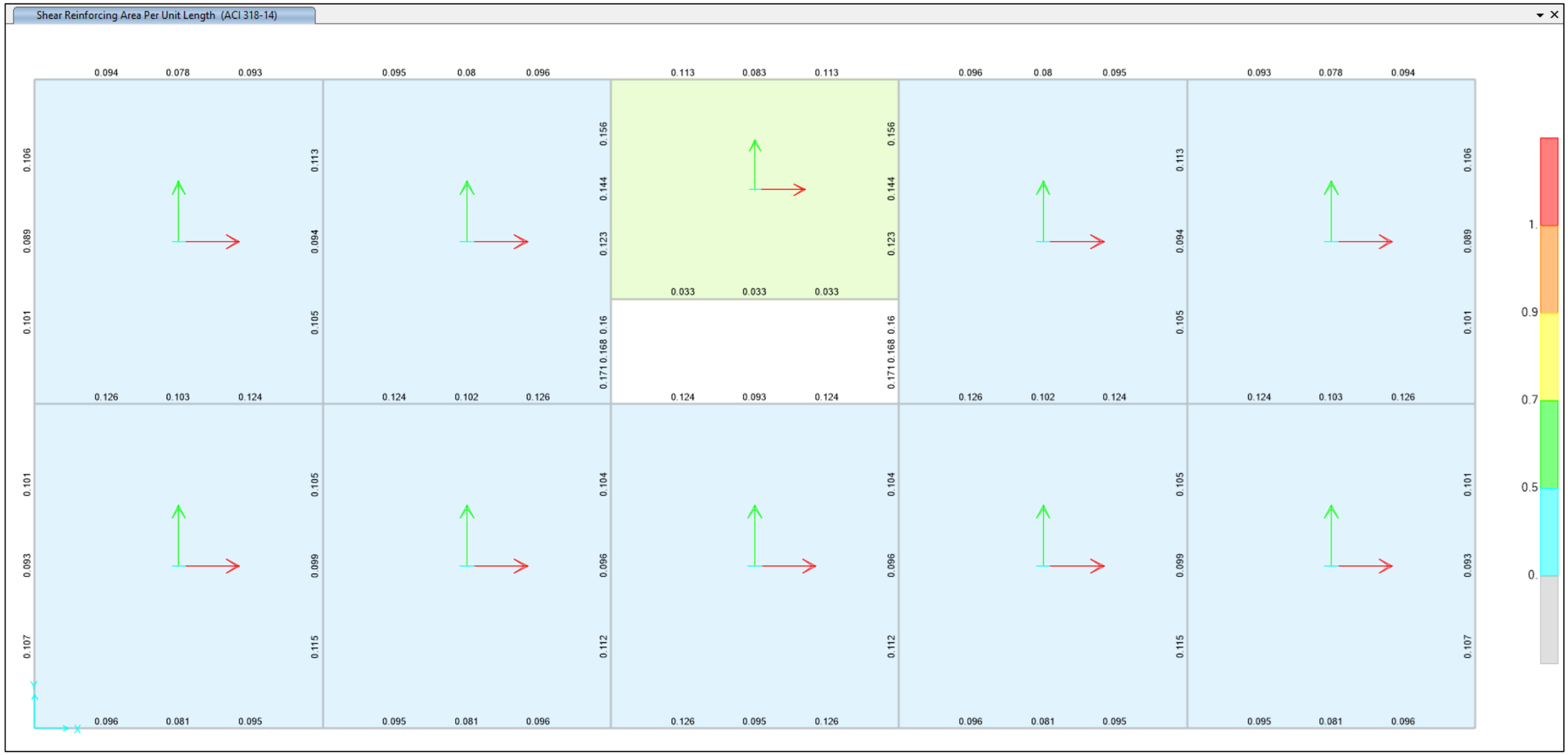


Figura 122: Diseño de acero transversal en vigas nivel +35.00 Edificio 2. Fuente: SAP2000. Elaborado por: Sara Ponguillo.

8. CAPÍTULO VIII: PLANOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO

8.1 Planos estructurales

El diseño de los modelos se lo realizó siguiendo el diseño obtenido del SAP2000 y basándose en las normas del ACI318-14.

Para obtener un diseño eficiente y más simplificado se agrupó los pisos de la estructura que presentan resultados de diseño similar y se los determino como pisos tipo y de este modo se realizaron los planos estructurales.

Los pisos tipo se distribuyen de la siguiente forma:

- Edificio 1: Edificio de hormigón armado con losas de hormigón armado

  Losa Tipo 1: piso 1, piso 9 y piso 10.

  Losa Tipo 2: piso 2, piso 8, piso 7.

  Losa tipo 3: piso 3, piso 4, piso 5, piso 6.

- Edificio 2: Edificio de hormigón armado con losas de hormigón presforzado

  Losa Tipo 1: piso 9, piso 10.

  Losa Tipo 2: piso 8.

  Losa Tipo 3: piso 1, piso 6, piso 7.

  Losa Tipo 4: piso 2, piso 3, piso 4.

  Losa Tipo 4: piso 5.

Los planos estructurales del Edificio 1 se encuentran en el anexo A y se dividen en:

- Plano E1-1/7

  Implantación de columnas, armado de columnas, planilla de acero de columnas, detalles.

- Plano E1-2/7

  Planta de losa tipo 1, armado de vigas en losa tipo 1, planilla de acero de vigas, detalles.

- Plano E1-3/7

  Armado de vigas en losa tipo 1, planilla de acero de vigas, detalles.

- Plano E1-4/7

  Planta de losa tipo 2, armado de vigas en losa tipo 2, planilla de acero de vigas, detalles.

– Plano E1-5/7

  Armado de vigas en losa tipo 2, planilla de acero de vigas, detalles.

– Plano E1-6/7

  Planta de losa tipo 3, armado de vigas en losa tipo 3, planilla de acero de vigas, detalles.

– Plano E1-7/7

  Armado de vigas en losa tipo3, planilla de acero de vigas, detalles.

Los planos estructurales del Edificio 2 se encuentran en el anexo B y se dividen en:

– Plano E2-1/12

  Implantación de columnas.

– Plano E2-2/12

  Armado de columnas, planilla de acero de columnas, detalles.

– Plano E2-3/12

  Planta de losa tipo 1, armado de vigas en losa tipo 1, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles.

– Plano E2-4/12

  Armado de vigas en losa tipo 1, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles

– Plano E2-5/12

  Planta de losa tipo 2, armado de vigas en losa tipo 2, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles.

– Plano E2-6/12

  Armado de vigas en losa tipo 2, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles

– Plano E2-7/12

  Planta de losa tipo 3, armado de vigas en losa tipo 3, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles.

– Plano E2-8/12

  Armado de vigas en losa tipo 3, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles

– Plano E2-9/12

  Planta de losa tipo 4, armado de vigas en losa tipo 4, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles.

– Plano E2-10/12

  Armado de vigas en losa tipo 4, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles

- Plano E2-11/12

  Planta de losa tipo 5, armado de vigas en losa tipo 5, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles.
- Plano E2-12/12

  Armado de vigas en losa tipo 5, planilla de acero de refuerzo y de cable, detalles

8.2 Especificaciones Técnicas

8.2.1 Especificaciones del Hormigón

Las especificaciones fueron tomadas de las memorias de cálculo de Ponguillo (2019):

- El hormigón deberá estar compuesto de cemento Portland, agregados finos, agregados gruesos las proporciones que el diseño de dosificaciones dé, con el objeto de que sea trabajable.
- Al hormigón podrá adicionársele aditivos como por ejemplo: reductores de aire, aceleradores hidrófugos y otros que el constructor estime conveniente, previa la autorización de la Dirección todo caso deberán cumplir la norma ASTM C 494.
- El asentamiento mínimo del hormigón, para todos los diseños deberá estar entre 2 a 3 pulgadas podrá exceder de 5 pulgadas.
- Para el asentamiento máximo se regirá mediante las recomendaciones del laboratorio de materiales para los casos en que se use hormigón bombeado con o sin plastificantes.
- Cuando el constructor use aditivos de los mencionados anteriormente, deberá presentar a la Dirección técnica pruebas de que dichas substancias no afectan a la resistencia futura del hormigón, deberá asimismo hacer aprobar los detalles del uso, las proporciones y demás condiciones del fabricante. (p.1)

8.2.2 Especificaciones de encofrado y desencofrado

Las especificaciones fueron tomadas de las memorias de cálculo de Ponguillo (2019):

- Los encofrados deberán ser suficientemente resistentes para satisfacer el peso del hormigón y los esfuerzos ocasionados durante la construcción. Deberán ser humedecidos inmediatamente antes de la fundición. En la

confección del encofrado, el Constructor deberá considerar siempre que la estructura es un elemento ornamental y por lo tanto la ejecución de los encofrados debe ser hecha con la máxima prolijidad.

- En los elementos estructurales proyectados en hormigón visto se usarán los tipos de encofrados especificados en la planificación arquitectónica.
- Los encofrados laterales podrán ser retirados dos días después de la fundición.
- Los encofrados de las losas y los horizontales de las vigas podrán retirarse a las cuatro semanas de la fundición, o antes cuando se haya logrado la resistencia del diseño mediante el uso de aditivos apropiados previa la verificación de la resistencia a través de las pruebas correspondientes. Los elementos en voladizo se desencofrarán en cualquier caso a los 28 días aunque se los haya fundido con acelerante.
- Si las losas o vigas fueran a soportar cargas considerables durante la construcción, se dejarán puntales espaciados en las losas y en los cuartos de las luces en las vigas.
- Al retirarse los encofrados se cuidará que el hormigón vaya recibiendo la carga progresiva y uniformemente. (p.6)

8.2.3 Especificaciones del acero de refuerzo

Las especificaciones fueron tomadas de las memorias de cálculo de Ponguillo (2019):

- Se usará varilla corrugada normal de construcción, sus características deberán estar regidas por la norma INEN 102.
- Se usarán varillas de construcción de límite de fluencia Fy=4200 kg/cm².
- Todas las armaduras tendrán las dimensiones indicadas en los planos.
- Las armaduras deberán estar aseguradas firmemente en la posición señalada en los planos y deberán ser capaces de resistir los efectos del vibrado del hormigonado.
- Las varillas deberán estar completamente libres de cualquier capa o recubrimiento que pueda reducir o destruir la adherencia con el hormigón.
- El doblado de los hierros deberá hacerse en frío. (p.3)

8.2.4 Especificaciones del cable de presfuerzo

La Universidad Técnica de Cataluña (n.d.) afirma:

> El ciclo constructivo puede tener mayor o menor duración dependiendo de la tipología del forjado, o en otras palabras, de la complejidad de su encofrado. No obstante el plazo de ejecución es, generalmente, más reducido que en hormigón armado debido a la posibilidad de tesar los cables 3 o 4 días después del hormigonado. (p.36)

El tensado del cable se lo debe realizar de la siguiente manera según la (Universidad Técnica de Cataluña (n.d.):

- Cuando se alcanza la resistencia necesaria en el hormigón, la cual oscila entre el 60 y el 80% de la resistencia a los 28 días, y la dirección de obra lo autoriza se procede al tesado.
- Se marcan las sobre longitudes de los cordones con pintura. La pintura facilita reconocer que cordones han sido tesados y orienta sobre el alargamiento del tendón que sirve como comprobación de que la operación se ha realizado de modo correcto. A continuación se procede al tesado introduciendo el gato, aplicando la presión necesaria y finalmente clavando.
- El tesado debe controlarse de dos formas. En primer lugar la presión del manómetro de la bomba debe traducirse en fuerza del tendón, lo cual viene generalmente proporcionado por una tabla de conversión automática. En segundo lugar, debe medirse el alargamiento del tendón y contrastarlo con el calculado teóricamente. Si existen diferencias mayores del 7% deben estudiarse las causas tomando las medidas adecuadas.
- Una vez aprobado el tesado se pueden cortar los cordones a una longitud entre 2 y 4 cm. exterior a la cuña de los anclajes y sellar los cajetines. (p.41)

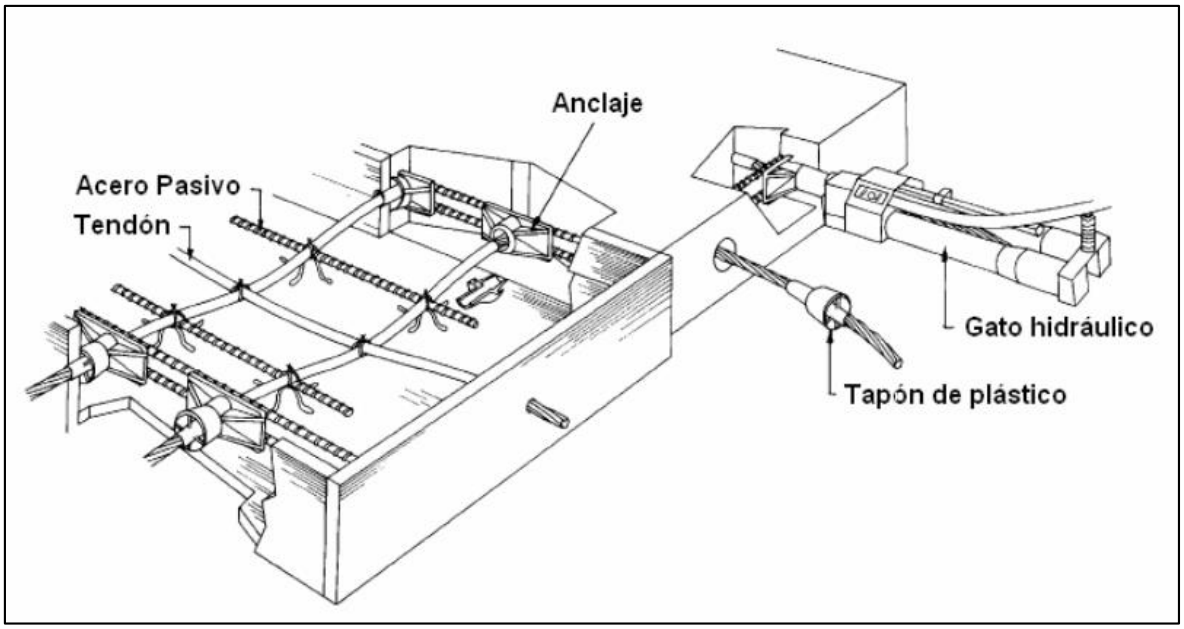


Figura 123: Detalle de anclajes. Fuente: Universidad Técnica de Cataluña, n.d.

8.3 Análisis de Precios unitarios

El análisis de precios unitarios del Edificio 1 se encuentra en el anexo C.

El análisis de precios unitarios del Edificio 2 se encuentra en el anexo D.

8.4 Cálculo de volúmenes de obra

8.4.1 Volumen de elementos en Edificio 1

8.4.1.1 Volumen de columnas

$$A = 1.75m * 17.5m$$

$$A = \ 3.063\ m^2$$

$$H = 35m$$

$$V = 3.063m^2 * 35m$$

$$V = 107.19\ m^3$$

$$V_{TOTAL} = 107.19m^3 * 24$$

$$\boldsymbol{V_{TOTAL} = 2572.50\ m^3}$$

8.4.1.2 Volumen de vigas

- Viga eje 1, eje 2, eje 2 y eje 4

  Las vigas de los ejes 1, 2, 3 y 4 tienen la misma longitud y área.

$$A = 0.6m * 0.9m$$

$$A = 0.54\ m^2$$

$$L = 6.875m * 2 + 5.25m * 2 + 6.25m$$

$$L = 30.50m$$

$$V = 0.54m^2 * 30.50m$$

$$V = 16.47\ m^3$$

$$V_{piso} = 16.47m^3 * 4$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 65.88\ m^3}$$

- Viguetas eje 1’ y 3’

Las vigas de los ejes 1’ y 3’ tienen la misma longitud y área.

$$A = 0.3m * 0.5m$$

$$A = 0.15\ m^2$$

$$L = 8.8m * 2 + 6.25m * 2 + 7.1m$$

$$L = 37.20m$$

$$V = 0.15m^2 * 37.20m$$

$$V = 5.58\ m^3$$

$$V_{piso} = 5.58m^3 * 2$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 11.16\ m^3}$$

- Viga eje 2’

$$A = 0.4m * 0.6m$$

$$A = 0.24\ m^2$$

$$L = 7.10m$$

$$V = 0.24m^2 * 7.1m$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 1.70\ m^3}$$

- Viga eje A y F

Las vigas de los ejes A y F tienen la misma longitud y área.

$$A = 0.4m * 0.6m$$

$$A = 0.24\ m^2$$

$$L = 4.375m * 2 + 3.25m$$

$$L = 12.00$$

$$V = 0.24m^2 * 12.00m$$

$$V = 2.88\ m^3$$

$$V_{TOTAL} = 2.88m^3 * 2$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 5.76\ m^3}$$

- Viga eje B y E

  Las vigas de los ejes B y E tienen la misma longitud y área.

$$A = 0.6m * 0.8m$$

$$A = 0.48\ m^2$$

$$L = 4.375m * 2 + 3.25m$$

$$L = 12.00$$

$$V = 0.48m^2 * 12.00m$$

$$V = 5.76\ m^3$$

$$V_{piso} = 5.76m^3 * 2$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 11.52\ m^3}$$

- Viga eje C y D

  Las vigas de los ejes C y D tienen la misma longitud y área.

$$A = 0.9m * 0.6m$$

$$A = 0.54\ m^2$$

$$L = 4.375m * 2 + 3.25m$$

$$L = 12.00$$

$$V = 0.54m^2 * 12.00m$$

$$V = 6.48\ m^3$$

$$V_{piso} = 6.48m^3 * 2$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 12.96\ m^3}$$

- Viga eje C'

$$A = 0.3m * 0.5m$$

$$A = 0.15\ m^2$$

$$L = 2.40m$$

$$V = 0.15m^2 * 2.40m$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 0.36\ m^3}$$

- **Volumen total de vigas**

$$V_{Tvigas} = 65.88m^3 + 11.16m^3 + 1.70m^3 + 5.76m^3 + 11.52m^3 + 12.96m^3 + 0.36m^3$$

$$V_{Tvigas} = 109.34m^3$$

$$V_{TOTAL} = 109.34m^3 * 10$$

$$\boldsymbol{V_{Total} = 1093.40m^3}$$

8.4.1.3 Volumen de losas

- Loseta

  Área obtenida de AutoCAD

$$A = 559.22m^2$$

$$e = 0.05m$$

$$v_{loseta} = 559.22m^2 * 0.05m$$

$$v_{loseta} = 27.96m^3$$

- Nervios vanos continuos

$$A = 0.1m * 0.3m$$

$$A = 0.03\ m^2$$

$$L = 16m$$

$$V = 0.03m^2 * 16m * 44$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 21.12\ m^3}$$

- Nervios vanos discontinuos

$$A = 0.1m * 0.3m$$

$$A = 0.03\ m^2$$

$$L = 13.20m$$

$$V = 0.03m^2 * 13.20m * 15$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 5.94\ m^3}$$

- **Volumen total de losa**

$$V_{Tvigas} = 27.96m^3 + 21.12m^3 + 5.94m^3$$

$$V_{Tvigas} = 55.02m^3$$

$$V_{TOTAL} = 55.02m^3 * 10$$

$$\boldsymbol{V_{Total} = 550.20m^3}$$

8.4.2 Volumen de elementos en Edificio 2

8.4.2.1 Volumen de columnas

$$A = 0.9m * 1.80m$$

$$A = \ 1.62\ m^2$$

$$H = 35m$$

$$V = 1.62m^2 * 35m$$

$$V = 56.7\ m^3$$

$$V_{TOTAL} = 56.7m^3 * 18$$

$$\boldsymbol{V_{TOTAL} = 1020.60\ m^3}$$

8.4.2.2 Volumen de vigas

- Viga eje 1, eje 2, eje 3

  Las vigas de los ejes 1, 2 y 3 tienen la misma longitud y área.

$$A = 0.6m * 0.9m$$

$$A = 0.54\ m^2$$

$$L = 7.15m * 2 + 7.10m * 3$$

$$L = 35.60m$$

$$V = 0.54m^2 * 35.60m$$

$$V = 16.47\ m^3$$

$$V_{piso} = 19.22m^3 * 3$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 57.67\ m^3}$$

- Viga eje 2'

$$A = 0.4m * 0.6m$$

$$A = 0.24\ m^2$$

$$L = 7.40m$$

$$V = 0.24m^2 * 7.40m$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 1.78\ m^3}$$

- Viga eje A, B, C, D, E y F

  Las vigas de los ejes A y F tienen la misma longitud y área.

$$A = 0.6m * 0.8m$$

$$A = 0.48\ m^2$$

$$L = 6.8m * 2$$

$$L = 13.60$$

$$V = 0.48m^2 * 13.60m$$

$$V = 2.88\ m^3$$

$$V_{TOTAL} = 6.53m^3 * 6$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 39.17\ m^3}$$

- **Volumen total de vigas**

$$V_{Tvigas} = 57.67m^3 + 1.78m^3 + 39.17m^3$$

$$V_{Tvigas} = 99.10m^3$$

$$V_{TOTAL} = 99.10m^3 * 10$$

$$\boldsymbol{V_{Total} = 991.09m^3}$$

8.4.2.3 Volumen de losas

- Loseta 5cm

  Área obtenida de AutoCAD

$$A = 573.66m^2$$

$$e = 0.05m$$

$$v_{loseta} = 573.66m^2 * 0.05m$$

$$v_{loseta} = 28.68m^3$$

- Loseta 4cm

  Área obtenida de AutoCAD

$$A = 42.56m^2$$

$$e = 0.04m$$

$$v_{loseta} = 42.56m^2 * 0.04m$$

$$v_{loseta} = 1.70m^3$$

- Nervios vanos continuos 9m

$$A = 0.1m * 0.31m$$

$$A = 0.031\ m^2$$

$$L = 17.2m$$

$$V = 0.031m^2 * 17.2m * 46$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 24.53\ m^3}$$

- Nervios vanos discontinuos 9m

$$A = 0.1m * 0.36m$$

$$A = 0.036\ m^2$$

$$L = 8.60m$$

$$V = 0.036m^2 * 8.60m * 17$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 5.26\ m^3}$$

- Nervios vanos discontinuos

$$A = 0.1m * 0.3m$$

$$A = 0.03\ m^2$$

$$L = 5.80m$$

$$V = 0.03m^2 * 5.80m * 8$$

$$\boldsymbol{V_{piso} = 1.39\ m^3}$$

- **Volumen total de losa**

$$V_{Tlosa} = 28.68m^3 + 1.70m^3 + 24.53m^3 + 5.26m^3 + 1.39m^3$$

$$V_{Tlosa} = 56.24m^3$$

$$V_{TOTAL} = 56.24m^3 * 10$$

$$\boldsymbol{V_{Total} = 562.4m^3}$$

8.5 Presupuesto

8.5.1 Presupuesto Edificio 1

El presupuesto del Edificio 1 correspondiente a estructura de hormigón armado con losas de hormigón armado es de 2,166,352.20 USD. A este valor hay que incluir el IVA del 12%.

El detalle del presupuesto está en el anexo E.

8.5.2 Presupuesto Edificio 2

El presupuesto del Edificio 1 correspondiente a estructura de hormigón armado con losas de hormigón presforzado es de 1,478,958.65 USD. A este valor hay que incluir el IVA del 12%.

El detalle del presupuesto está en el anexo F.

9. CAPÍTULO IX: COMPARACION TECNICAS Y ECONÓMICAS

El presente capítulo compara los resultados obtenidos del análisis y diseño realizados entre el Edificio 1 y el Edificio 2 y se establece una relación.

Esta relación será Edificio2/ Edificio1 (E2/E1)

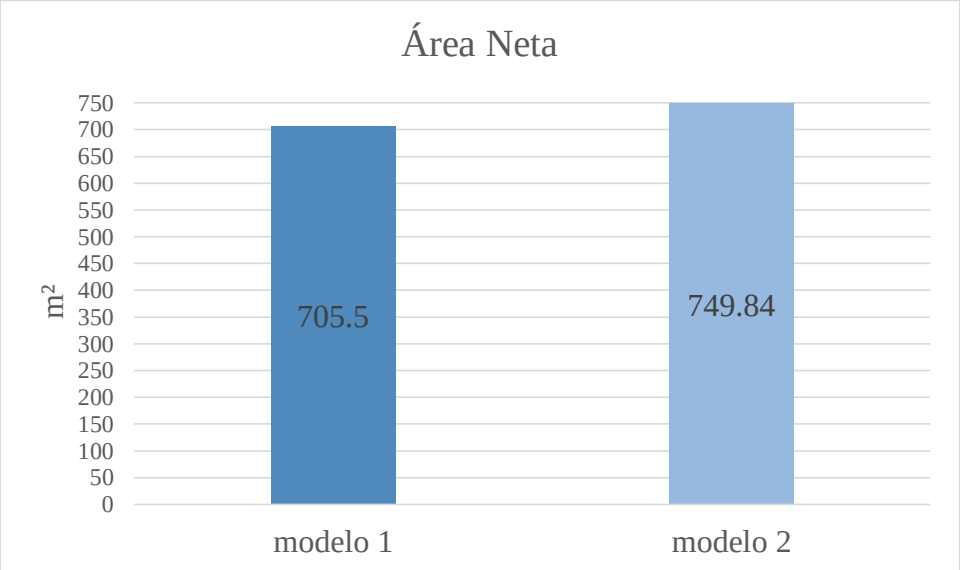
9.1 Comparación Técnica

Comparación técnica		
Descripción:	Número de ejes de vigas	
Edificio 1	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
	Eje X	
4	3	75.00%
	Eje Y	
6	6	100.00%

Tabla 164: Comparación técnica-Número de ejes de vigas. Elaborado por: Sara Ponguillo.

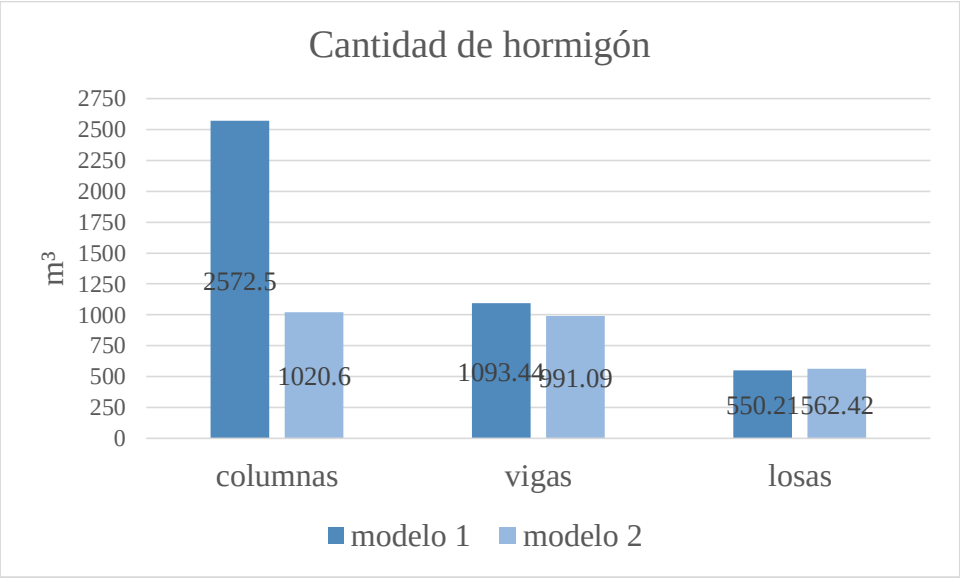
Comparación técnica		
Descripción:	Área Neta	
Edificio 1	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
705.5 m²	749.84 m²	106.28%
90.56% del área bruta	96.25% del área bruta	

Tabla 165: Comparación técnica-Área neta. Elaborado por: Sara Ponguillo.



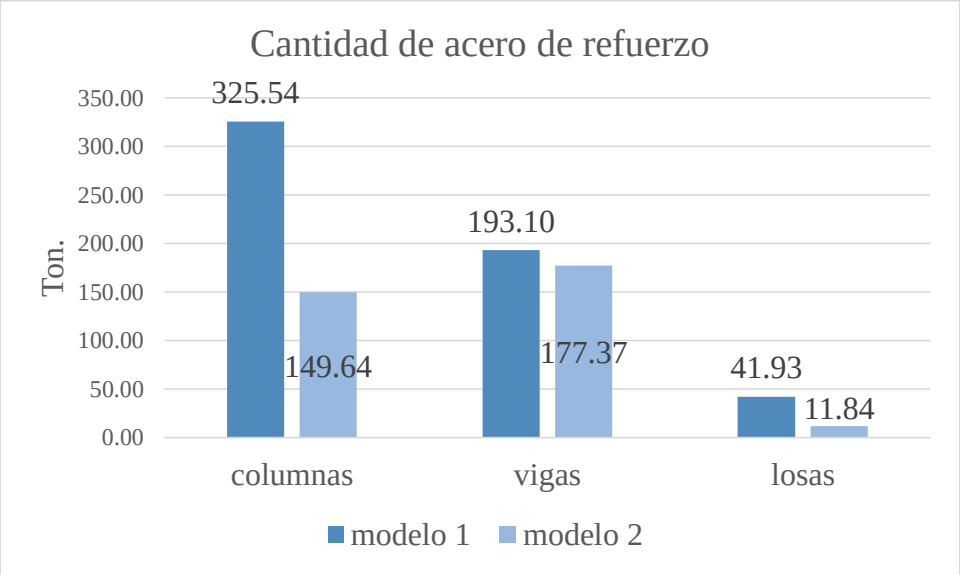
Comparación técnica		
Descripción:	Cantidad de Hormigón	
Edificio 1	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
	Columnas	
2572.5 m³	1020.60 m³	39.67%
	Vigas	
1093.44 m³	991.09 m³	90.64%
	Losas	
550.21 m³	562.42 m³	118.58%

Tabla 166: Comparación técnica-Cantidad de hormigón. Elaborado por: Sara Ponguillo.



Comparación técnica		
Descripción:	Cantidad de acero de refuerzo	
Edificio 1	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
	Columnas	
325542.7 kg	149641.67 kg	45.97%
	Vigas	
193102.24 kg	177372.09 kg	91.85%
	Losas	
41931.41 kg	11835.30 kg	28.23%

Tabla 167: Comparación técnica-Cantidad de acero de refuerzo. Elaborado por: Sara Ponguillo.



Comparación técnica		
Descripción:	Cargas de la estructura	
Edificio 1	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
Peso de la estructura		
12398.2315 Ton.	9273.7542 Ton.	74.80%
Cortante Basal		
1847.3365 Ton.	1381.7894 Ton.	74.80%

Tabla 168: Comparación técnica-Cargas de la estructura. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Comparación técnica			
	Descripción:	Reacciones en la base	
	Carga:	DEAD	
Reacción	**Edificio 1**	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
Fuerza x	-8.798E-12	-1.211E-12	13.76%
Fuerza y	-5.613E-12	-3.12E-11	555.85%
Fuerza z	12668.344	9396.3675	74.17%
Momento x	113862.7347	84323.38034	74.06%
Momento y	-253366.88	-187927.35	74.17%
Momento z	1.108E-10	-6.72E-10	-606.50%

Tabla 169: Comparación técnica-Reacciones de la base, carga muerta. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Comparación técnica			
	Descripción:	Reacciones en la base	
	Carga:	LIVE	
Reacción	**Edificio 1**	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
Fuerza x	-1.813E-12	-2.476E-13	13.66%
Fuerza y	-1.002E-11	-1.973E-11	196.91%
Fuerza z	1440.64	1393.6	96.73%
Momento x	12848.832	12475.12	97.09%
Momento y	-28812.8	-27872	96.73%
Momento z	-1.517E-10	-4.206E-10	277.26%

Tabla 170: Comparación técnica-Reacciones en la base, carga viva. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Comparación técnica			
	Descripción:	Reacciones en la base	
	Carga:	QUAKEX	
Reacción	**Edificio 1**	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
Fuerza x	-1847.3365	-1381.7894	74.80%
Fuerza y	1.704E-12	-1.524E-11	-894.37%
Fuerza z	2.63E-10	1.721E-10	65.44%
Momento x	-1.188E-09	1.78E-09	-149.83%
Momento y	-44477.452	-33476.08	75.27%
Momento z	16602.9146	12399.33335	74.68%

Tabla 171: Comparación técnica-Reacciones de la base, carga QUAKEX. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Comparación técnica			
	Descripción:	Reacciones en la base	
	Carga:	QUAKEY	
Reacción	**Edificio 1**	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
Fuerza x	4.984E-12	-5.195E-11	-1042.34%
Fuerza y	-1847.3365	-1381.7894	74.80%
Fuerza z	-8.409E-10	2.489E-10	-29.60%
Momento x	44477.45229	33476.08034	75.27%
Momento y	1.784E-08	-4.929E-09	-27.63%
Momento z	-36946.491	-27635.7874	74.80%

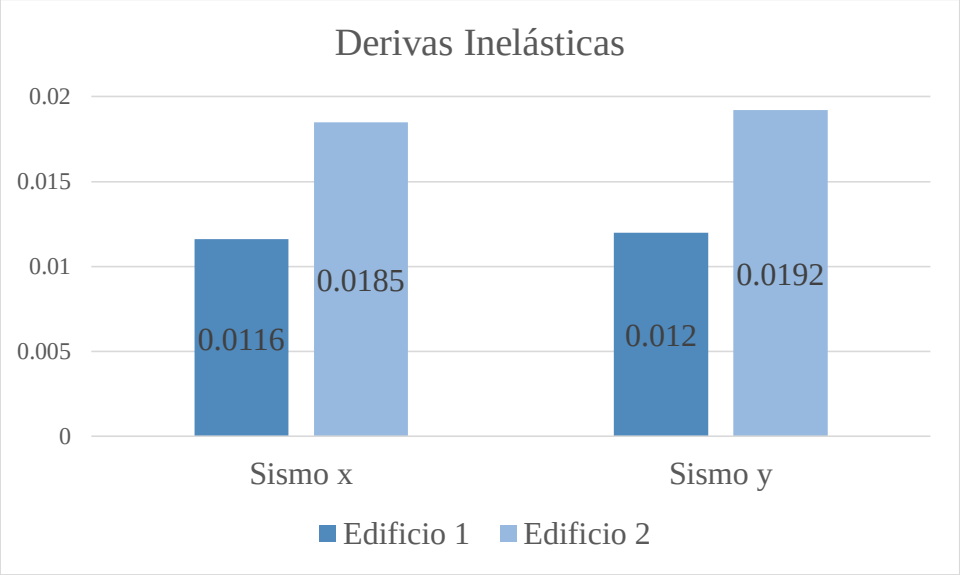
Tabla 172: Comparación técnica-Reacciones de la base, carga QUAKEY. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Comparación técnica			
	Descripción:	Reacciones en la base	
	Carga:	DINAMICO	
Reacción	**Edificio 1**	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
Fuerza x	1561.7599	1133.3663	72.57%
Fuerza y	1628.852	1198.1403	73.56%
Fuerza z	0.6964	4.3053	618.22%
Momento x	39158.93044	27931.53625	71.33%
Momento y	37577.17849	26248.17298	69.85%
Momento z	35481.03087	25808.36866	72.74%

Tabla 173: Comparación técnica-Reacciones de la base, carga DINAMICA. Elaborado por: Sara Ponguillo.

Comparación técnica			
Descripción:	Derivas inelásticas		
Reacción	**Edificio 1**	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
Sismo x	0.0116	0.0185	159.48%
Sismo y	0.0120	0.0192	160.0%

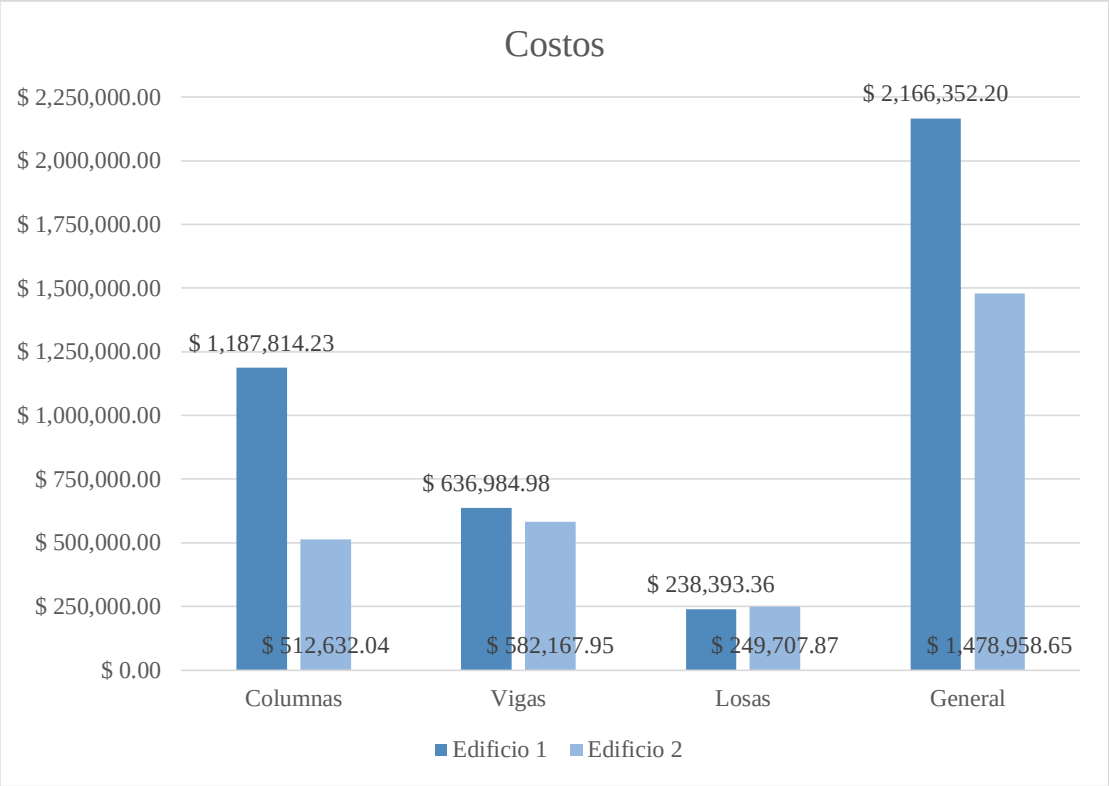
Tabla 174: Comparación técnica-Derivas inelásticas. Elaborado por: Sara Ponguillo.



9.2Comparación económica

Comparación económica		
Descripción:	Costos (USD)	
Edificio 1	**Edificio 2**	**relación E2/E1**
Columnas		
$ 1,187,814.23	$ 512,632.04	43.16%
Vigas		
$ 636,984.98	$ 582,167.95	91.39%
Losas		
$ 238,393.36	$ 249,707.87	104.75%
General		
$ 2,166,352.20	$ 1,478,958.65	68.27%

Tabla 175: Comparación económica-Costos. Elaborado por: Sara Ponguillo.


Costos
$ 2,250,000.00
$ 2,000,000.00
$ 1,750,000.00
$ 1,500,000.00
$ 1,250,000.00
$ 1,000,000.00
$ 750,000.00
$ 500,000.00
$ 250,000.00
$ 0.00
$ 1,187,814.23
$ 512,632.04
$ 636,984.98
$ 582,167.95
$ 238,393.36
$ 249,707.87
$ 2,166,352.20
$ 1,478,958.65
Columnas
Vigas
Losas
General
Edificio 1
Edificio 2

10. CAPÍTULO X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones

- En la presente tesis se realizó el análisis estructural, diseño y análisis económico de dos edificios con un área en planta de 779 m² y 10 pisos de altura. El primer edificio cuenta con una superestructura de hormigón armado con losas de hormigón armado y el segundo edificio de igual manera tiene una superestructura de hormigón armado pero con losas de hormigón presforzado.
- El análisis estructural se lo realizó basándose en la norma Ecuatoriana NEC-SE-DS: Peligro Sísmico para garantizar el buen funcionamiento de la estructura ante un evento sísmico y de esta manera precautelar la seguridad de las personas. Asimismo para el diseño se utilizó el código ACI318-14 y el Post-tensioning Institute Manual para cumplir con los parámetros establecidos para cada elemento modelado.
- Se utilizaron dos programas para modelar, analizar y diseñar los elementos de las estructuras. El primero fue el SAP2000, programa que utiliza análisis matricial y el método de rigidez que fue usado para modelar la superestructura de los edificios; y el segundo programa fue el ADAPT-PTRC que se basa en el análisis mediante el método de carga balanceada para modelar las losas de hormigón presforzado.
- Se determinó que la implementación de losas de hormigón armado permiten a la estructura tener luces libres de mayor distancia haciendo que sobre la misma planta de pudiera eliminar un eje de columnas en el edificio 2, obteniendo una estructura menos rígida.
- Como consecuencia de la eliminación de un eje de columnas, el área neta de la estructura en planta cambio. El Edificio 1 tiene un área neta de 705.5 m² y el Edificio 2 tiene un área neta de 749.84 m². Arquitectónicamente el Edificio 2 resulta mejor ya que se tiene una mayor área útil.
- Al ser menos rígida la estructura, producto de la eliminación de un eje de columnas, la dimensión de las columnas disminuyó un 47% pasando de ser 24 columnas de 1.75m x 1.75m en el edificio 1, a ser 18 columnas de 1.80m x 0.90m en el edificio 2, de esta forma el volumen de hormigón en columnas del edificio

2 es el 39.67% del volumen en columnas del edificio 1 y la cantidad de acero de refuerzo del edificio 2 es el 45.97% del edificio 1.

- Se observa que en las vigas el volumen de hormigón del edificio 2 es el 90.64% del volumen del edificio 1 y de igual manera la cantidad de acero de refuerzo en el edificio 2 es el 91.85% de la cantidad del edificio 1.
- Las losas para los dos edificios se modelaron bajo las mismas condiciones. Los dos modelos son losas unidireccionales alivianadas diferenciándose en que en el edificio 1 se las diseñó en hormigón armado y en el edificio 2 se las diseñó en hormigón presforzado. Como consecuencia de lo expuesto se determinó que las losas de hormigón presforzado tienen un 18,58% más de volumen de hormigón que las losas de hormigón armado. El volumen de acero de refuerzo de las losas de hormigón presforzado es por el contrario un 71.77% menor que en las losas de hormigón armado pero hay que tomar en cuenta que las losas de hormigón presforzado utilizan cables de presfuerzo.
- En relación a lo expuesto se estableció que la superestructura del edificio 2 es un 25.2% menos pesada que la superestructura del edificio 1, de este modo, siendo las condiciones de suelo las mismas, el edificio 2 tendría una cimentación más pequeña lo que conlleva a ser económicamente mejor.
- Mediante el análisis se determinó el comportamiento de cada edificio. El edificio 1 tiene una deriva inelástica de 0.0131 para sismo en X y 0.0135 para sismo en Y mientras que el edificio 2 tuvo derivas de 0.0185 para sismo en X y 0.0192 para sismo en Y. Los dos edificios cumplen con la deriva máxima permisible (0.02) resultando así en modelos sísmicamente seguros y funcionales.
- El análisis de económico por elementos nos demuestra que las columnas son un 56.84% más económicas en el edificio 2 comparado con el edificio 1. Las vigas representan un ahorro del 8.61% en el edificio 2 a diferencia del edificio 1. En las losas podemos observar que las losas de hormigón presforzado son un 4.75% más costosas que las losas de hormigón armado.
- Al determinar que el edificio 2 necesita menos volumen de material se puede decir que constructivamente eso representa menos tiempo, siendo este un factor importante dentro de las obras civiles.
- Con base en el estudio económico que determinó los presupuestos de los dos edificios en los que dio como resultado que para el edificio 1, el costo de la

superestructura es de $ 2,166,352.20 mientras que el costo del edificio 2 es de $ 1,478,958.65 concluyendo que el edificio con sistema de losas de hormigón presforzado resulta ser un 31.73% más económico que el edificio con sistema de losas de hormigón armado.

- Una vez culminado el desarrollo de la presente tesis se concluye que las losas de hormigón presforzado presentan ventajas importantes dentro de una estructura, ya que si bien el elemento aislado como tal resulto más pesado y costoso, dentro del conjunto de la estructura ayudó a que esta sea menos rígida y a consecuencia de esto las dimensiones de los elementos fueran menores influyendo en los costos, haciendo a la estructura significativamente más económica pero conservando la seguridad, eficiencia y funcionalidad.

10.2 Recomendaciones

- Se recomienda usar el sistema de losas de hormigón presforzado en proyectos donde se requieran luces grandes ya que bajo estas condiciones se desarrollan de manera óptima.
- Se recomienda no usar longitudes largas y longitudes cortas cuando se utilizan losas de hormigón presforzado ya que crean elementos con nervios de tamaños diferentes y eso crea irregularidad en las alturas libres.
- Para modelar y diseñar una estructura con losas de hormigón presforzado se recomienda realizar el análisis de las losas en el programa ADAPT-PTRC y para analizar la estructura usar el SAP2000.
- Al realizar el análisis estructural por separado se recomienda no tomar en cuenta el resultado de análisis de las losas del SAP2000 ya que este no toma en cuenta los parámetros del presforzado.
- Está tesis está desarrollada para las condiciones sísmicas de la ciudad de Quito por lo que se la puede tomar como referencia para lugares que presenten las mismas condiciones, pero, si la sismicidad es diferente, se recomienda hacer más investigación con los parámetros correspondientes.
- Los costos son instantáneos a la economía del momento por lo que se debe actualizar constantemente los rubros basándose tanto en los costos de la Cámara de la Construcción como en los costos del sector privado.

- El sistema de presfuerzo requiere de mano de obra calificada que tenga experiencia en la manipulación del equipo de presfuerzo por lo que se recomienda contar con profesionales para la realización del tensado.
- Se recomienda tener en cuenta el clima al momento de fundir los elementos ya que una variación en la resistencia del hormigón significativa podría llevar al mal funcionamiento del sistema de hormigón presforzado resultando en el fallo del hormigón al momento del tensado y causando rotura a lo largo de la dirección del cable, haciendo inservible el sistema.
- Al resultar un sistema beneficioso económicamente se recomienda investigar la aplicación de losas macizas, losas en dos direcciones, estructuras con muros estructurales y estructuras mixtas para tener referencias más ampliadas sobre el tema.

BIBLIOGRAFÍA

ACI 318S-14. (2015). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14)* (1era Edici).

American Concrete Institute. (n.d.). *318 Building Code*. https://www.concrete.org/topicsinconcrete/topicdetail/318 building code?search=318 building code

Beer, F., & Johnston, R. (2007). *Mecánica Vectorial para Ingenieros: Estática* (8va Edició).

Bucio, J., & López, B. (2017). *Sistema-Edificio*. https://docplayer.es/42811283-Que-es-un-sistema-edificio-que-es-una-subestructura-que-es-una-superestructura-que-es-un-subsistema.html

Hernández, E., & Gil, L. (2007). *Hormigón Armado y Pretensado* (Primera Ed).

Instituto Mexicano del cemento y del concreto. (1989). *Diseño de Losas Postensadas* (Primera Ed).

López Aguilar, J. J. (2000). *Análisis de Precios Unitarios*. El Cid Editores.

McCormac, J., & Brown, R. (2011). *Diseño de Concreto Reforzado* (8va. Edici).

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Presentación Norma Ecuatoriana de la Construcción*. https://www.habitatyvivienda.gob.ec/presentacion-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/

Morales, M. (2020). *Curso: Diseño de Losas Postensadas*.

NEC-SE-CG. (2015). *Cargas (No Sísmicas)*.

NEC-SE-DS. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construccion: Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente*.

Nilson, A. (1990). *Diseño de Estructuras de Concreto Presforzado* (Primera Ed).

Páez, E. (2019). *Clase Hormigón Armado II*. Pontifica Universidad Católica del Ecuador.

Parra, S. (2017). *Vigas y Columnas: Presentes en cualquier sistema constructivo*. https://blog.laminasyaceros.com/blog/vigas-y-columnas.-presentes-en-cualquier-

sistema-constructivo

Ponguillo, F. (2019). *Especificaciones Técnicas de Construcción*.

Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Velazco, G. (2009). *Manual del Concreto Estructural* (Tercera Ed).

Post-tensioning Institute. (2006). *Post-tensioning Manual* (6th Editio).

Post-Tensioning Institute. (n.d.). *Post-tensioning Manual*. https://www.post-tensioning.org/publications/store/productdetail.aspx?ItemID=TAB1&Language=English&Units=US_Units

Revista Mexicana de la Construcción. (2019). *Buena práctica en análisis de precios unitarios.* https://www.cmic.org/buena-practica-en-analisis-de-precios-unitarios/

Silva, O. (2018). *Construcción de Columnas de Concreto*. https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-de-columnas-en-concreto#:~:text=Las columnas son aquellos elementos,su construcción requiere especial cuidado.

Souza, E. (2019). *Tipos de losas de Hormigón: Ventajas y Desventajas*. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/921723/tipos-de-losas-de-hormigon-ventajas-y-desventajas

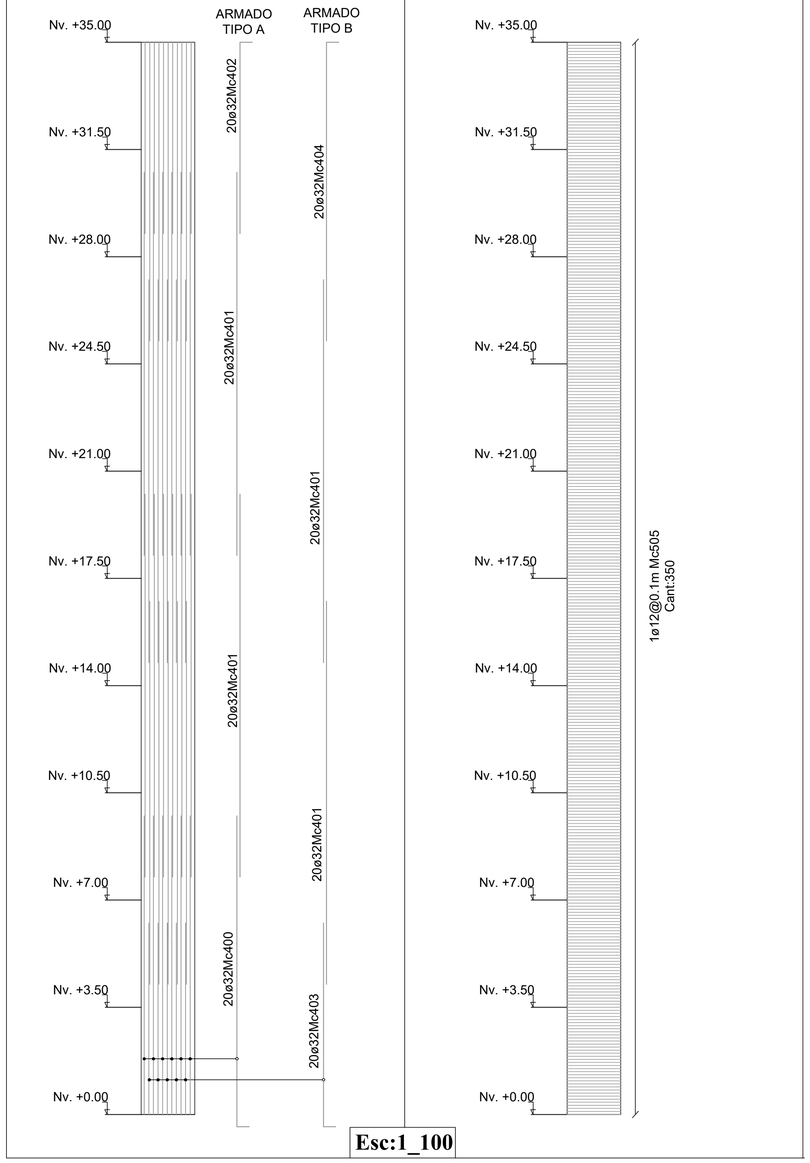
Universidad Técnica de Cataluña. (n.d.). *DESCRIPCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO: Cálculo de losas postensadas en edificación*. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6081/09.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Wight, J., & MacGregor, J. (2009). *REINFORCED CONCRETE Mechanics and Design* (6th. Editi).

ANEXO A: Planos estructurales Edificio 1

COLUMNAS DE HORMIGÓN

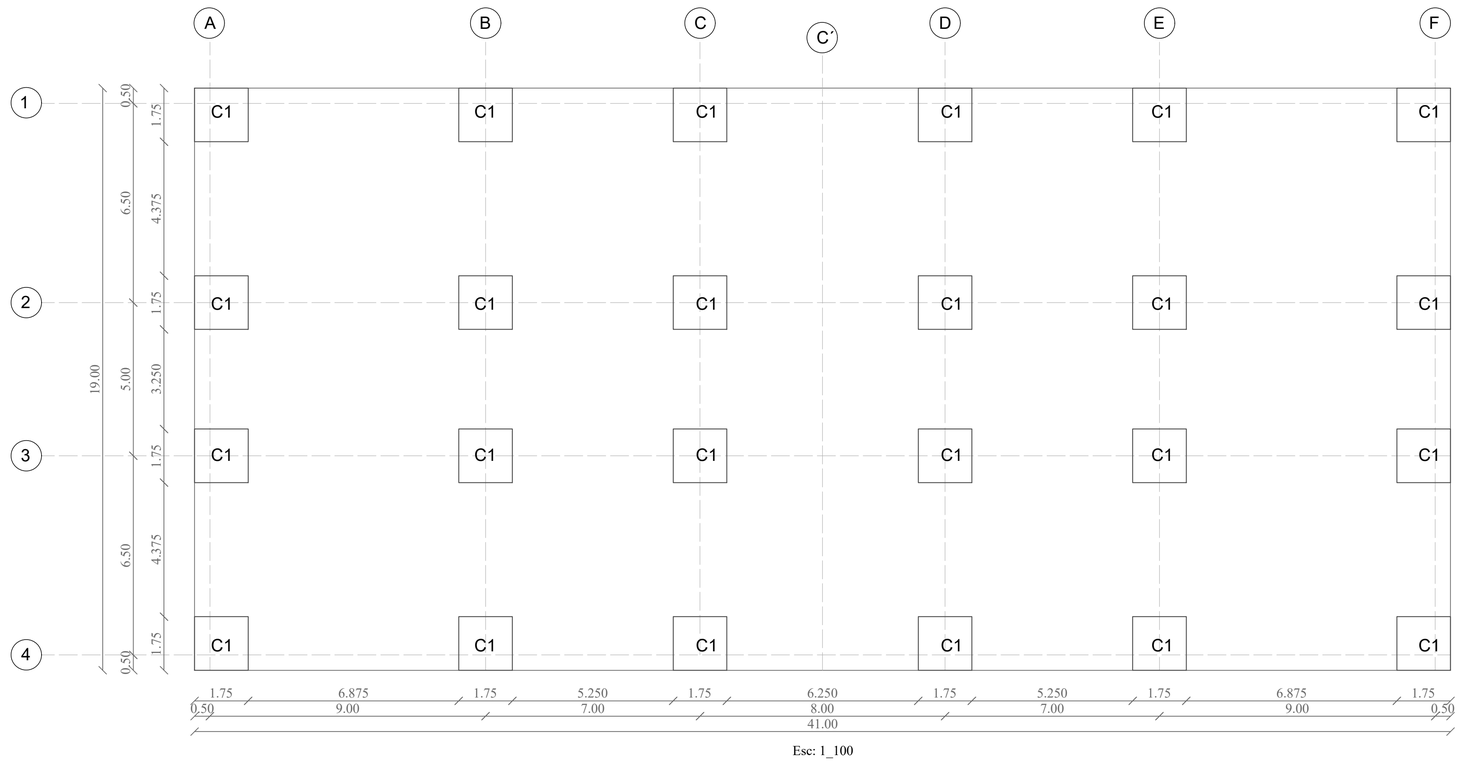
C1 #24



Esc:1_100

IMPLANTACIÓN DE COLUMNAS

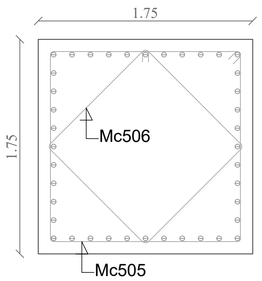
Nv. 0+00



Esc: 1_100

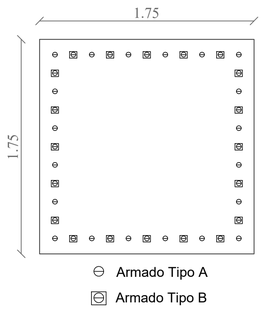
Corte de Columna de Hormigón

Esc:1_25



Disposición de Armado

Esc:1_25

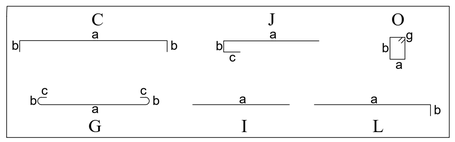


PLANILLA DE HIERROS COLUMNAS

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
400	32	L	20	10.15	0.4				10.55	211	1332.04
401	32	I	80	12					12.00	960	6060.48
402	32	L	20	6.25	0.4				6.65	133	839.63
403	32	L	20	6.65	0.4				7.05	141	890.13
404	32	L	20	10.25	0.4				10.65	213	1344.67
405	12	O	350	1.6	1.6		0.15		6.70	2345	2082.36
406	10	O	350	1.1	1.1		0.15		4.70	1645	1014.97

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
0	1014.965	2082.36	0	0	0	0	0	0	0	10466.95



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO:

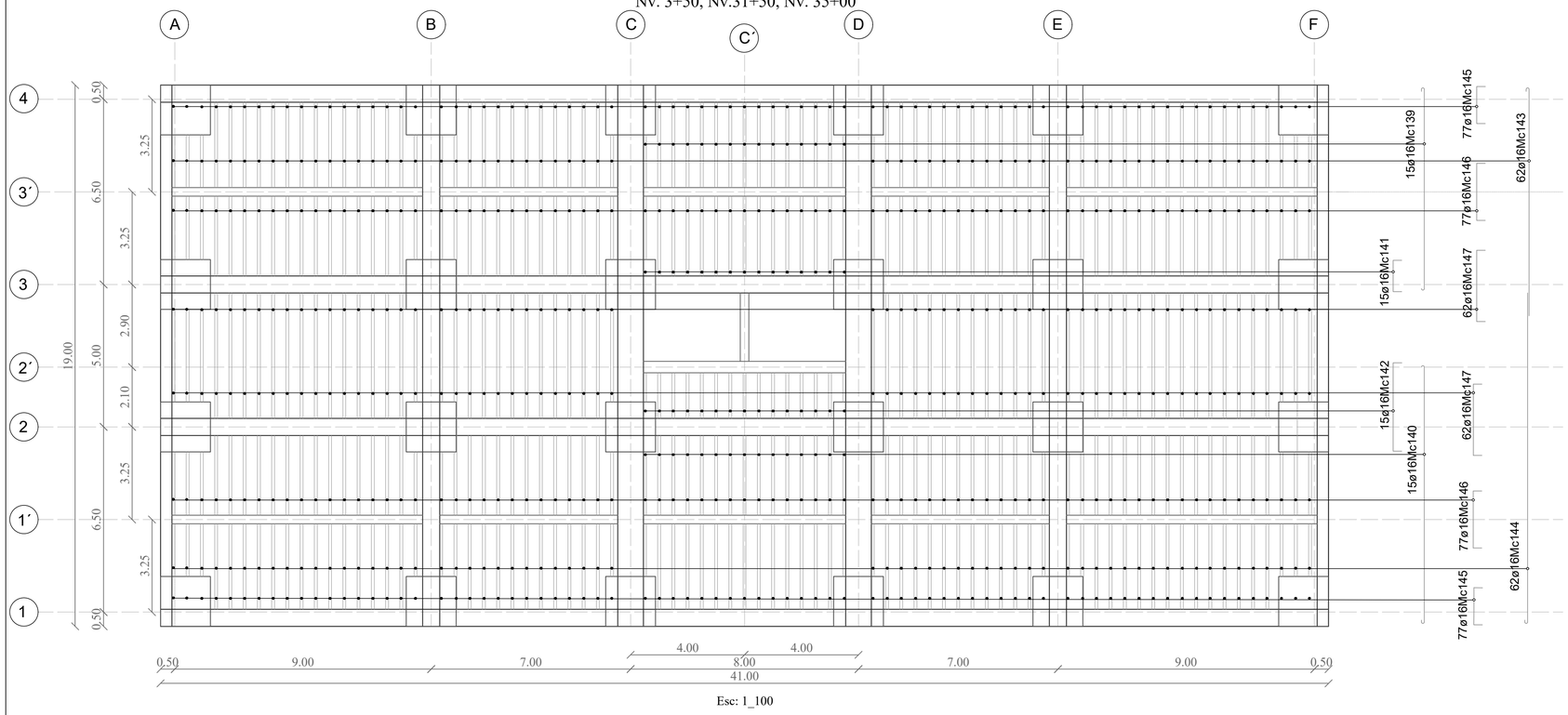
- Implantación de columnas
- Armado de columnas
- Planilla de acero de columnas
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E1-1/7

LOSA DE HORMIGÓN ARMADO TIPO 1

Planta 1, 9, 10

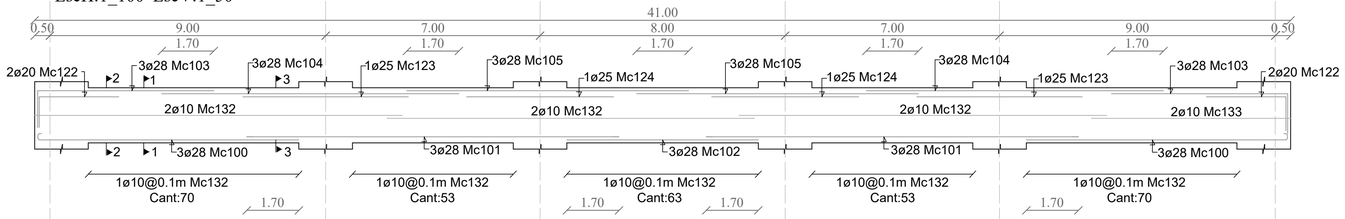
Nv. 3+50, Nv.31+50, Nv. 35+00



Esc: 1_100

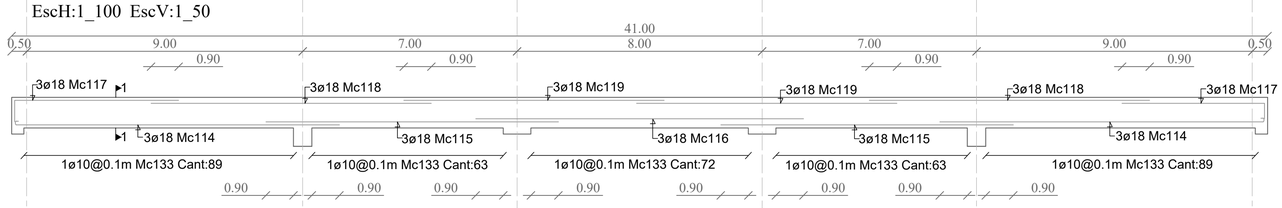
VIGA EJE 1, EJE 2, EJE 3 Y EJE 4

EscH:1_100 EscV:1_50



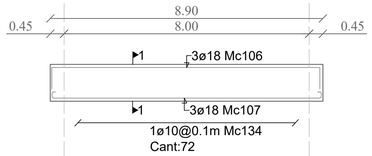
VIGA EJE 1' Y EJE 3'

EscH:1_100 EscV:1_50



VIGA EJE 2'

EscH:1_100 EscV:1_50

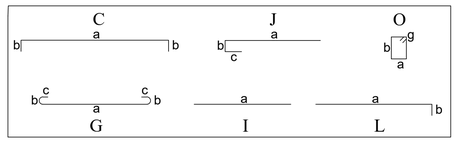


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 1

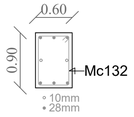
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
100	28	J	24	8.6	0.5	0.1			9.20	220.8	1067.35
101	28	I	24	11.75					11.75	282	1363.19
102	28	I	12	6.25					6.25	75	362.55
103	28	L	24	5.75	0.8				6.55	157.2	759.90
104	28	I	24	9.7					9.70	232.8	1125.36
105	28	I	24	9.2					9.20	220.8	1067.35
106	18	C	3	8.75	0.5				9.75	29.25	58.44
107	18	G	3	8.75	0.35	0.1			9.65	28.95	57.84
108	20	J	12	8.85	0.37	0.08			9.30	111.6	275.21
109	20	I	6	8.75					8.75	52.5	129.47
110	20	L	12	9.95	0.3				10.25	123	303.32
111	25	J	32	8.35	0.5	0.1			8.95	286.4	1103.50
112	25	I	16	9.75					9.75	156	601.07
113	25	L	32	10.2	0.7				10.90	348.8	1343.93
114	18	J	12	10.65	0.35	0.1			11.10	133.2	266.13
115	18	I	12	9.55					9.55	114.6	228.97
116	18	I	6	10.7					10.70	64.2	128.27
117	18	L	12	5.4	0.4				5.80	69.6	139.06
118	18	I	12	9.15					9.15	109.8	219.38
119	18	I	12	8.5					8.50	102	203.80
120	14	C	3	3.3	0.4				4.10	12.3	14.86
121	14	G	3	3.2	0.18	0.07			3.70	11.1	13.41
122	20	L	16	2.7	0.75				3.45	55.2	136.12
123	25	I	8	5.4					5.40	43.2	166.45
124	25	I	8	4.8					4.80	38.4	147.96
125	16	L	4	2.6	0.5				3.10	12.4	19.57
126	20	I	4	3.9					3.90	15.6	38.47
127	18	I	20	3.9					3.90	78	155.84
128	22	L	8	2.8	0.7				3.50	28	83.55
129	20	I	8	3.9					3.90	31.2	76.94
130	20	L	8	2.8	0.5				3.30	26.4	65.10
131	25	I	16	3.9					3.90	62.4	240.43
132	10	O	1236	0.5	0.8	0.1			2.60	3213.6	1982.79
133	10	O	777	0.2	0.4	0.1			1.20	932.4	575.29
134	10	O	324	0.3	0.5	0.1			1.60	518.4	319.85
135	10	O	252	0.5	0.7	0.1			2.40	604.8	373.16
136	10	G	252	0.7	0.125	0.075			1.10	277.2	171.03
137	10	O	272	0.8	0.5	0.1			2.60	707.2	436.34
138	10	G	272	0.5	0.125	0.075			0.90	244.8	151.04
139	16	G	15	7	0.2	0.075			7.55	113.25	178.71
140	16	G	15	8.95	0.2	0.075			9.50	142.5	224.87
141	16	C	15	1.1	0.3				1.70	25.5	40.24
142	16	C	15	3.1	0.3				3.70	55.5	87.58
143	16	J	62	7.95	0.2	0.075			8.23	509.95	804.70
144	16	J	62	11.55	0.2	0.075			11.83	733.15	1156.91
145	16	C	154	1.3	0.3				1.90	292.6	461.72
146	16	C	154	2	0.3				2.60	400.4	631.83
147	16	C	124	2.5	0.3				3.10	384.4	606.58

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

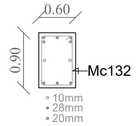
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0.00	4009.51	0.00	28.27	423.14	1457.74	1024.62	83.55	3603.33	5745.69	0.00	0.00



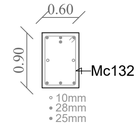
Corte 1-1



Corte 2-2



Corte 3-3



Corte 1-1



Corte 1-1



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 1** **1/2**

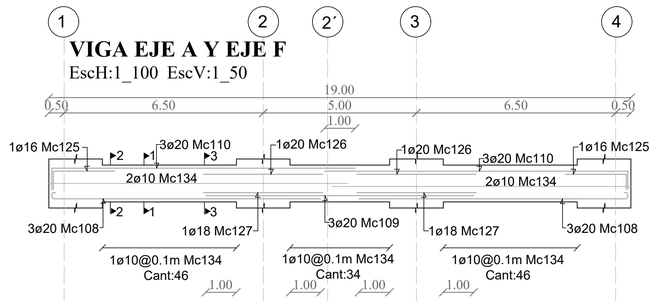
- Planta de losa de TIPO 1
- Armado de vigas en losa TIPO 1
- Planilla de acero de vigas
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E1-2/7

VIGAS DE LOSA TIPO 1

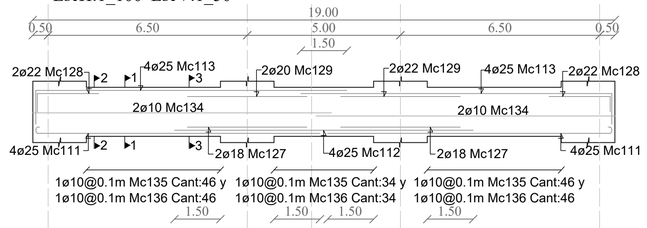
VIGA EJE A Y EJE F

EscH:1_100 EscV:1_50



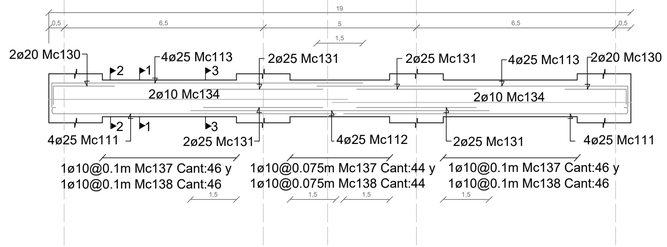
VIGA EJE B Y EJE E

EscH:1_100 EscV:1_50



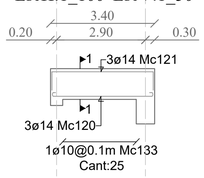
VIGA EJE C Y EJE D

EscH:1_100 EscV:1_50



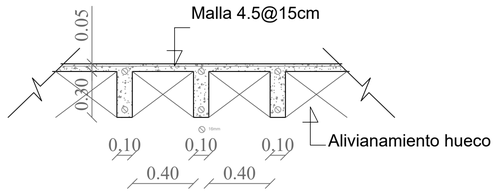
VIGA EJE C'

EscH:1_100 EscV:1_50

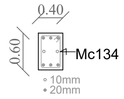


Detalle típico de losa

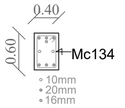
Esc:1_25



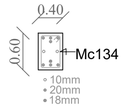
Corte 1-1



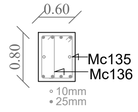
Corte 2-2



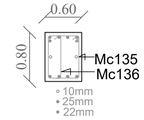
Corte 3-3



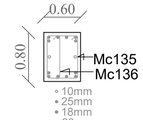
Corte 1-1



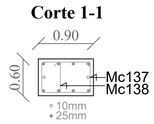
Corte 2-2



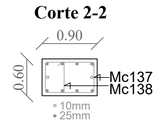
Corte 3-3



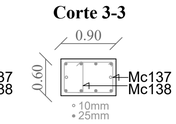
Corte 1-1



Corte 2-2



Corte 3-3



Corte 1-1

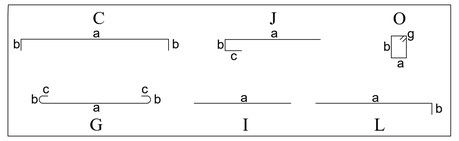


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 1

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
100	28	J	24	8.6	0.5	0.1			9.20	220.8	1067.35
101	28	I	24	11.75					11.75	282	1363.19
102	28	I	12	6.25					6.25	75	362.55
103	28	L	24	5.75	0.8				6.55	157.2	759.90
104	28	I	24	9.7					9.70	232.8	1125.36
105	28	I	24	9.2					9.20	220.8	1067.35
106	18	C	3	8.75	0.5				9.75	29.25	58.44
107	18	G	3	8.75	0.35	0.1			9.65	28.95	57.84
108	20	J	12	8.85	0.37	0.08			9.30	111.6	275.21
109	20	I	6	8.75					8.75	52.5	129.47
110	20	L	12	9.95	0.3				10.25	123	303.32
111	25	J	32	8.35	0.5	0.1			8.95	286.4	1103.50
112	25	I	16	9.75					9.75	156	601.07
113	25	L	32	10.2	0.7				10.90	348.8	1343.93
114	18	J	12	10.65	0.35	0.1			11.10	133.2	266.13
115	18	I	12	9.55					9.55	114.6	228.97
116	18	I	6	10.7					10.70	64.2	128.27
117	18	L	12	5.4	0.4				5.80	69.6	139.06
118	18	I	12	9.15					9.15	109.8	219.38
119	18	I	12	8.5					8.50	102	203.80
120	14	C	3	3.3	0.4				4.10	12.3	14.86
121	14	G	3	3.2	0.18	0.07			3.70	11.1	13.41
122	20	L	16	2.7	0.75				3.45	55.2	136.12
123	25	I	8	5.4					5.40	43.2	166.45
124	25	I	8	4.8					4.80	38.4	147.96
125	16	L	4	2.6	0.5				3.10	12.4	19.57
126	20	I	4	3.9					3.90	15.6	38.47
127	18	I	20	3.9					3.90	78	155.84
128	22	L	8	2.8	0.7				3.50	28	83.55
129	20	I	8	3.9					3.90	31.2	76.94
130	20	L	8	2.8	0.5				3.30	26.4	65.10
131	25	I	16	3.9					3.90	62.4	240.43
132	10	O	1236	0.5	0.8	0.1			2.60	3213.6	1982.79
133	10	O	777	0.2	0.4	0.1			1.20	932.4	575.29
134	10	O	324	0.3	0.5	0.1			1.60	518.4	319.85
135	10	O	252	0.5	0.7	0.1			2.40	604.8	373.16
136	10	G	252	0.7	0.125	0.075			1.10	277.2	171.03
137	10	O	272	0.8	0.5	0.1			2.60	707.2	436.34
138	10	G	272	0.5	0.125	0.075			0.90	244.8	151.04
139	16	G	15	7	0.2	0.075			7.55	113.25	178.71
140	16	G	15	8.95	0.2	0.075			9.50	142.5	224.87
141	16	C	15	1.1	0.3				1.70	25.5	40.24
142	16	C	15	3.1	0.3				3.70	55.5	87.58
143	16	J	62	7.95	0.2	0.075			8.23	509.95	804.70
144	16	J	62	11.55	0.2	0.075			11.83	733.15	1156.91
145	16	C	154	1.3	0.3				1.90	292.6	461.72
146	16	C	154	2	0.3				2.60	400.4	631.83
147	16	C	124	2.5	0.3				3.10	384.4	606.58

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0.00	4009.51	0.00	28.27	423.14	1457.74	1024.62	83.55	3603.33	5745.69	0.00	0.00



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 1** **2/2**

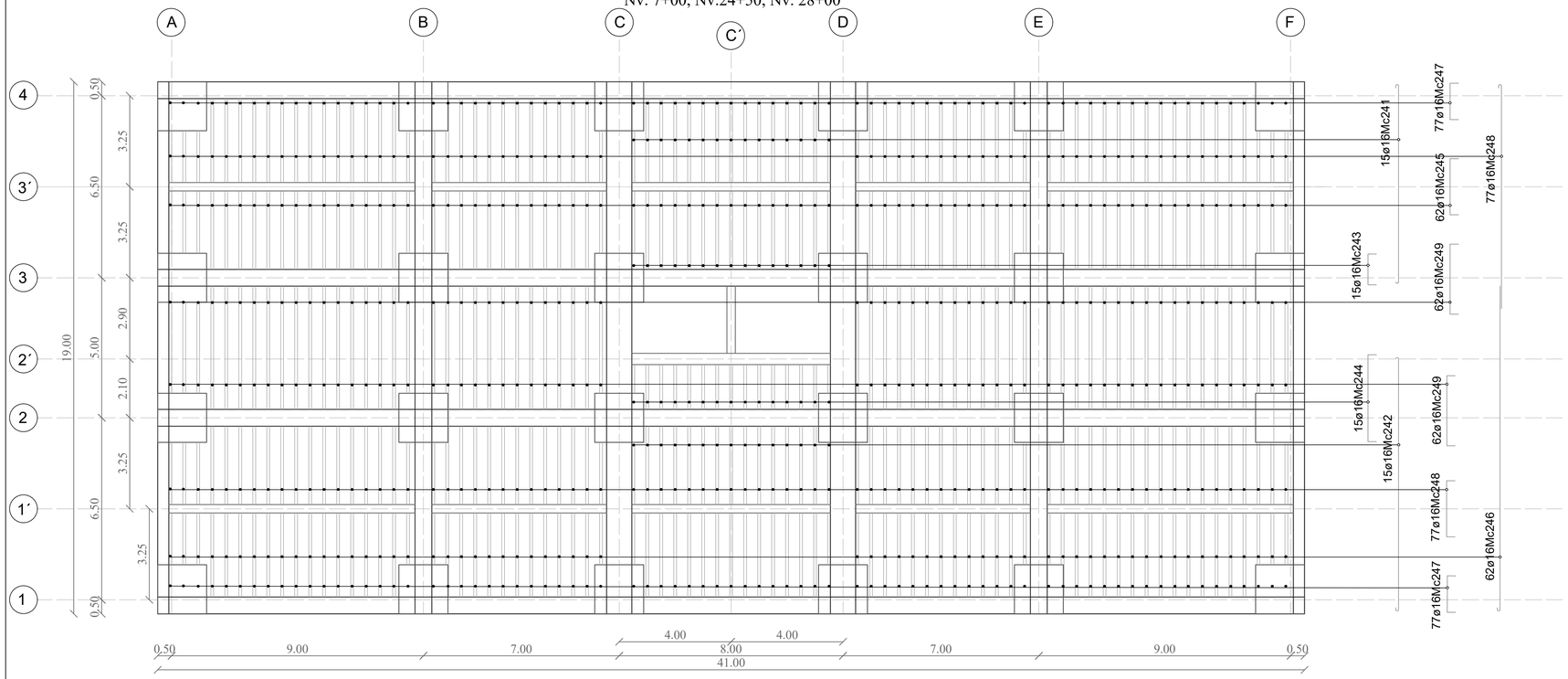
- Armado de vigas en losa TIPO 1
- Planilla de acero de vigas
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E1-3/7

LOSA DE HORMIGÓN ARMADO TIPO 2

Planta 2, 7, 8

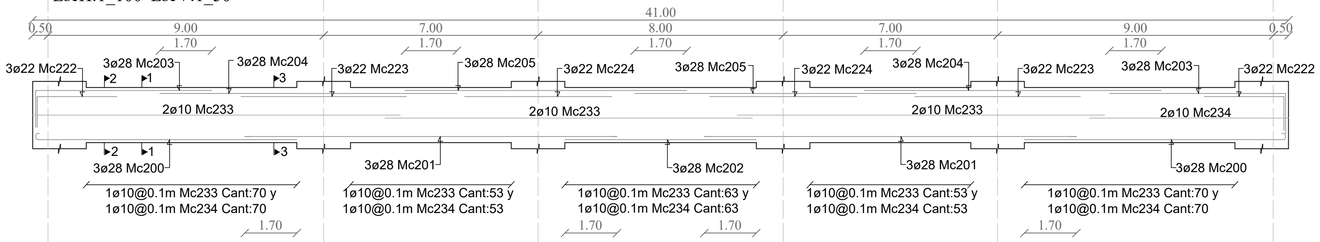
Nv. 7+00, Nv.24+50, Nv. 28+00



Esc: 1_100

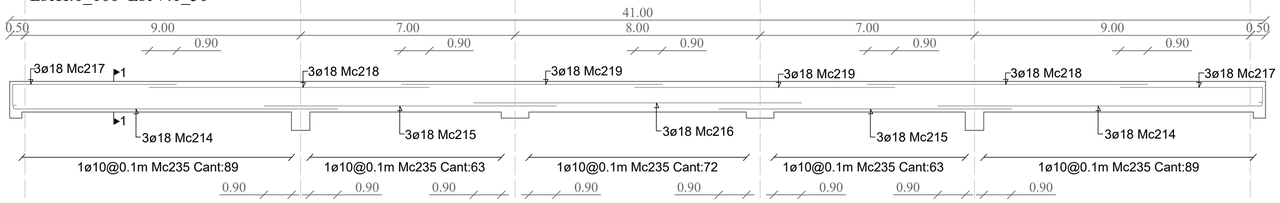
VIGA EJE 1, EJE 2, EJE 3 Y EJE 4

EscH:1_100 EscV:1_50



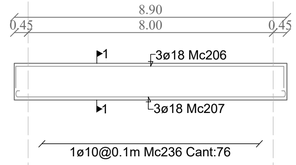
VIGA EJE 1' Y EJE 3'

EscH:1_100 EscV:1_50



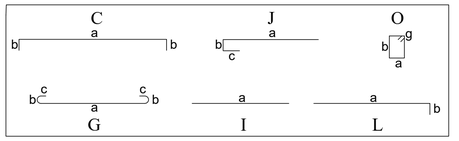
VIGA EJE 2'

EscH:1_100 EscV:1_50

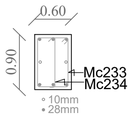


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 2											
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
200	28	J	24	8.6	0.5	0.1			9.20	220.8	1067.35
201	28	I	24	11.75					11.75	282	1363.19
202	28	I	12	6.25					6.25	75	362.55
203	28	L	24	5.75	0.8				6.55	157.2	759.90
204	28	I	24	9.7					9.70	232.8	1125.36
205	28	I	24	9.2					9.20	220.8	1067.35
206	18	C	3	8.75	0.5				9.75	29.25	58.44
207	18	G	3	8.75	0.35	0.1			9.65	28.95	57.84
208	20	J	12	8.85	0.37	0.08			9.30	111.6	275.21
209	20	I	6	8.75					8.75	52.5	129.47
210	20	L	12	9.95	0.3				10.25	123	303.32
211	25	J	32	8.35	0.5	0.1			8.95	286.4	1103.50
212	25	I	16	9.75					9.75	156	601.07
213	25	L	32	10.2	0.7				10.90	348.8	1343.93
214	18	J	12	10.65	0.35	0.1			11.10	133.2	266.13
215	18	I	12	9.55					9.55	114.6	228.97
216	18	I	6	10.7					10.70	64.2	128.27
217	18	L	12	5.4	0.4				5.80	69.6	139.06
218	18	I	12	9.15					9.15	109.8	219.38
219	18	I	12	8.5					8.50	102	203.80
220	14	C	3	3.3	0.4				4.10	12.3	14.86
221	14	G	3	3.2	0.18	0.07			3.70	11.1	13.41
222	22	L	24	2.7	0.7				3.40	81.6	243.49
223	22	I	32	5.4					5.40	172.8	515.64
224	22	I	32	4.8					4.80	153.6	458.34
225	25	L	4	2.1	0.3				2.40	9.6	36.99
226	22	I	16	3.9					3.90	62.4	186.20
227	22	L	16	3.9					3.90	62.4	186.20
228	25	I	28	2.1	0.7				2.80	78.4	302.08
229	20	J	8	2.1	0.4	0.1			2.60	20.8	51.29
230	22	L	16	2.1	0.5				2.60	41.6	124.13
231	32	I	32	3.9					3.90	124.8	787.86
232	10	J	12	2.1	0.13	0.07			2.30	27.6	17.03
233	10	O	1236	0.5	0.8	0.1			2.60	3213.6	1982.79
234	10	G	1236	0.8	0.125	0.1			1.25	1545	953.27
235	10	O	777	0.2	0.4	0.1			1.20	932.4	575.29
236	10	O	328	0.3	0.5	0.1			1.60	524.8	323.80
237	10	O	252	0.5	0.7	0.1			2.40	604.8	373.16
238	10	O	252	0.3	0.7	0.1			2.00	504	310.97
239	10	O	278	0.8	0.5	0.1			2.60	722.8	445.97
240	10	O	278	0.4	0.5	0.1			1.80	500.4	308.75
241	16	G	15	7	0.2	0.075			7.55	113.25	178.71
242	16	G	15	8.95	0.2	0.075			9.50	142.5	224.87
243	16	C	15	1.1	0.3				1.70	25.5	40.24
244	16	C	15	3.1	0.3				3.70	55.5	87.58
245	16	J	62	7.95	0.2	0.075			8.23	509.95	804.70
246	16	J	62	11.55	0.2	0.075			11.83	733.15	1156.91
247	16	C	154	1.3	0.3				1.90	292.6	461.72
248	16	C	154	2	0.3				2.60	400.4	631.83
249	16	C	124	2.5	0.3				3.10	384.4	606.58

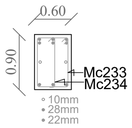
RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO										
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
0.00	5291.02	0.00	28.27	0.00	1301.90	759.28	1714.01	3387.56	5745.69	787.86



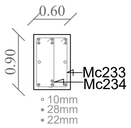
Corte 1-1



Corte 2-2



Corte 3-3



Corte 1-1



Corte 1-1



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sísmica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 2** **1/2**

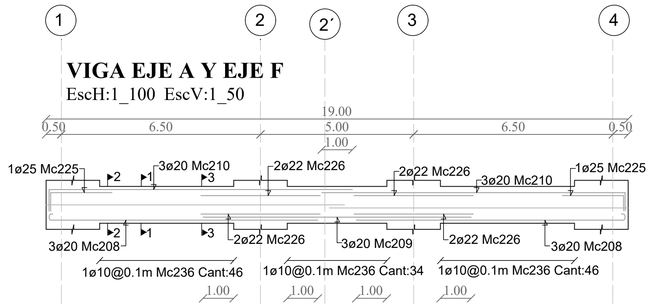
- Planta de losa de TIPO 2
- Armado de vigas en losa TIPO 2
- Planilla de acero de vigas
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E1-4/7

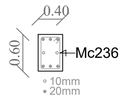
VIGAS DE LOSA TIPO 2

VIGA EJE A Y EJE F

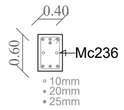
EscH:1_100 EscV:1_50



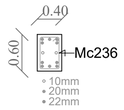
Corte 1-1



Corte 2-2

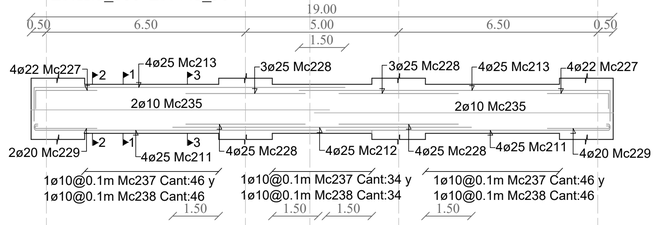


Corte 3-3

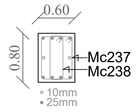


VIGA EJE B Y EJE E

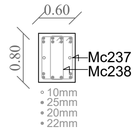
EscH:1_100 EscV:1_50



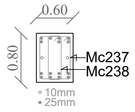
Corte 1-1



Corte 2-2

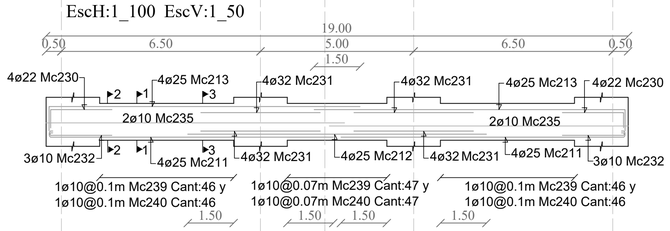


Corte 3-3

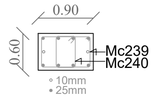


VIGA EJE C Y EJE D

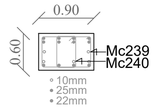
EscH:1_100 EscV:1_50



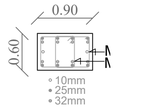
Corte 1-1



Corte 2-2

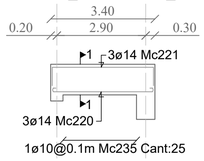


Corte 3-3



VIGA EJE C'

EscH:1_100 EscV:1_50

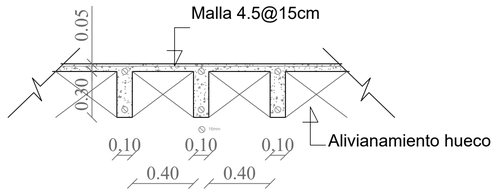


Corte 1-1



Detalle típico de losa

Esc:1_25

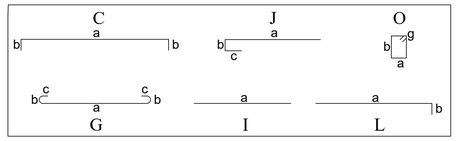


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 2

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
200	28	J	24	8.6	0.5	0.1			9.20	220.8	1067.35
201	28	I	24	11.75					11.75	282	1363.19
202	28	I	12	6.25					6.25	75	362.55
203	28	L	24	5.75	0.8				6.55	157.2	759.90
204	28	I	24	9.7					9.70	232.8	1125.36
205	28	I	24	9.2					9.20	220.8	1067.35
206	18	C	3	8.75	0.5				9.75	29.25	58.44
207	18	G	3	8.75	0.35	0.1			9.65	28.95	57.84
208	20	J	12	8.85	0.37	0.08			9.30	111.6	275.21
209	20	I	6	8.75					8.75	52.5	129.47
210	20	L	12	9.95	0.3				10.25	123	303.32
211	25	J	32	8.35	0.5	0.1			8.95	286.4	1103.50
212	25	I	16	9.75					9.75	156	601.07
213	25	L	32	10.2	0.7				10.90	348.8	1343.93
214	18	J	12	10.65	0.35	0.1			11.10	133.2	266.13
215	18	I	12	9.55					9.55	114.6	228.97
216	18	I	6	10.7					10.70	64.2	128.27
217	18	L	12	5.4	0.4				5.80	69.6	139.06
218	18	I	12	9.15					9.15	109.8	219.38
219	18	I	12	8.5					8.50	102	203.80
220	14	C	3	3.3	0.4				4.10	12.3	14.86
221	14	G	3	3.2	0.18	0.07			3.70	11.1	13.41
222	22	L	24	2.7	0.7				3.40	81.6	243.49
223	22	I	32	5.4					5.40	172.8	515.64
224	22	I	32	4.8					4.80	153.6	458.34
225	25	L	4	2.1	0.3				2.40	9.6	36.99
226	22	I	16	3.9					3.90	62.4	186.20
227	22	L	16	3.9					3.90	62.4	186.20
228	25	I	28	2.1	0.7				2.80	78.4	302.08
229	20	J	8	2.1	0.4	0.1			2.60	20.8	51.29
230	22	L	16	2.1	0.5				2.60	41.6	124.13
231	32	I	32	3.9					3.90	124.8	787.86
232	10	J	12	2.1	0.13	0.07			2.30	27.6	17.03
233	10	O	1236	0.5	0.8	0.1			2.60	3213.6	1982.79
234	10	G	1236	0.8	0.125	0.1			1.25	1545	953.27
235	10	O	777	0.2	0.4	0.1			1.20	932.4	575.29
236	10	O	328	0.3	0.5	0.1			1.60	524.8	323.80
237	10	O	252	0.5	0.7	0.1			2.40	604.8	373.16
238	10	O	252	0.3	0.7	0.1			2.00	504	310.97
239	10	O	278	0.8	0.5	0.1			2.60	722.8	445.97
240	10	O	278	0.4	0.5	0.1			1.80	500.4	308.75
241	16	G	15	7	0.2	0.075			7.55	113.25	178.71
242	16	G	15	8.95	0.2	0.075			9.50	142.5	224.87
243	16	C	15	1.1	0.3				1.70	25.5	40.24
244	16	C	15	3.1	0.3				3.70	55.5	87.58
245	16	J	62	7.95	0.2	0.075			8.23	509.95	804.70
246	16	J	62	11.55	0.2	0.075			11.83	733.15	1156.91
247	16	C	154	1.3	0.3				1.90	292.6	461.72
248	16	C	154	2	0.3				2.60	400.4	631.83
249	16	C	124	2.5	0.3				3.10	384.4	606.58

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
0.00	5291.02	0.00	28.27	0.00	1301.90	759.28	1714.01	3387.56	5745.69	787.86



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sísmica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f'c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 2** **2/2**

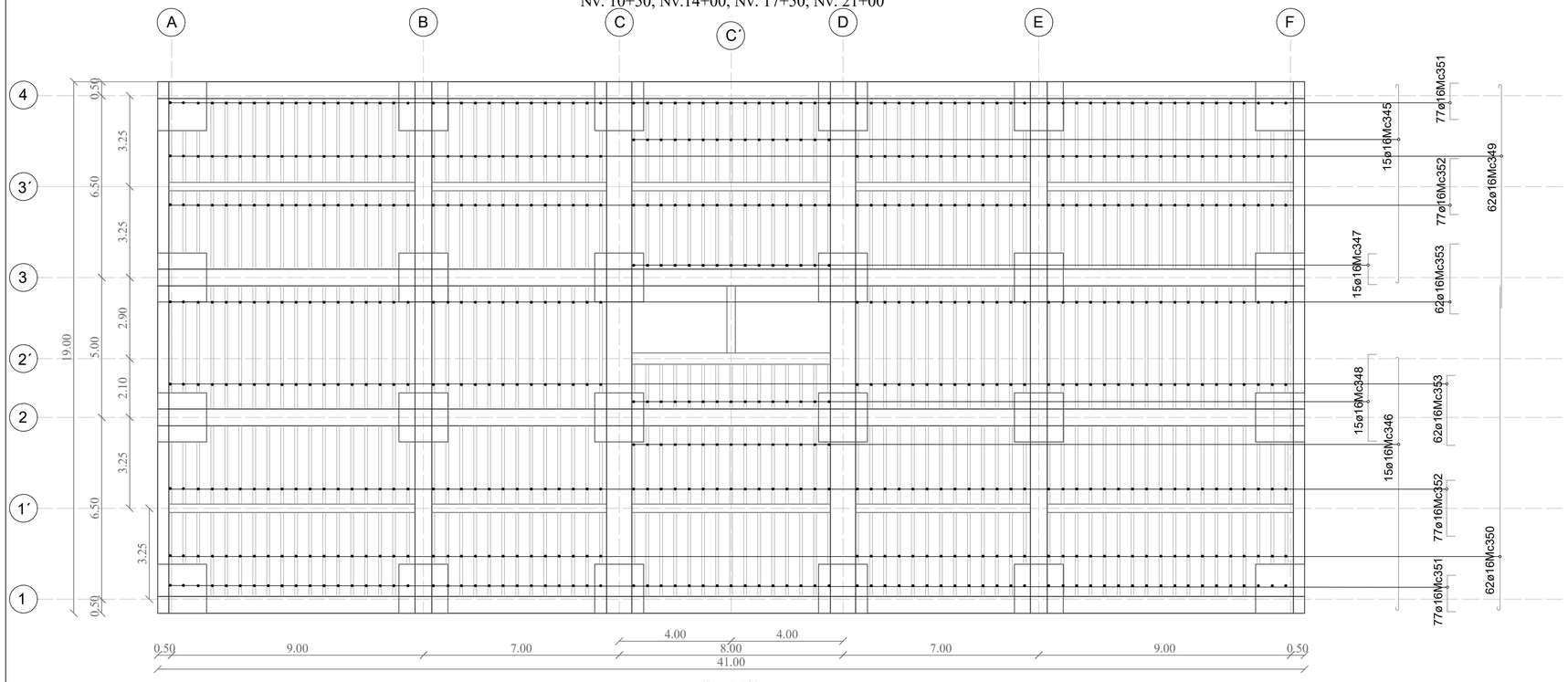
- Armado de vigas en losa TIPO 2
- Planilla de acero de vigas
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E1-5/7

LOSA DE HORMIGÓN ARMADO TIPO 3

Planta 3, 4, 5, 6

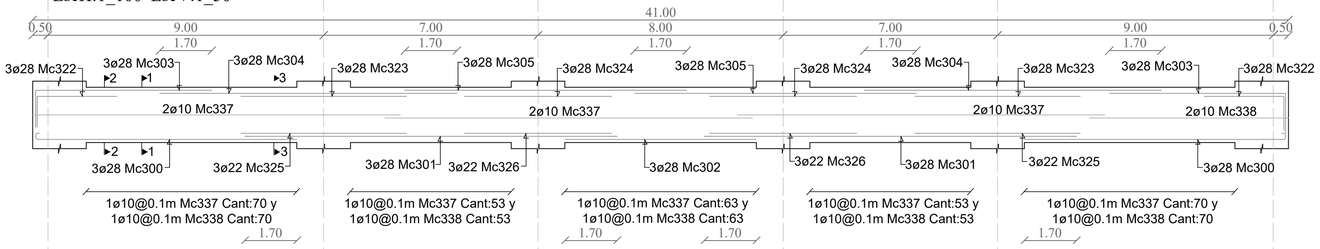
Nv. 10+50, Nv.14+00, Nv. 17+50, Nv. 21+00



Esc: 1_100

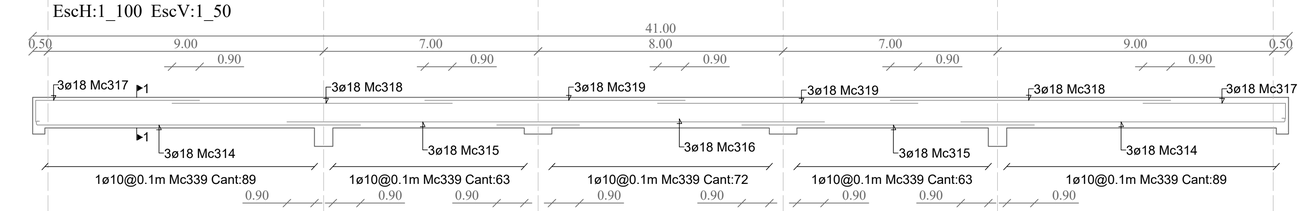
VIGA EJE 1, EJE 2, EJE 3 Y EJE 4

EscH:1_100 EscV:1_50



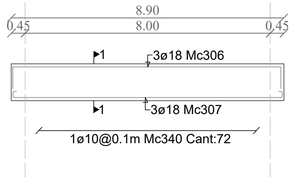
VIGA EJE 1' Y EJE 3'

EscH:1_100 EscV:1_50

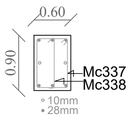


VIGA EJE 2'

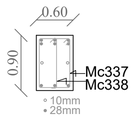
EscH:1_100 EscV:1_50



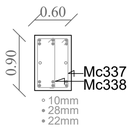
Corte 1-1



Corte 2-2



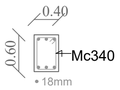
Corte 3-3



Corte 1-1



Corte 1-1

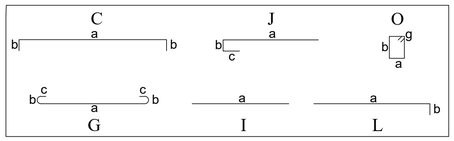


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 3

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
300	28	J	24	8.6	0.5	0.1			9.20	220.8	1067.35
301	28	I	24	11.75					11.75	282	1363.19
302	28	I	12	6.25					6.25	75	362.55
303	28	L	24	5.75	0.8				6.55	157.2	759.90
304	28	I	24	9.7					9.70	232.8	1125.36
305	28	I	24	9.2					9.20	220.8	1067.35
306	18	C	3	8.75	0.5				9.75	29.25	58.44
307	18	G	3	8.75	0.35	0.1			9.65	28.95	57.84
308	20	J	12	8.85	0.37	0.08			9.30	111.6	275.21
309	20	I	6	8.75					8.75	52.5	129.47
310	20	L	12	9.95	0.3				10.25	123	303.32
311	28	J	32	9.25	0.5	0.1			9.85	315.2	1523.68
312	28	I	16	9.75					9.75	156	754.10
313	28	L	32	10.2	0.7				10.90	348.8	1686.10
314	18	J	12	10.65	0.35	0.1			11.10	133.2	266.13
315	18	I	12	9.55					9.55	114.6	228.97
316	18	I	6	10.7					10.70	64.2	128.27
317	18	L	12	5.4	0.4				5.80	69.6	139.06
318	18	I	12	9.15					9.15	109.8	219.38
319	18	I	12	8.5					8.50	102	203.80
320	14	C	3	3.3	0.4				4.10	12.3	14.86
321	14	G	3	3.2	0.18	0.07			3.70	11.1	13.41
322	28	L	24	2.25	0.8				3.05	73.2	353.85
323	28	I	24	5.4					5.40	129.6	626.49
324	28	I	24	4.8					4.80	115.2	556.88
325	22	I	24	5.4					5.40	129.6	386.73
326	22	I	24	4.8					4.80	115.2	343.76
327	22	L	8	2.1	0.3				2.40	19.2	57.29
328	28	I	8	3.9					3.90	31.2	150.82
329	20	J	4	2.1	0.4	0.1			2.60	10.4	25.65
330	22	I	12	3.9					3.90	46.8	139.65
331	28	L	12	2.1	0.7				2.80	33.6	162.42
332	28	I	32	3.9					3.90	124.8	603.28
333	25	J	8	2.1	0.5	0.1			2.70	21.6	83.22
334	22	L	16	2.1	0.5				2.60	41.6	124.13
335	25	I	56	3.9					3.90	218.4	841.50
336	10	J	16	2.1	0.125	0.075			2.30	36.8	22.71
337	10	O	1236	0.5	0.8	0.1			2.80	3460.8	2135.31
338	10	G	1236	0.8	0.125	0.075			1.20	1483.2	915.13
339	10	O	777	0.2	0.4	0.1			1.40	1087.8	671.17
340	10	O	338	0.3	0.5				1.60	540.8	333.67
341	10	O	278	0.5	0.7	0.1			2.60	722.8	445.97
342	10	O	278	0.3	0.7	0.1			2.20	611.6	377.36
343	10	O	314	0.8	0.5	0.1			2.80	879.2	542.47
344	10	O	314	0.4	0.5	0.1			2.00	628	387.48
345	16	G	15	7	0.2	0.075			7.55	113.25	178.71
346	16	G	15	8.95	0.2	0.075			9.50	142.5	224.87
347	16	C	15	1.1	0.3				1.70	25.5	40.24
348	16	C	15	3.1	0.3				3.70	55.5	87.58
349	16	J	62	7.95	0.2	0.075			8.23	509.95	804.70
350	16	J	62	11.55	0.2	0.075			11.83	733.15	1156.91
351	16	C	154	1.3	0.3				1.90	292.6	461.72
352	16	C	154	2	0.3				2.60	400.4	631.83
353	16	C	124	2.5	0.3				3.10	384.4	606.58

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
0.00	4078.00	0.00	28.27	0.00	1301.90	733.64	1051.56	924.72	12163.31	0.00



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

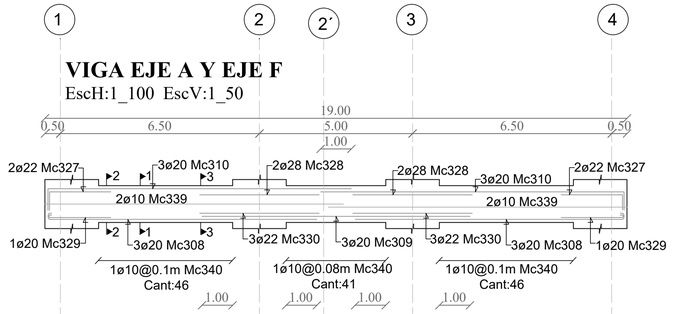
EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO

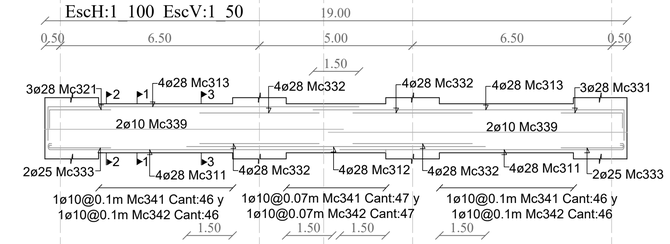
CONTENIDO: **Losa TIPO 3** **1/2**

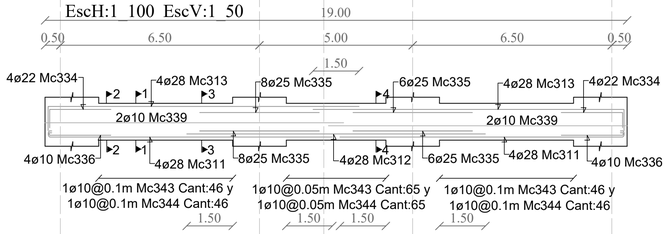
- Planta de losa de TIPO 3
- Armado de vigas en losa TIPO 3
- Planilla de acero de vigas
- Detalles

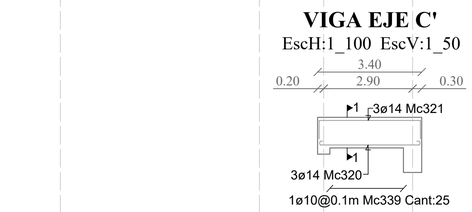
FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E1-6/7

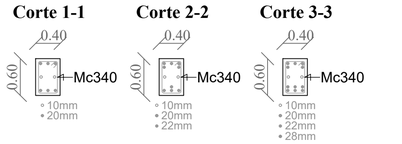
VIGAS DE LOSA TIPO 3

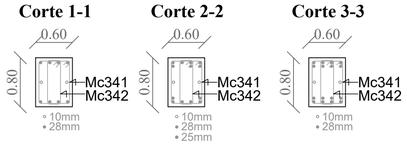


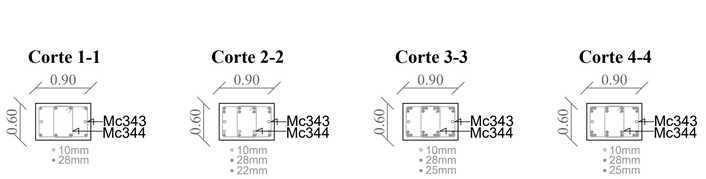


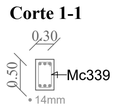






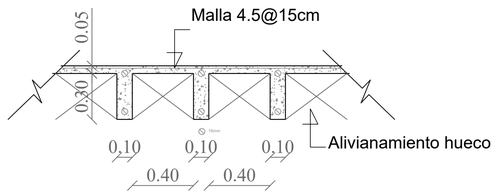






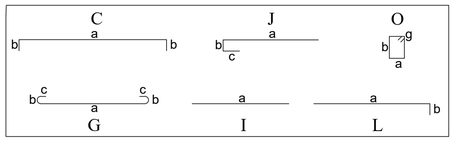
Detalle típico de losa

Esc:1_25



PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 3												
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION					LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
				a	b	c	g	h			
300	28	J	24	8.6	0.5	0.1			9.20	220.8	1067.35
301	28	I	24	11.75					11.75	282	1363.19
302	28	I	12	6.25					6.25	75	362.55
303	28	L	24	5.75	0.8				6.55	157.2	759.90
304	28	I	24	9.7					9.70	232.8	1125.36
305	28	I	24	9.2					9.20	220.8	1067.35
306	18	C	3	8.75	0.5				9.75	29.25	58.44
307	18	G	3	8.75	0.35	0.1			9.65	28.95	57.84
308	20	J	12	8.85	0.37	0.08			9.30	111.6	275.21
309	20	I	6	8.75					8.75	52.5	129.47
310	20	L	12	9.95	0.3				10.25	123	303.32
311	28	J	32	9.25	0.5	0.1			9.85	315.2	1523.68
312	28	I	16	9.75					9.75	156	754.10
313	28	L	32	10.2	0.7				10.90	348.8	1686.10
314	18	J	12	10.65	0.35	0.1			11.10	133.2	266.13
315	18	I	12	9.55					9.55	114.6	228.97
316	18	I	6	10.7					10.70	64.2	128.27
317	18	L	12	5.4	0.4				5.80	69.6	139.06
318	18	I	12	9.15					9.15	109.8	219.38
319	18	I	12	8.5					8.50	102	203.80
320	14	C	3	3.3	0.4				4.10	12.3	14.86
321	14	G	3	3.2	0.18	0.07			3.70	11.1	13.41
322	28	L	24	2.25	0.8				3.05	73.2	353.85
323	28	I	24	5.4					5.40	129.6	626.49
324	28	I	24	4.8					4.80	115.2	556.88
325	22	I	24	5.4					5.40	129.6	386.73
326	22	I	24	4.8					4.80	115.2	343.76
327	22	L	8	2.1	0.3				2.40	19.2	57.29
328	28	I	8	3.9					3.90	31.2	150.82
329	20	J	4	2.1	0.4	0.1			2.60	10.4	25.65
330	22	I	12	3.9					3.90	46.8	139.65
331	28	L	12	2.1	0.7				2.80	33.6	162.42
332	28	I	32	3.9					3.90	124.8	603.28
333	25	J	8	2.1	0.5	0.1			2.70	21.6	83.22
334	22	L	16	2.1	0.5				2.60	41.6	124.13
335	25	I	56	3.9					3.90	218.4	841.50
336	10	J	16	2.1	0.125	0.075			2.30	36.8	22.71
337	10	O	1236	0.5	0.8	0.1			2.80	3460.8	2135.31
338	10	G	1236	0.8	0.125	0.075			1.20	1483.2	915.13
339	10	O	777	0.2	0.4	0.1			1.40	1087.8	671.17
340	10	O	338	0.3	0.5				1.60	540.8	333.67
341	10	O	278	0.5	0.7	0.1			2.60	722.8	445.97
342	10	O	278	0.3	0.7	0.1			2.20	611.6	377.36
343	10	O	314	0.8	0.5	0.1			2.80	879.2	542.47
344	10	O	314	0.4	0.5	0.1			2.00	628	387.48
345	16	G	15	7	0.2	0.075			7.55	113.25	178.71
346	16	G	15	8.95	0.2	0.075			9.50	142.5	224.87
347	16	C	15	1.1	0.3				1.70	25.5	40.24
348	16	C	15	3.1	0.3				3.70	55.5	87.58
349	16	J	62	7.95	0.2	0.075			8.23	509.95	804.70
350	16	J	62	11.55	0.2	0.075			11.83	733.15	1156.91
351	16	C	154	1.3	0.3				1.90	292.6	461.72
352	16	C	154	2	0.3				2.60	400.4	631.83
353	16	C	124	2.5	0.3				3.10	384.4	606.58

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO										
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
0.00	4078.00	0.00	28.27	0.00	1301.90	733.64	1051.56	924.72	12163.31	0.00



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f'c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 3** **2/2**

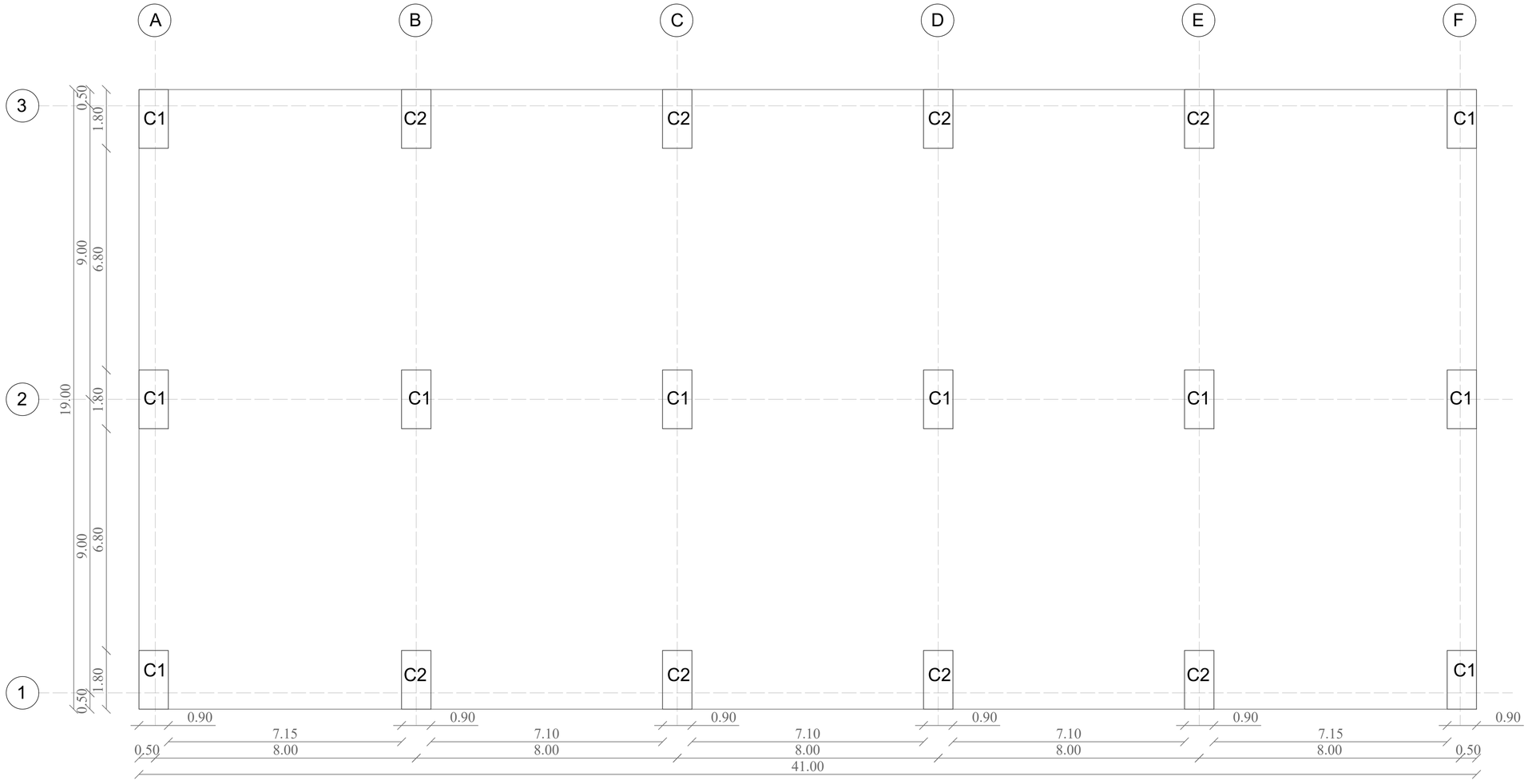
- Armado de vigas en losa TIPO 3
- Planilla de acero de vigas
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E1-7/7

ANEXO B: Planos estructurales Edificio 2

IMPLANTACIÓN DE COLUMNAS

Nv. 0+00



Esc: 1_75

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f'c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f'c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.

  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg

- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

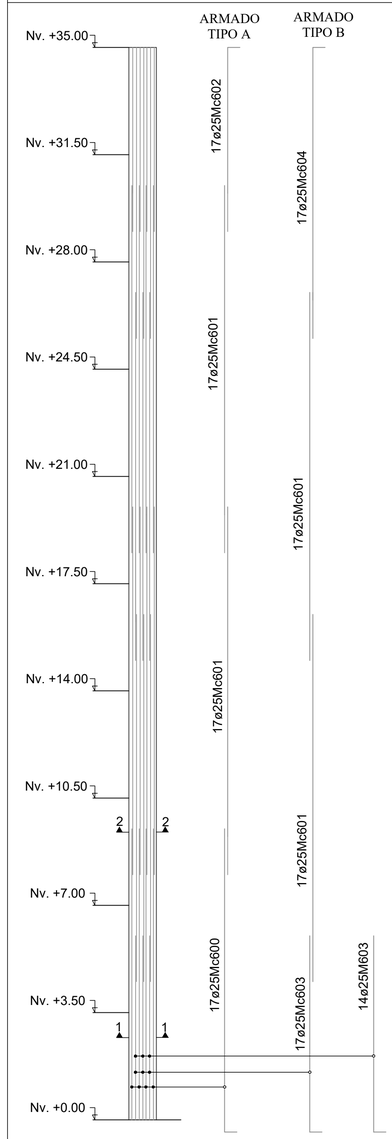
EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

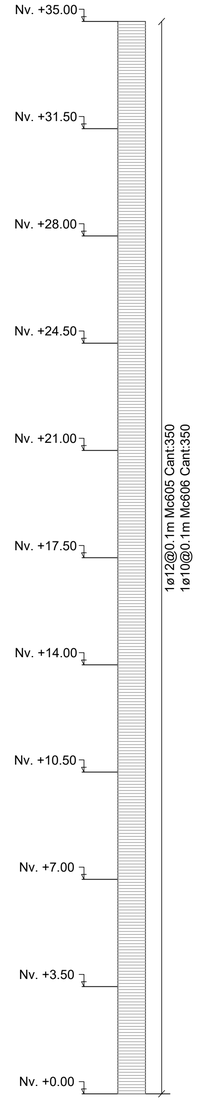
CONTENIDO:
- Implantación de columnas

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E2-1/12

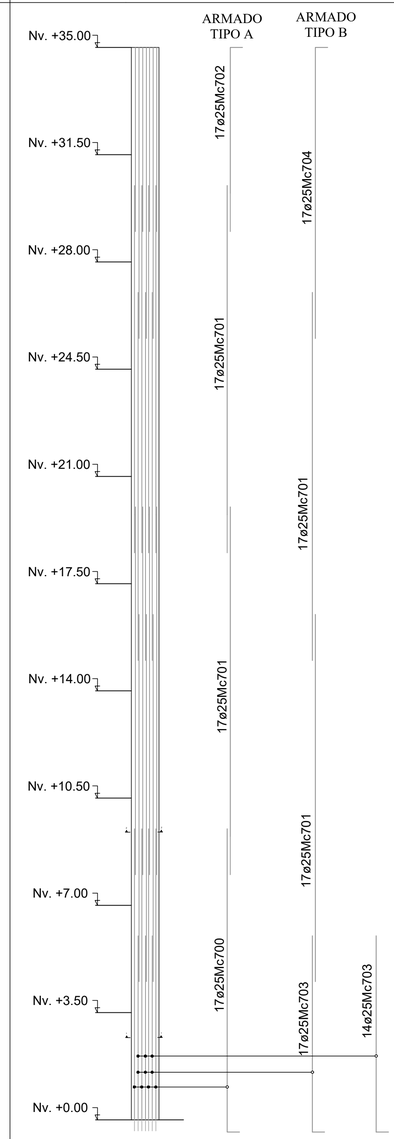
COLUMNAS DE HORMIGÓN

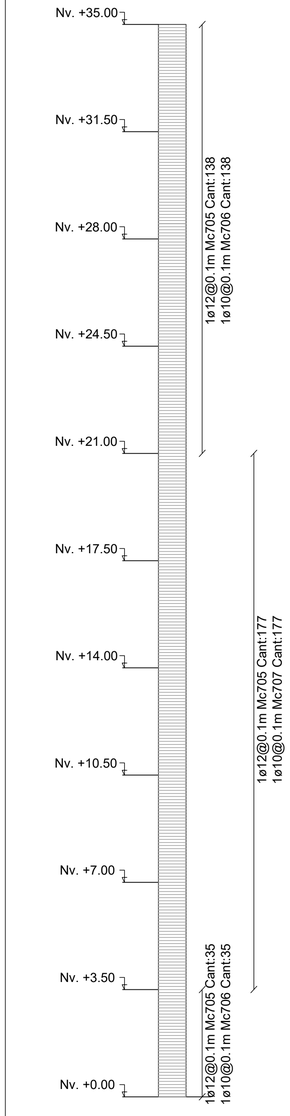
C1 #10





C2 #8





PLANILLA DE HIERROS COLUMNAS C1

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
600	25	L	17	10.4	0.4				10.80	183.6	707.41
601	25	I	68	12					12.00	816	3144.05
602	25	L	17	6.05	0.4				6.45	109.65	422.48
603	25	L	17	6.45	0.4				6.85	116.45	448.68
604	25	L	17	4.55	0.4				4.95	84.15	324.23
605	12	O	350	0.8	1.7		0.15		5.30	1855	1647.24
606	10	G	350	1.7	0.25	0.1			2.40	840	518.28
607	10	6	700	0.8	0.25	0.1			1.15	805	496.69
608	25	L	14	6.45	0.4				6.85	95.9	369.50

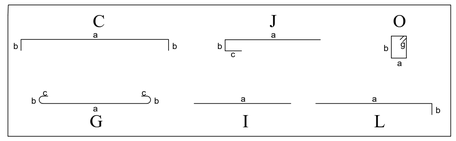
RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	1014.965	1647.24	0	0	0	0	0	5416.355	0	0	0

PLANILLA DE HIERROS COLUMNAS C2

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
700	25	L	17	10.4	0.4				10.80	183.6	707.41
701	25	I	68	12					12.00	816	3144.05
702	25	L	17	6.05	0.4				6.45	109.65	422.48
703	25	L	17	6.45	0.4				6.85	116.45	448.68
704	25	L	17	9.55	0.4				9.95	169.15	651.73
705	12	O	350	0.8	1.7		0.15		5.30	1855	1647.24
706	10	G	173	1.7	0.25	0.1			2.40	415.2	256.18
707	10	O	177	0.28	1.7		0.14		4.24	750.48	463.05
708	10	5	700	0.8	0.25	0.1			1.15	805	496.69
709	25	L	14	6.45	0.4				6.85	95.9	369.50

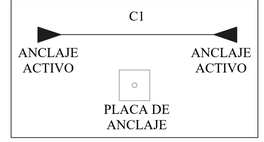
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	1215.91	1647.24	0	0	0	0	0	5743.86	0	0	0



PLANILLA CABLE PRESFORZADO

Mc	Torón Tipo	Area cm2	Cantidad u.	L m	Peso U. kg/m	Peso Total kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

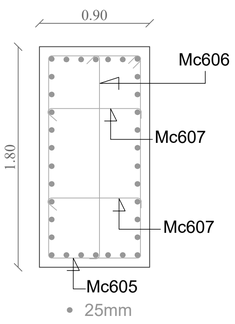
- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

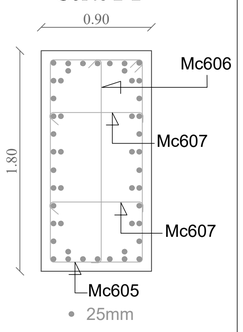
- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.
  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg
- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

Columnas de Hormigón
C1 #10

Corte 1-1

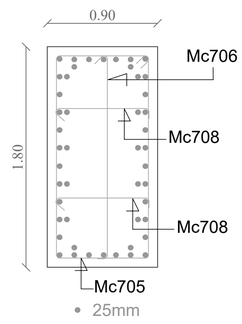


Corte 2-2

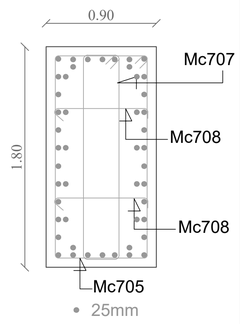


Columnas de Hormigón
C2 #8

Corte 1-1

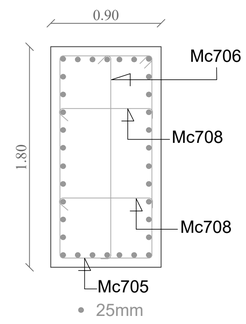


Corte 1-1

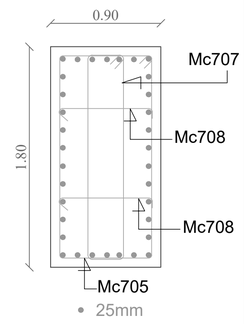


Columnas de Hormigón
C2 #8

Corte 2-2



Corte 2-2



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

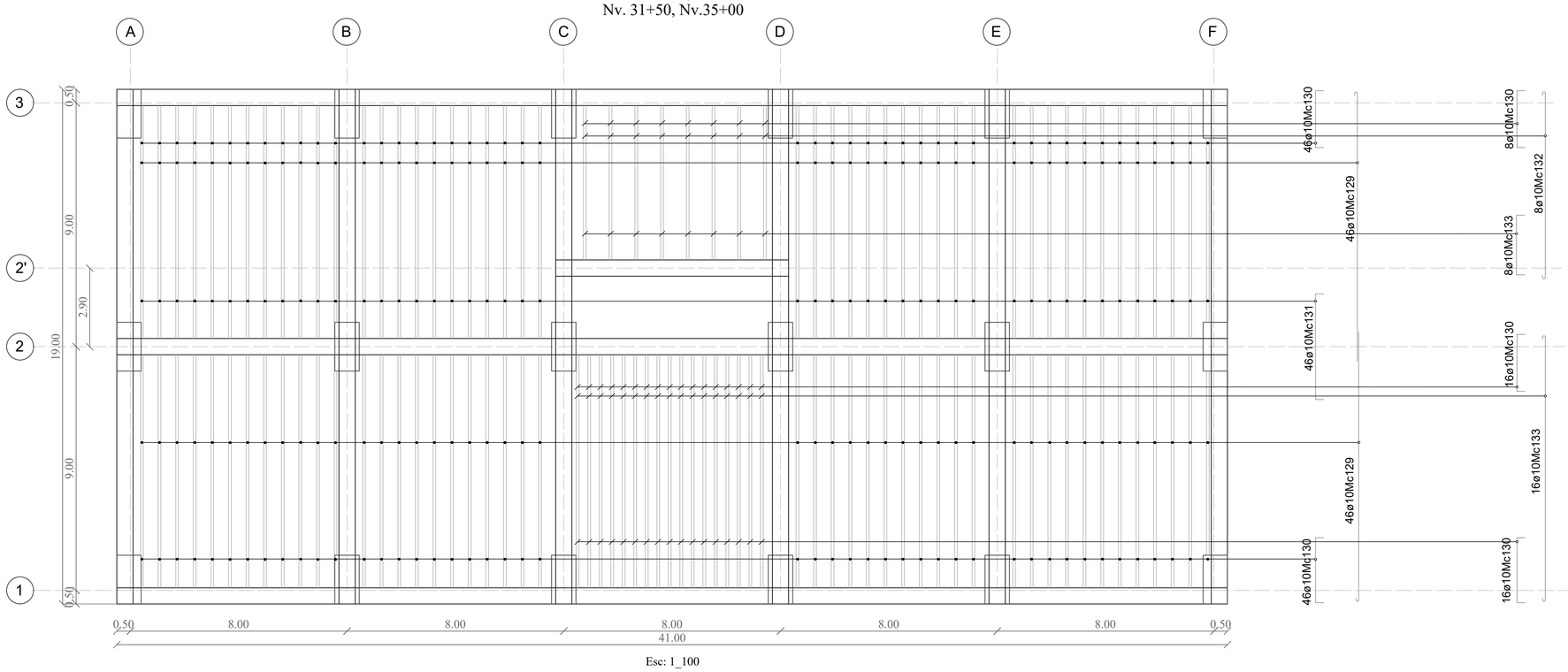
EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

CONTENIDO:
- Armado de columnas
- Planilla de acero de columnas
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E2-2/12

LOSA DE HORMIGÓN PRESFORZADO TIPO 1

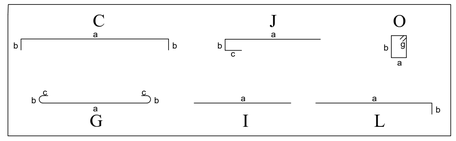
Planta 9, 10
Nv. 31+50, Nv.35+00



Esc: 1_100

PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 1											
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION					LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
				a	b	c	g	h			
101	28	L	18	5.7	0.8				6.50	117	565.58
102	28	I	63	9.7					9.70	611.1	2954.06
103	28	J	18	10.6	0.35	0.15			11.10	199.8	965.83
104	10	I	18	12					12.00	216	133.27
105	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
106	28	L	36	6.3	0.7				7.00	252	1218.17
107	28	I	18	10.7					10.70	192.6	931.03
108	28	J	18	11.5	0.35	0.15			12.00	216	1044.14
109	28	J	18	9.2	0.35	0.15			9.70	174.6	844.02
110	10	I	12	12					12.00	144	88.85
111	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
112	20	L	4	2.45	0.8				3.25	13	32.06
113	16	I	4	4.8					4.80	19.2	30.30
114	20	I	4	4.8					4.80	19.2	47.35
115	22	C	2	8.5	0.5				9.50	19	56.70
116	22	G	2	8.5	0.21	0.09			9.10	18.2	54.31
117	10	I	2	8.6					8.60	17.2	10.61
118	28	L	4	2.7	0.7				3.40	13.6	65.74
119	22	I	4	5.4					5.40	21.6	64.45
120	10	I	4	5.4					5.40	21.6	13.33
121	22	L	20	2.7	0.7				3.40	68	202.91
122	20	I	2	5.4					5.40	10.8	26.63
123	28	I	4	5.4					5.40	21.6	104.41
124	10	O	1071	0.5	0.8		0.14		2.88	3084.48	1903.12
125	10	G	1071	0.8	0.1	0.12			1.24	1328.04	819.40
126	12	O	61	0.3	0.5		0.15		1.90	115.9	102.92
127	10	O	828	0.5	0.7		0.14		2.68	2219.04	1369.15
128	10	G	828	0.7	0.1	0.12			1.14	943.92	582.40
129	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
130	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
131	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
132	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
133	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

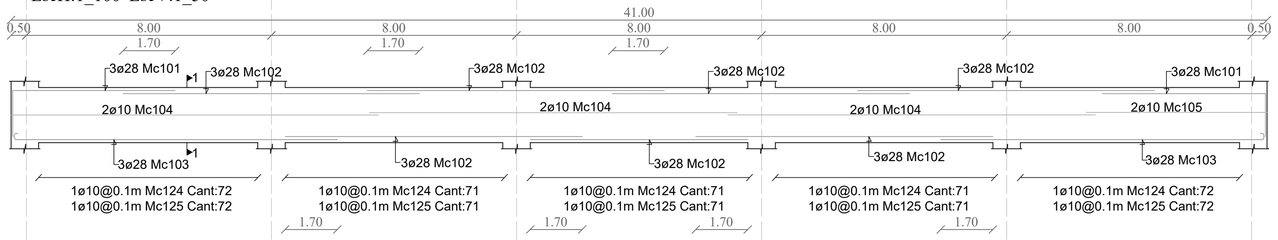
RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO									
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
0	6179.551	102.9192	0	30.2976	0	106.038	378.3712	0	8692.982	0



PLANILLA CABLE PRESFORZADO						
Mc	Torón Tipo	Area	Cantidad	L	Peso U.	Peso Total
		cm2	u.	m	kg/m	kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

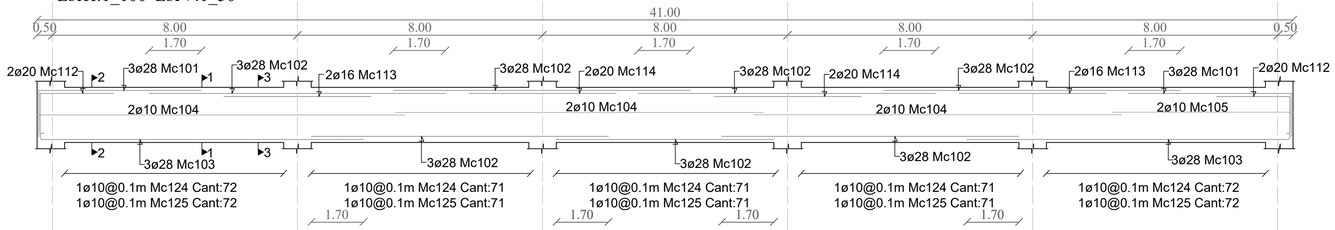
VIGA EJE 1, EJE 3

EscH:1_100 EscV:1_50



VIGA EJE 2

EscH:1_100 EscV:1_50

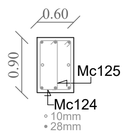


VIGA EJE 2'

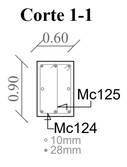
EscH:1_100 EscV:1_50



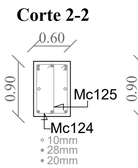
Corte 1-1



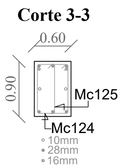
Corte 1-1



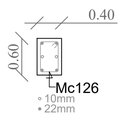
Corte 2-2



Corte 3-3



Corte 1-1



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.

  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg

- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

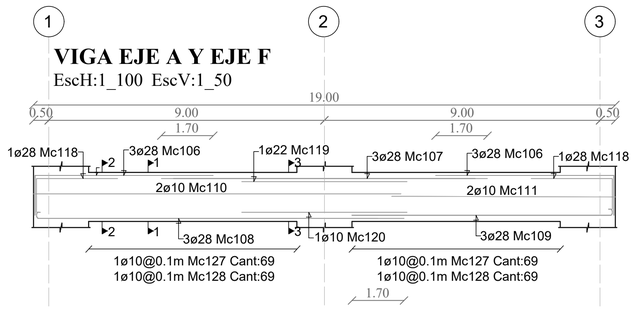
CONTENIDO: **Losa TIPO 1** **1/2**

- Planta de losa TIPO 1
- Armado de vigas en losa TIPO 1
- Planilla de acero de refuerzo y de cable
- Detalles

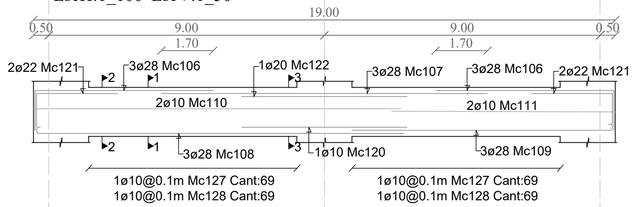
FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E2-3/12

VIGAS DE LOSA TIPO 1

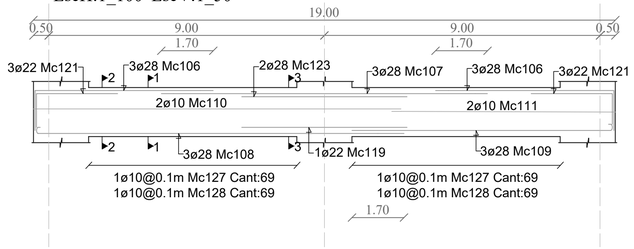
VIGA EJE A Y EJE F
EscH:1_100 EscV:1_50



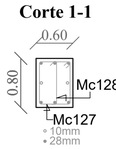
VIGA EJE B Y EJE E
EscH:1_100 EscV:1_50



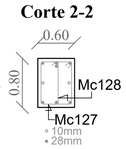
VIGA EJE C Y EJE D
EscH:1_100 EscV:1_50



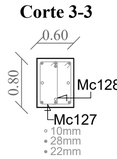
Corte 1-1



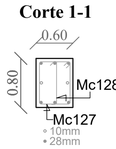
Corte 2-2



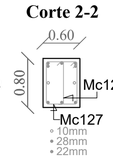
Corte 3-3



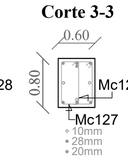
Corte 1-1



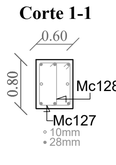
Corte 2-2



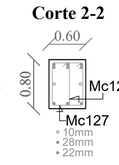
Corte 3-3



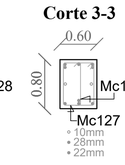
Corte 1-1



Corte 2-2

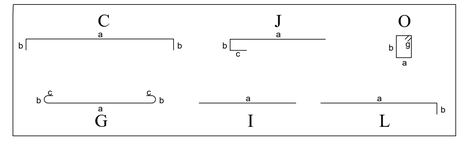


Corte 3-3



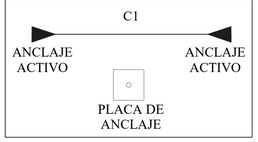
PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 1											
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION					LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
				a	b	c	g	h			
101	28	L	18	5.7	0.8				6.50	117	565.58
102	28	I	63	9.7					9.70	611.1	2954.06
103	28	J	18	10.6	0.35	0.15			11.10	199.8	965.83
104	10	I	18	12					12.00	216	133.27
105	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
106	28	L	36	6.3	0.7				7.00	252	1218.17
107	28	I	18	10.7					10.70	192.6	931.03
108	28	J	18	11.5	0.35	0.15			12.00	216	1044.14
109	28	J	18	9.2	0.35	0.15			9.70	174.6	844.02
110	10	I	12	12					12.00	144	88.85
111	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
112	20	L	4	2.45	0.8				3.25	13	32.06
113	16	I	4	4.8					4.80	19.2	30.30
114	20	I	4	4.8					4.80	19.2	47.35
115	22	C	2	8.5	0.5				9.50	19	56.70
116	22	G	2	8.5	0.21	0.09			9.10	18.2	54.31
117	10	I	2	8.6					8.60	17.2	10.61
118	28	L	4	2.7	0.7				3.40	13.6	65.74
119	22	I	4	5.4					5.40	21.6	64.45
120	10	I	4	5.4					5.40	21.6	13.33
121	22	L	20	2.7	0.7				3.40	68	202.91
122	20	I	2	5.4					5.40	10.8	26.63
123	28	I	4	5.4					5.40	21.6	104.41
124	10	O	1071	0.5	0.8		0.14		2.88	3084.48	1903.12
125	10	G	1071	0.8	0.1	0.12			1.24	1328.04	819.40
126	12	O	61	0.3	0.5		0.15		1.90	115.9	102.92
127	10	O	828	0.5	0.7		0.14		2.68	2219.04	1369.15
128	10	G	828	0.7	0.1	0.12			1.14	943.92	582.40
129	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
130	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
131	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
132	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
133	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO									
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
0	6179.551	102.9192	0	30.2976	0	106.038	378.3712	0	8692.982	0



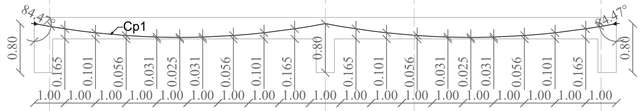
PLANILLA CABLE PRESFORZADO						
Mc	Torón Tipo	Area	Cantidad	L	Peso U.	Peso Total
		cm2	u.	m	kg/m	kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA



DETALLE CABLE HORMIGÓN PRESFORZADO

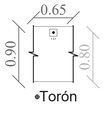
NERVIO DE LOSA DE VANOS CONTINUOS
EscH:1_100 EscV:1_50



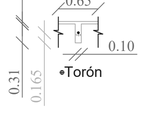
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp1	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	7	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1

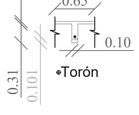
Corte 1



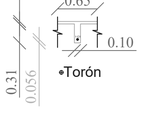
Corte 2



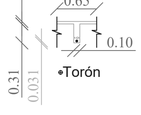
Corte 3



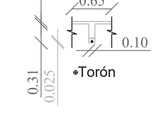
Corte 4



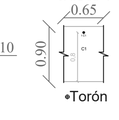
Corte 5



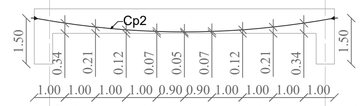
Corte 6



Corte 7



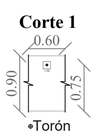
NERVIO DE LOSA DE UN VANO 9M
EscH:1_100 EscV:1_50



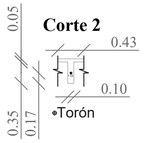
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp2	75.0	16.8	10.4	5.9	3.3	2.5	3.3	5.9	10.4	16.8	75.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1

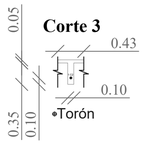
Corte 1



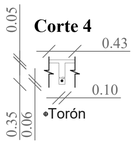
Corte 2



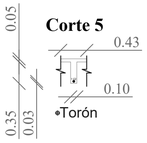
Corte 3



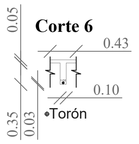
Corte 4



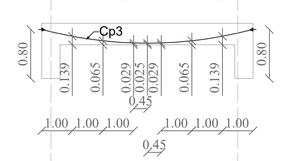
Corte 5



Corte 6



NERVIO DE LOSA DE UN VANO 6.1M
EscH:1_100 EscV:1_50



Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp3	80.0	13.9	6.5	2.9	2.5	2.9	6.5	13.9	80.0
Corte	1	2	3	4	5	4	3	2	1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.
  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg
- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

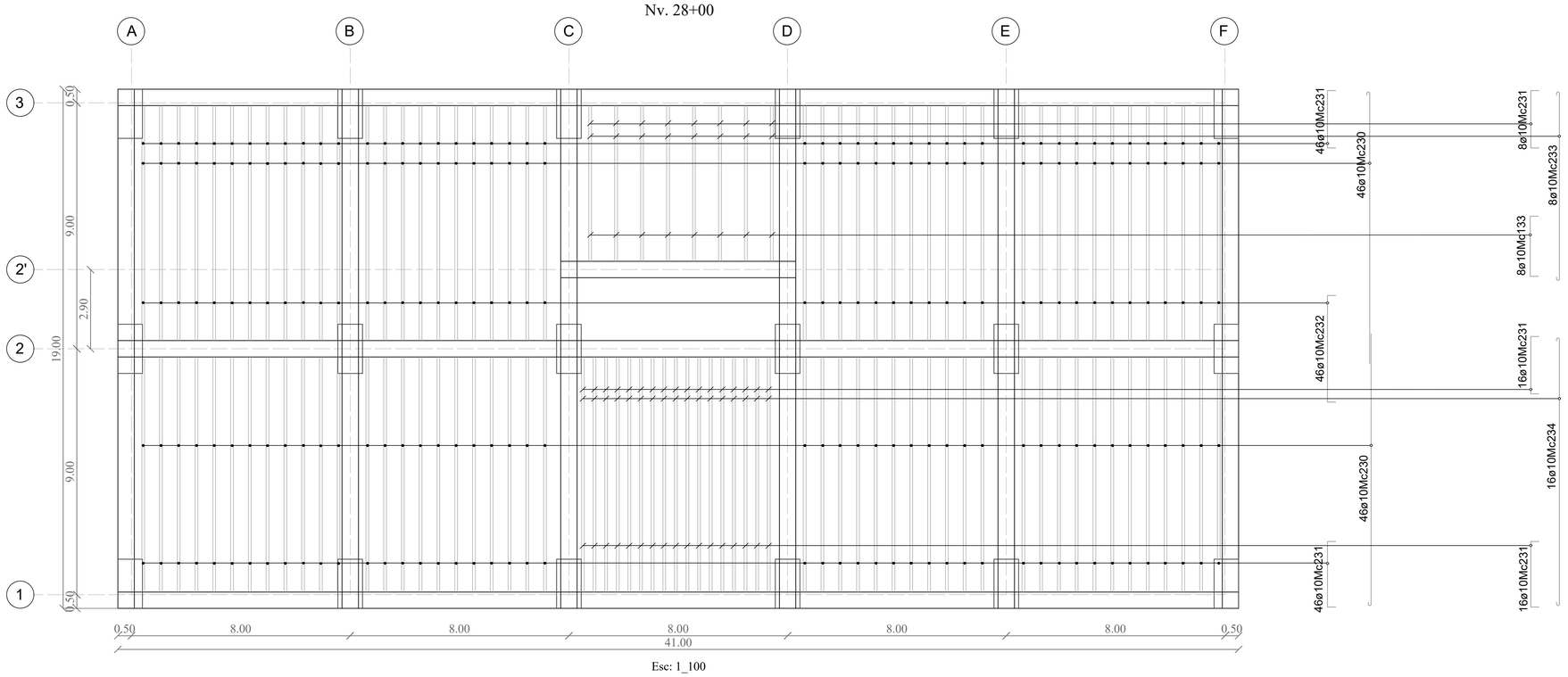
EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 1** **2/2**
- Armado de vigas en losa TIPO 1
- Detalles
- Planilla de acero de refuerzo y de cable

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E2-4/12

LOSA DE HORMIGÓN PRESFORZADO TIPO 2

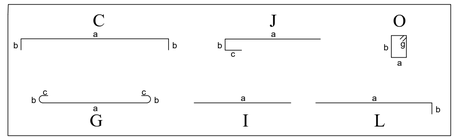
Planta 8
Nv. 28+00



Esc: 1_100

PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 2											
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION					LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
				a	b	c	g	h			
201	28	L	18	5.7	0.8				6.50	117	565.58
202	28	I	63	9.7					9.70	611.1	2954.06
203	28	J	18	10.6	0.35	0.15			11.10	199.8	965.83
204	10	I	18	12					12.00	216	133.27
205	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
206	28	L	36	6.3	0.7				7.00	252	1218.17
207	28	I	18	10.7					10.70	192.6	931.03
208	28	J	18	11.5	0.35	0.15			12.00	216	1044.14
209	28	J	18	9.2	0.35	0.15			9.70	174.6	844.02
210	10	I	12	12					12.00	144	88.85
211	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
212	22	L	8	2.45	0.8				3.25	26	77.58
213	20	I	16	4.8					4.80	76.8	189.39
214	25	L	6	2.45	0.8				3.25	19.5	75.13
215	22	I	12	4.8					4.80	57.6	171.88
216	22	C	2	8.5	0.3				9.10	18.2	54.31
217	22	G	2	8.5	0.21	0.09			9.10	18.2	54.31
218	10	I	2	8.6					8.60	17.2	10.61
219	22	L	24	2.7	0.7				3.40	81.6	243.49
220	22	I	8	5.4					5.40	43.2	128.91
221	20	J	12	2.7	0.2	0.1			3.00	36	88.78
222	25	I	12	5.4					5.40	64.8	249.67
223	28	I	6	5.4					5.40	32.4	156.62
224	25	L	12	2.7	0.7				3.40	40.8	157.20
225	10	O	1071	0.5	0.8		0.14		2.88	3084.48	1903.12
226	10	G	1071	0.8	0.1	0.12			1.24	1328.04	819.40
227	12	O	61	0.3	0.5		0.15		1.90	115.9	102.92
228	10	O	828	0.5	0.7		0.14		2.68	2219.04	1369.15
229	10	G	828	0.7	0.1	0.12			1.14	943.92	582.40
230	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
231	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
232	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
233	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
234	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

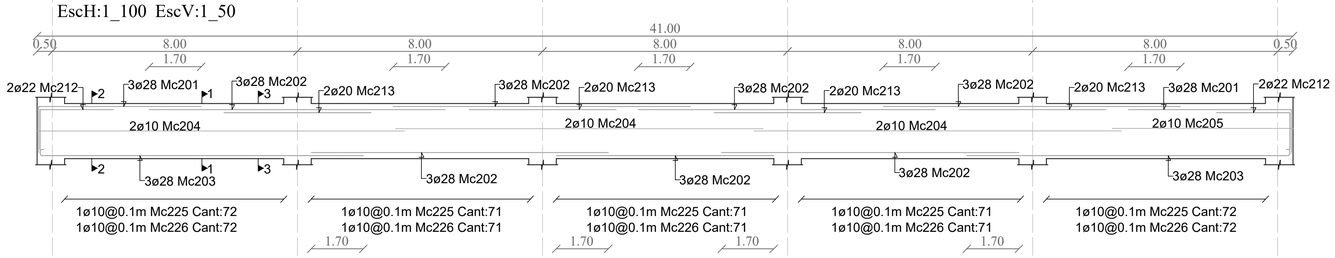
RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO											
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	6166.224	102.9192	0	0	0	278.1648	730.4832	482.0103	8679.447	0	0



PLANILLA CABLE PRESFORZADO						
Mc	Torón Tipo	Area	Cantidad	L	Peso U.	Peso Total
		cm2	u.	m	kg/m	kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

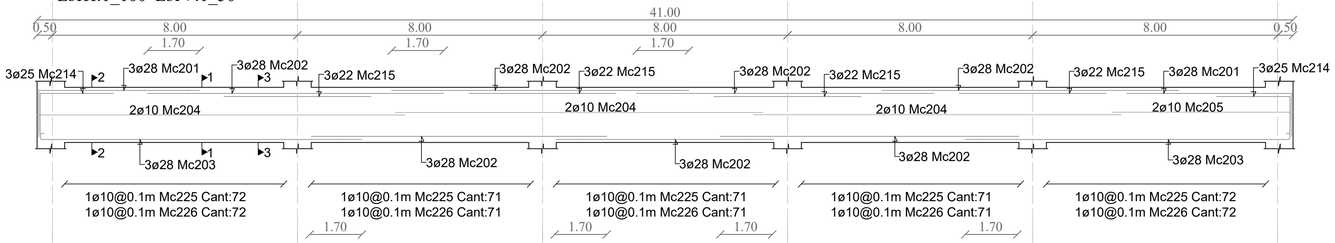
VIGA EJE 1, EJE 3

EscH:1_100 EscV:1_50



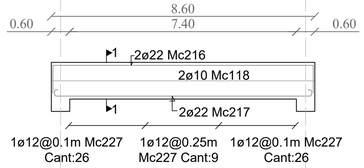
VIGA EJE 2

EscH:1_100 EscV:1_50

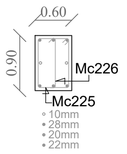


VIGA EJE 2'

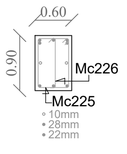
EscH:1_100 EscV:1_50



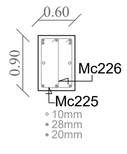
Corte 1-1



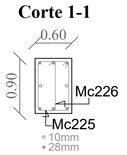
Corte 2-2



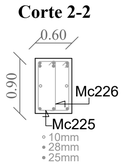
Corte 3-3



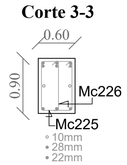
Corte 1-1



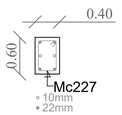
Corte 2-2



Corte 3-3



Corte 1-1



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.
  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg
- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 2** **1/2**

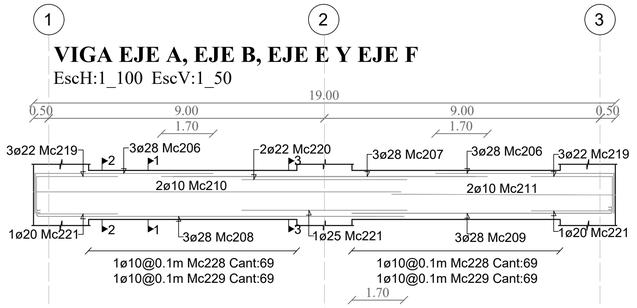
- Planta de losa TIPO 2
- Armado de vigas en losa TIPO 2
- Planilla de acero de refuerzo y de cable
- Detalles

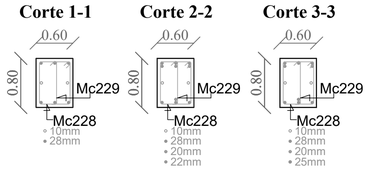
FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E2-5/12

VIGAS DE LOSA TIPO 2

VIGA EJE A, EJE B, EJE E Y EJE F

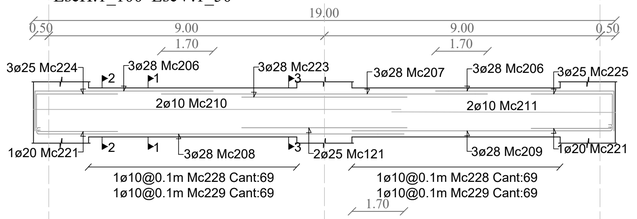
EscH:1_100 EscV:1_50

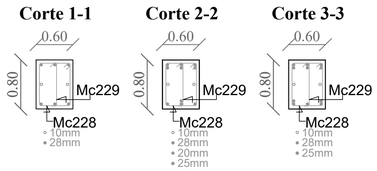




VIGA EJE C Y EJE D

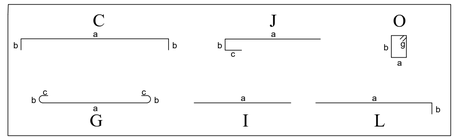
EscH:1_100 EscV:1_50





PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 2											
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION					LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
				a	b	c	g	h			
201	28	L	18	5.7	0.8				6.50	117	565.58
202	28	I	63	9.7					9.70	611.1	2954.06
203	28	J	18	10.6	0.35	0.15			11.10	199.8	965.83
204	10	I	18	12					12.00	216	133.27
205	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
206	28	L	36	6.3	0.7				7.00	252	1218.17
207	28	I	18	10.7					10.70	192.6	931.03
208	28	J	18	11.5	0.35	0.15			12.00	216	1044.14
209	28	J	18	9.2	0.35	0.15			9.70	174.6	844.02
210	10	I	12	12					12.00	144	88.85
211	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
212	22	L	8	2.45	0.8				3.25	26	77.58
213	20	I	16	4.8					4.80	76.8	189.39
214	25	L	6	2.45	0.8				3.25	19.5	75.13
215	22	I	12	4.8					4.80	57.6	171.88
216	22	C	2	8.5	0.3				9.10	18.2	54.31
217	22	G	2	8.5	0.21	0.09			9.10	18.2	54.31
218	10	I	2	8.6					8.60	17.2	10.61
219	22	L	24	2.7	0.7				3.40	81.6	243.49
220	22	I	8	5.4					5.40	43.2	128.91
221	20	J	12	2.7	0.2	0.1			3.00	36	88.78
222	25	I	12	5.4					5.40	64.8	249.67
223	28	I	6	5.4					5.40	32.4	156.62
224	25	L	12	2.7	0.7				3.40	40.8	157.20
225	10	O	1071	0.5	0.8			0.14	2.88	3084.48	1903.12
226	10	G	1071	0.8	0.1	0.12			1.24	1328.04	819.40
227	12	O	61	0.3	0.5			0.15	1.90	115.9	102.92
228	10	O	828	0.5	0.7			0.14	2.68	2219.04	1369.15
229	10	G	828	0.7	0.1	0.12			1.14	943.92	582.40
230	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
231	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
232	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
233	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
234	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO											
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	6166.224	102.9192	0	0	0	278.1648	730.4832	482.0103	8679.447	0	0

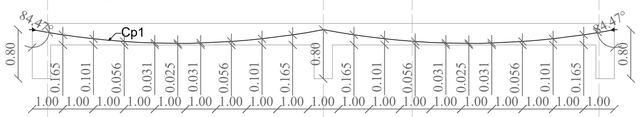


PLANILLA CABLE PRESFORZADO						
Mc	Torón Tipo	Area	Cantidad	L	Peso U.	Peso Total
		cm2	u.	m	kg/m	kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

DETALLE CABLE HORMIGÓN PRESFORZADO

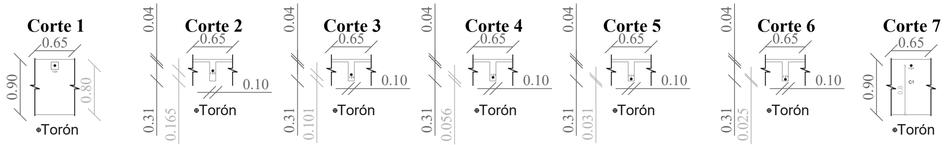
NERVIO DE LOSA DE VANOS CONTINUOS

EscH:1_100 EscV:1_50



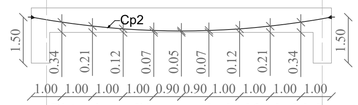
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp1	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	7	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1



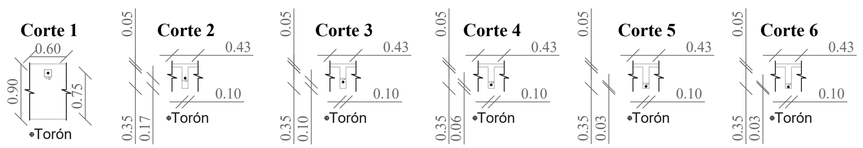
NERVIO DE LOSA DE UN VANO 9M

EscH:1_100 EscV:1_50



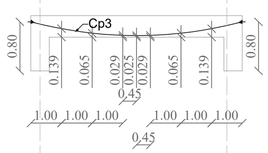
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp2	75.0	16.8	10.4	5.9	3.3	2.5	3.3	5.9	10.4	16.8	75.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1



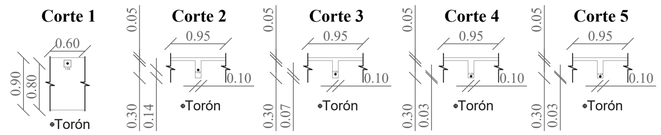
NERVIO DE LOSA DE UN VANO 6.1M

EscH:1_100 EscV:1_50

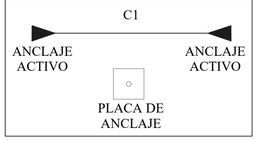


Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp3	80.0	13.9	6.5	2.9	2.5	2.9	6.5	13.9	80.0
Corte	1	2	3	4	5	4	3	2	1



ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sísmica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.
  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg
- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

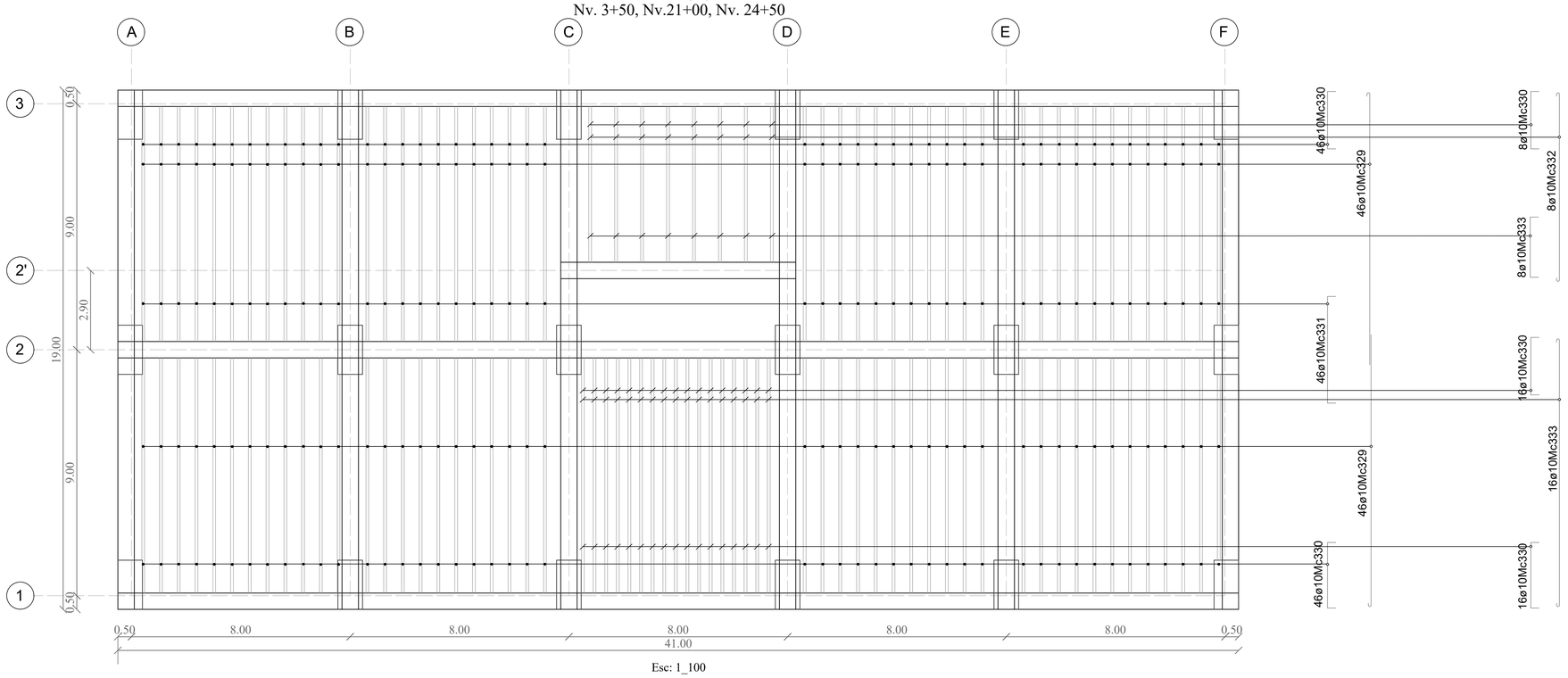
CONTENIDO: **Losa TIPO 2** **2/2**

- Armado de vigas en losa TIPO 2
- Detalles
- Planilla de acero de refuerzo y de cable

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	E2-6/12

LOSA DE HORMIGÓN PRESFORZADO TIPO 3

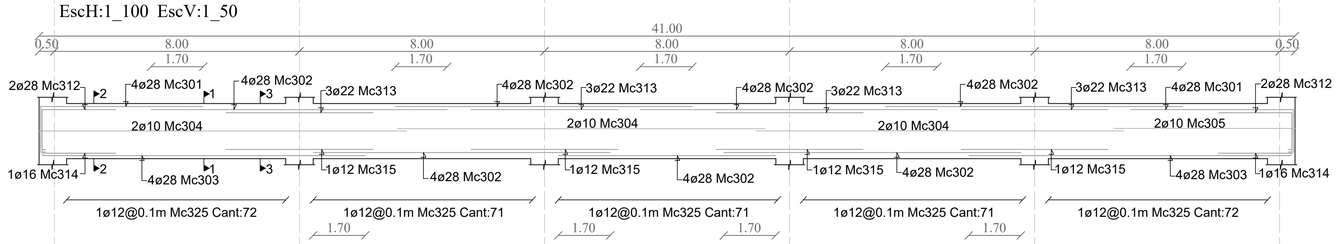
Planta 1, 6, 7
Nv. 3+50, Nv.21+00, Nv. 24+50



Esc: 1_100

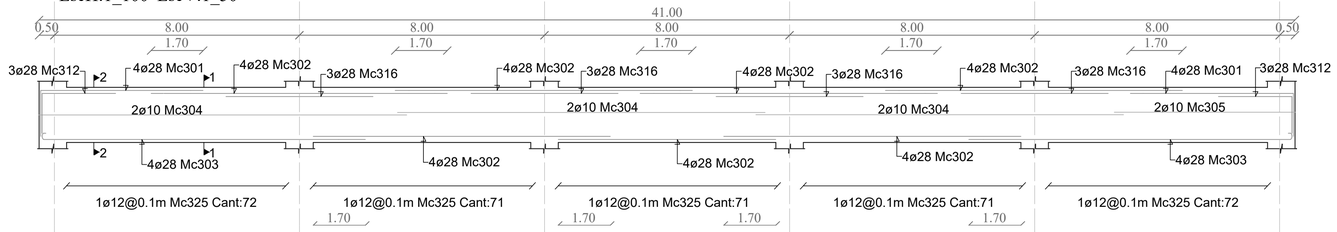
VIGA EJE 1, EJE 3

EscH:1_100 EscV:1_50



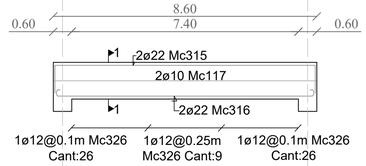
VIGA EJE 2

EscH:1_100 EscV:1_50



VIGA EJE 2'

EscH:1_100 EscV:1_50

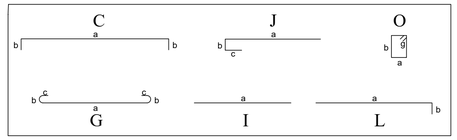


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 3

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
301	28	L	24	5.7	0.8				6.50	156	754.10
302	28	I	84	9.7					9.70	814.8	3938.74
303	28	J	24	10.6	0.35	0.15			11.10	266.4	1287.78
304	10	I	18	12					12.00	216	133.27
305	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
306	28	L	36	6.3	0.7				7.00	252	1218.17
307	28	I	18	10.7					10.70	192.6	931.03
308	28	J	18	11.5	0.35	0.15			12.00	216	1044.14
309	28	J	18	9.2	0.35	0.15			9.70	174.6	844.02
310	10	I	12	12					12.00	144	88.85
311	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
312	28	L	14	2.45	0.8				3.25	45.5	219.95
313	22	I	24	4.8					4.80	115.2	343.76
314	16	J	4	2.45	0.16	0.09			2.70	10.8	17.04
315	12	I	8	4.8					4.80	38.4	34.10
316	28	I	12	4.8					4.80	57.6	278.44
317	25	C	2	8.5	0.3				9.10	18.2	70.12
318	25	G	2	8.5	0.25	0.1			9.20	18.4	70.90
319	10	I	2	8.6					8.60	17.2	10.61
320	16	L	4	2.7	0.7				3.40	13.6	21.46
321	16	I	4	5.4					5.40	21.6	34.08
322	20	L	4	2.7	0.7				3.40	13.6	33.54
323	22	L	8	2.7	0.7				3.40	27.2	81.16
324	22	I	6	5.4					5.40	32.4	96.68
325	12	O	1071	0.5	0.8		0.15		2.90	3105.9	2758.04
326	12	O	61	0.3	0.5		0.15		1.90	115.9	102.92
327	10	O	828	0.5	0.7		0.14		2.68	2219.04	1369.15
328	10	G	828	0.7	0.1	0.12			1.14	943.92	582.40
329	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
330	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
331	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
332	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
333	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

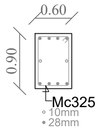
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	3443.699	2895.058	0	72.588	0	33.5376	521.6032	141.0198	10516.37	0	0



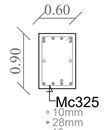
PLANILLA CABLE PRESFORZADO

Mc	Torón Tipo	Area cm2	Cantidad u.	L m	Peso U. kg/m	Peso Total kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

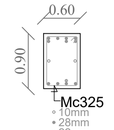
Corte 1-1



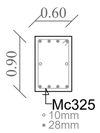
Corte 2-2



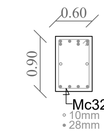
Corte 3-3



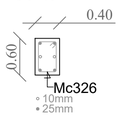
Corte 1-1



Corte 2-2



Corte 1-1



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.

  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg

- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

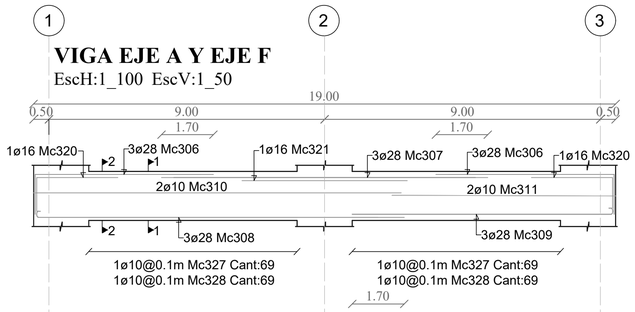
CONTENIDO: **Losa TIPO 3** **1/2**

- Planta de losa TIPO 3
- Armado de vigas en losa TIPO 3
- Planilla de acero de refuerzo y de cable
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	HP-7/12

VIGAS DE LOSA TIPO 3

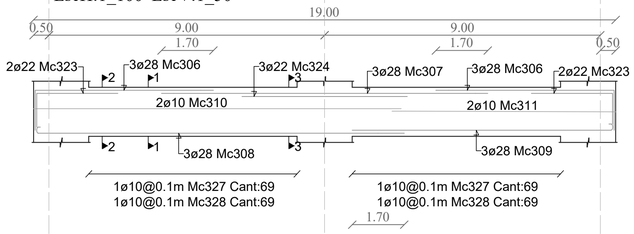
VIGA EJE A Y EJE F
EscH:1_100 EscV:1_50



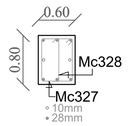
VIGA EJE B Y EJE E
EscH:1_100 EscV:1_50



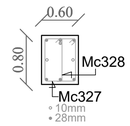
VIGA EJE C Y EJE D
EscH:1_100 EscV:1_50



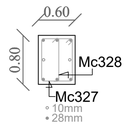
Corte 1-1



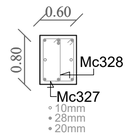
Corte 2-2



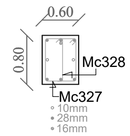
Corte 1-1



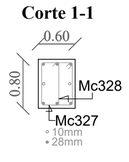
Corte 2-2



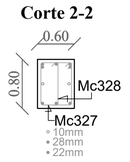
Corte 3-3



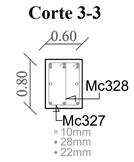
Corte 1-1



Corte 2-2



Corte 3-3

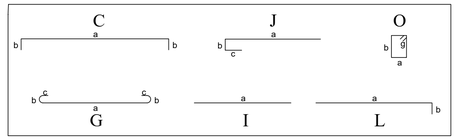


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 3

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
301	28	L	24	5.7	0.8				6.50	156	754.10
302	28	I	84	9.7					9.70	814.8	3938.74
303	28	J	24	10.6	0.35	0.15			11.10	266.4	1287.78
304	10	I	18	12					12.00	216	133.27
305	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
306	28	L	36	6.3	0.7				7.00	252	1218.17
307	28	I	18	10.7					10.70	192.6	931.03
308	28	J	18	11.5	0.35	0.15			12.00	216	1044.14
309	28	J	18	9.2	0.35	0.15			9.70	174.6	844.02
310	10	I	12	12					12.00	144	88.85
311	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
312	28	L	14	2.45	0.8				3.25	45.5	219.95
313	22	I	24	4.8					4.80	115.2	343.76
314	16	J	4	2.45	0.16	0.09			2.70	10.8	17.04
315	12	I	8	4.8					4.80	38.4	34.10
316	28	I	12	4.8					4.80	57.6	278.44
317	25	C	2	8.5	0.3				9.10	18.2	70.12
318	25	G	2	8.5	0.25	0.1			9.20	18.4	70.90
319	10	I	2	8.6					8.60	17.2	10.61
320	16	L	4	2.7	0.7				3.40	13.6	21.46
321	16	I	4	5.4					5.40	21.6	34.08
322	20	L	4	2.7	0.7				3.40	13.6	33.54
323	22	L	8	2.7	0.7				3.40	27.2	81.16
324	22	I	6	5.4					5.40	32.4	96.68
325	12	O	1071	0.5	0.8		0.15		2.90	3105.9	2758.04
326	12	O	61	0.3	0.5		0.15		1.90	115.9	102.92
327	10	O	828	0.5	0.7		0.14		2.68	2219.04	1369.15
328	10	G	828	0.7	0.1	0.12			1.14	943.92	582.40
329	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
330	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
331	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
332	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
333	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

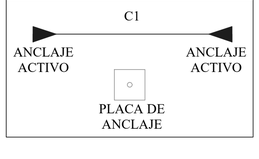
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	3443.699	2895.058	0	72.588	0	33.5376	521.6032	141.0198	10516.37	0	0



PLANILLA CABLE PRESFORZADO

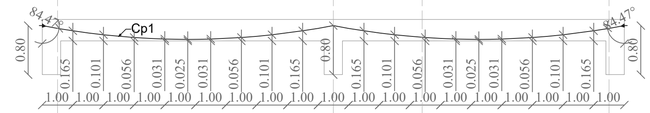
Mc	Torón Tipo	Area	Cantidad	L	Peso U.	Peso Total
		cm2	u.	m	kg/m	kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA



DETALLE CABLE HORMIGÓN PRESFORZADO

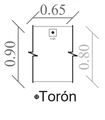
NERVIO DE LOSA DE VANOS CONTINUOS
EscH:1_100 EscV:1_50



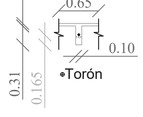
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp1	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	7	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1

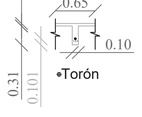
Corte 1



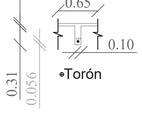
Corte 2



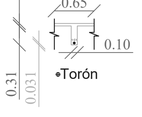
Corte 3



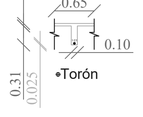
Corte 4



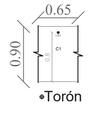
Corte 5



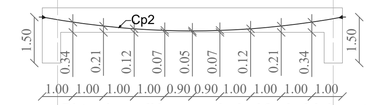
Corte 6



Corte 7



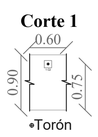
NERVIO DE LOSA DE UN VANO 9M
EscH:1_100 EscV:1_50



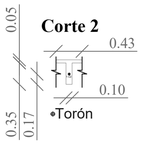
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp2	75.0	16.8	10.4	5.9	3.3	2.5	3.3	5.9	10.4	16.8	75.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1

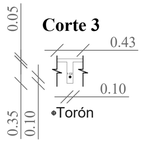
Corte 1



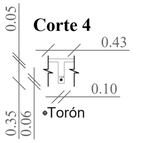
Corte 2



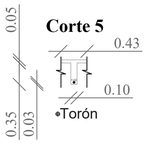
Corte 3



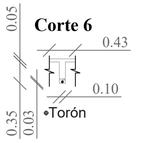
Corte 4



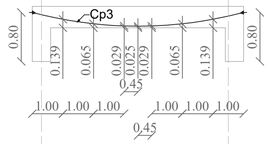
Corte 5



Corte 6



NERVIO DE LOSA DE UN VANO 6.1M
EscH:1_100 EscV:1_50



Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp3	80.0	13.9	6.5	2.9	2.5	2.9	6.5	13.9	80.0
Corte	1	2	3	4	5	4	3	2	1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sísmica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.
  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg
- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 3** **2/2**

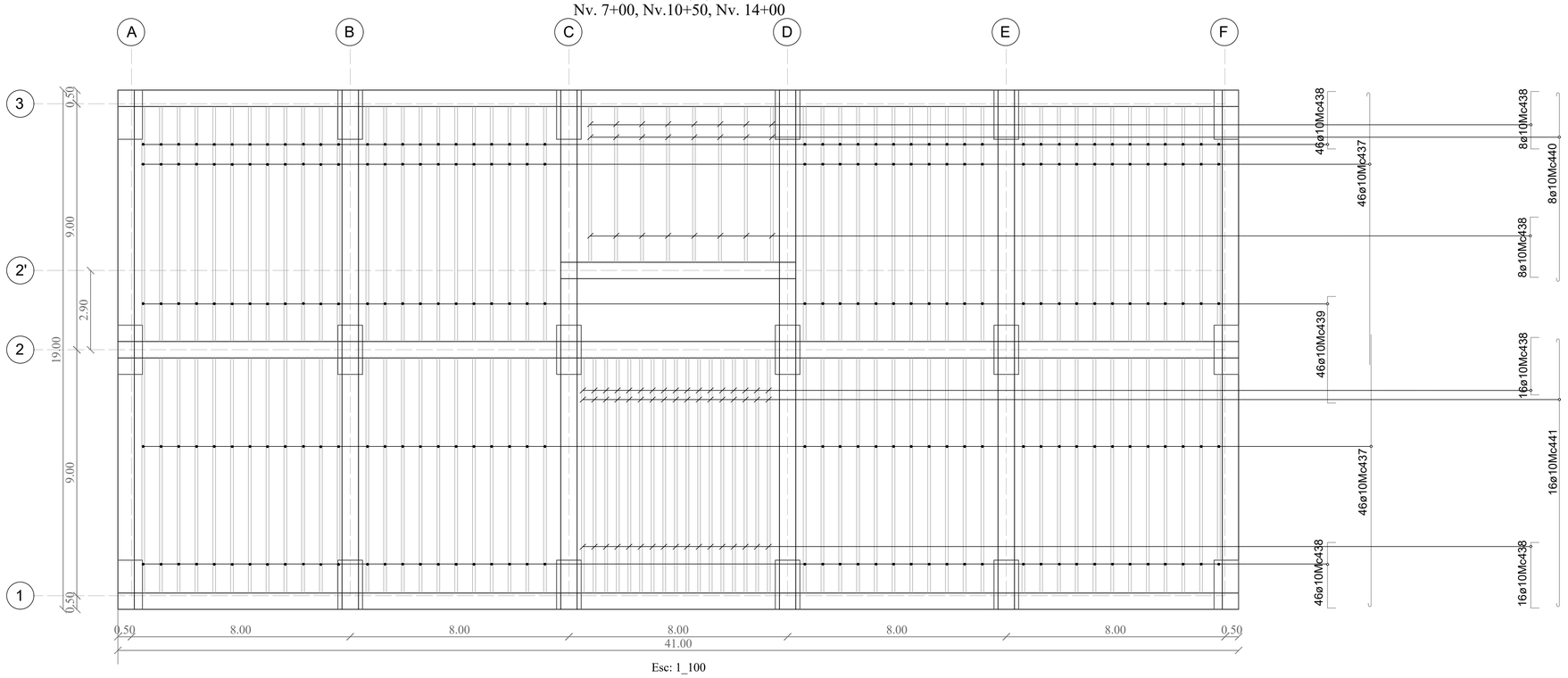
- Armado de vigas en losa TIPO 3 - Detalles
- Planilla de acero de refuerzo y de cable

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	HP-8/12

LOSA DE HORMIGÓN PRESFORZADO TIPO 4

Planta 2, 3, 4

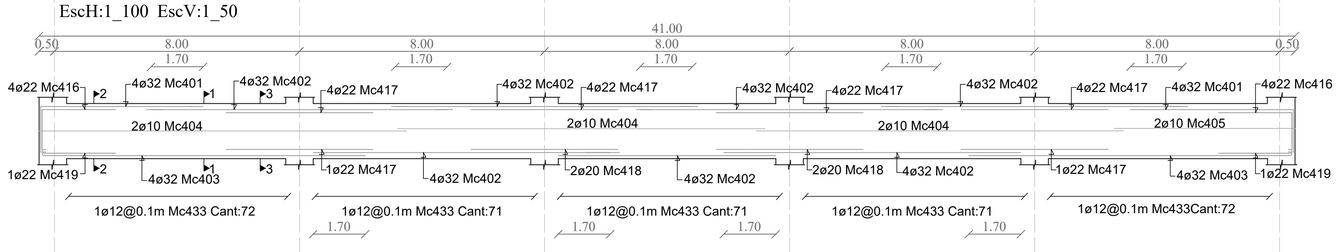
Nv. 7+00, Nv.10+50, Nv. 14+00



Esc: 1_100

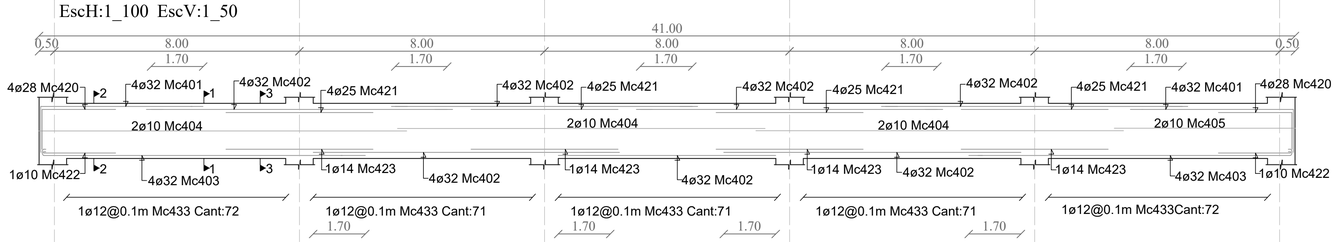
VIGA EJE 1, EJE 3

EscH:1_100 EscV:1_50



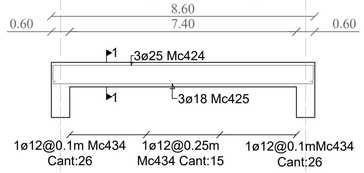
VIGA EJE 2

EscH:1_100 EscV:1_50



VIGA EJE 2'

EscH:1_100 EscV:1_50

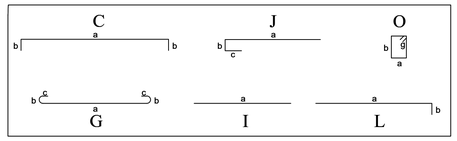


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 4

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
401	32	L	24	5.7	0.8				6.50	156	984.83
402	32	I	84	9.7					9.70	814.8	5143.83
403	32	J	24	10.6	0.35	0.15			11.10	266.4	1681.78
404	10	I	18	12					12.00	216	133.27
405	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
406	28	L	24	6.3	0.7				7.00	168	812.11
407	28	I	12	10.7					10.70	128.4	620.69
408	28	J	12	11.5	0.35	0.15			12.00	144	696.10
409	28	J	12	9.2	0.35	0.15			9.70	116.4	562.68
410	10	I	12	12					12.00	144	88.85
411	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
412	32	L	16	5.45	0.8				6.25	100	631.30
413	32	I	8	10					10.00	80	505.04
414	32	J	8	10.85	0.4	0.15			11.40	91.2	575.75
415	32	J	8	9	0.4	0.15			9.55	76.4	482.31
416	22	L	16	2.45	0.8				3.25	52	155.17
417	22	I	36	4.8					4.80	172.8	515.64
418	20	I	8	4.8					4.80	38.4	94.69
419	22	J	4	2.45	0.21	0.09			2.75	11	32.82
420	28	L	8	2.45	0.8				3.25	26	125.68
421	25	I	16	4.8					4.80	76.8	295.91
422	10	J	2	2.45	0.1	0.1			2.65	5.3	3.27
423	14	I	4	4.8					4.80	19.2	23.19
424	25	C	3	8.5	0.3				9.10	27.3	105.19
425	18	G	3	8.5	0.18	0.07			9.00	27	53.95
426	25	L	32	2.7	0.7				3.40	108.8	419.21
427	28	I	12	5.4					5.40	64.8	313.24
428	25	J	24	2.7	0.25	0.1			3.05	73.2	282.04
429	25	I	12	5.4					5.40	64.8	249.67
430	28	L	12	2.7	0.8				3.50	42	203.03
431	32	I	12	5.4					5.40	64.8	409.08
432	20	J	8	2.7	0.2	0.1			3.00	24	59.18
433	12	O	1347	0.5	0.8		0.15		2.90	3906.3	3468.79
434	12	O	67	0.5	0.3		0.15		1.90	127.3	113.04
435	10	O	552	0.5	0.7		0.14		2.68	1479.36	912.77
436	10	G	552	0.7	0.1	0.12			1.14	629.28	388.27
437	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
438	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
439	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
440	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
441	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

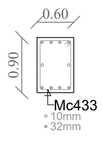
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	2785.841	3581.837	23.1936	0	53.946	153.8784	703.6272	1352.018	3333.526	10413.92	0



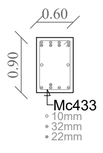
PLANILLA CABLE PRESFORZADO

Mc	Torón Tipo	Area cm2	Cantidad u.	L m	Peso U. kg/m	Peso Total kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

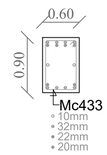
Corte 1-1



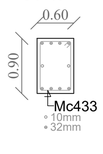
Corte 2-2



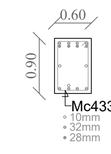
Corte 3-3



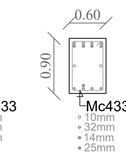
Corte 1-1



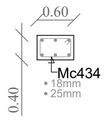
Corte 2-2



Corte 3-3



Corte 1-1



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.

  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg

- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 4** **1/2**

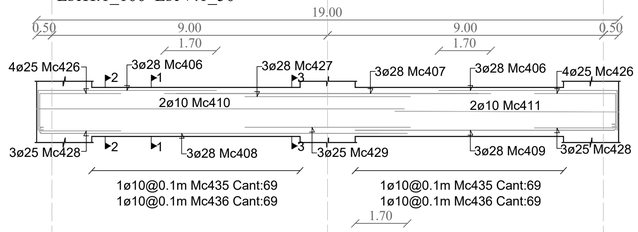
- Planta de losa TIPO 4
- Armado de vigas en losa TIPO 4
- Planilla de acero de refuerzo y de cable
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	HP-9/12

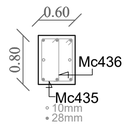
VIGAS DE LOSA TIPO 4

VIGA EJE A, EJE B, EJE E Y EJE F

EscH:1_100 EscV:1_50



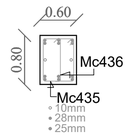
Corte 1-1



Corte 2-2



Corte 3-3

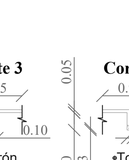


VIGA EJE C Y EJE D

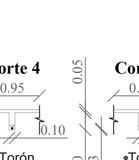
EscH:1_100 EscV:1_50



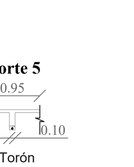
Corte 1-1



Corte 2-2

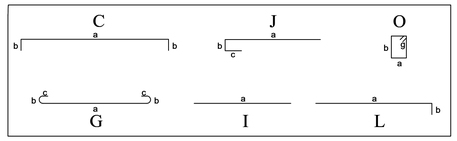


Corte 3-3



PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 4												
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION					LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
				a	b	c	g	h			
401	32	L	24	5.7	0.8				6.50	156	984.83
402	32	I	84	9.7					9.70	814.8	5143.83
403	32	J	24	10.6	0.35	0.15			11.10	266.4	1681.78
404	10	I	18	12					12.00	216	133.27
405	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
406	28	L	24	6.3	0.7				7.00	168	812.11
407	28	I	12	10.7					10.70	128.4	620.69
408	28	J	12	11.5	0.35	0.15			12.00	144	696.10
409	28	J	12	9.2	0.35	0.15			9.70	116.4	562.68
410	10	I	12	12					12.00	144	88.85
411	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
412	32	L	16	5.45	0.8				6.25	100	631.30
413	32	I	8	10					10.00	80	505.04
414	32	J	8	10.85	0.4	0.15			11.40	91.2	575.75
415	32	J	8	9	0.4	0.15			9.55	76.4	482.31
416	22	L	16	2.45	0.8				3.25	52	155.17
417	22	I	36	4.8					4.80	172.8	515.64
418	20	I	8	4.8					4.80	38.4	94.69
419	22	J	4	2.45	0.21	0.09			2.75	11	32.82
420	28	L	8	2.45	0.8				3.25	26	125.68
421	25	I	16	4.8					4.80	76.8	295.91
422	10	J	2	2.45	0.1	0.1			2.65	5.3	3.27
423	14	I	4	4.8					4.80	19.2	23.19
424	25	C	3	8.5	0.3				9.10	27.3	105.19
425	18	G	3	8.5	0.18	0.07			9.00	27	53.95
426	25	L	32	2.7	0.7				3.40	108.8	419.21
427	28	I	12	5.4					5.40	64.8	313.24
428	25	J	24	2.7	0.25	0.1			3.05	73.2	282.04
429	25	I	12	5.4					5.40	64.8	249.67
430	28	L	12	2.7	0.8				3.50	42	203.03
431	32	I	12	5.4					5.40	64.8	409.08
432	20	J	8	2.7	0.2	0.1			3.00	24	59.18
433	12	O	1347	0.5	0.8		0.15		2.90	3906.3	3468.79
434	12	O	67	0.5	0.3		0.15		1.90	127.3	113.04
435	10	O	552	0.5	0.7		0.14		2.68	1479.36	912.77
436	10	G	552	0.7	0.1	0.12			1.14	629.28	388.27
437	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
438	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
439	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
440	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
441	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

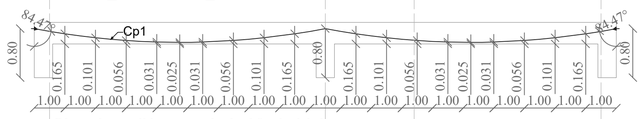
RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO											
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	2785.841	3581.837	23.1936	0	53.946	153.8784	703.6272	1352.018	3333.526	10413.92	0



DETALLE CABLE HORMIGÓN PRESFORZADO

NERVIO DE LOSA DE VANOS CONTINUOS

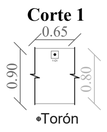
EscH:1_100 EscV:1_50



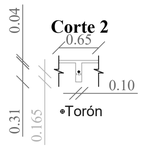
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp1	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	7	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1

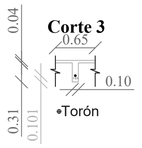
Corte 1



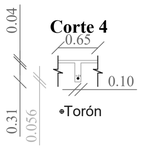
Corte 2



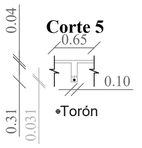
Corte 3



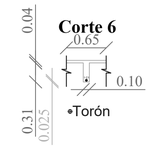
Corte 4



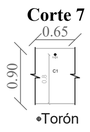
Corte 5



Corte 6

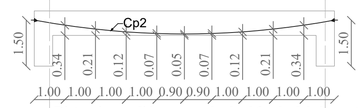


Corte 7



NERVIO DE LOSA DE UN VANO 9M

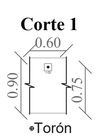
EscH:1_100 EscV:1_50



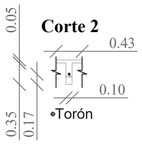
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp2	75.0	16.8	10.4	5.9	3.3	2.5	3.3	5.9	10.4	16.8	75.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1

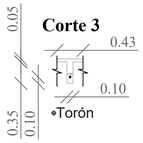
Corte 1



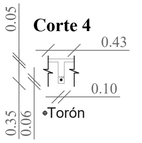
Corte 2



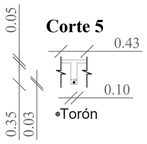
Corte 3



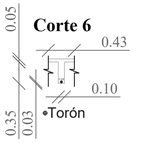
Corte 4



Corte 5

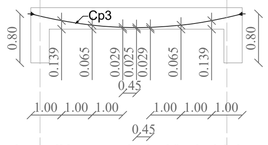


Corte 6



NERVIO DE LOSA DE UN VANO 6.1M

EscH:1_100 EscV:1_50

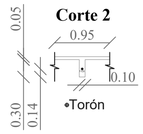


Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

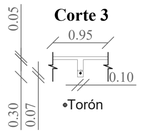
1Cp3	80.0	13.9	6.5	2.9	2.5	2.9	6.5	13.9	80.0
Corte	1	2	3	4	5	4	3	2	1

Corte 1

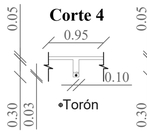
Corte 2



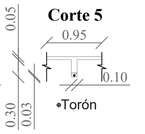
Corte 3



Corte 4

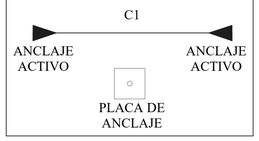


Corte 5



PLANILLA CABLE PRESFORZADO						
Mc	Torón Tipo	Area	Cantidad	L	Peso U.	Peso Total
		cm2	u.	m	kg/m	kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.
  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg
- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

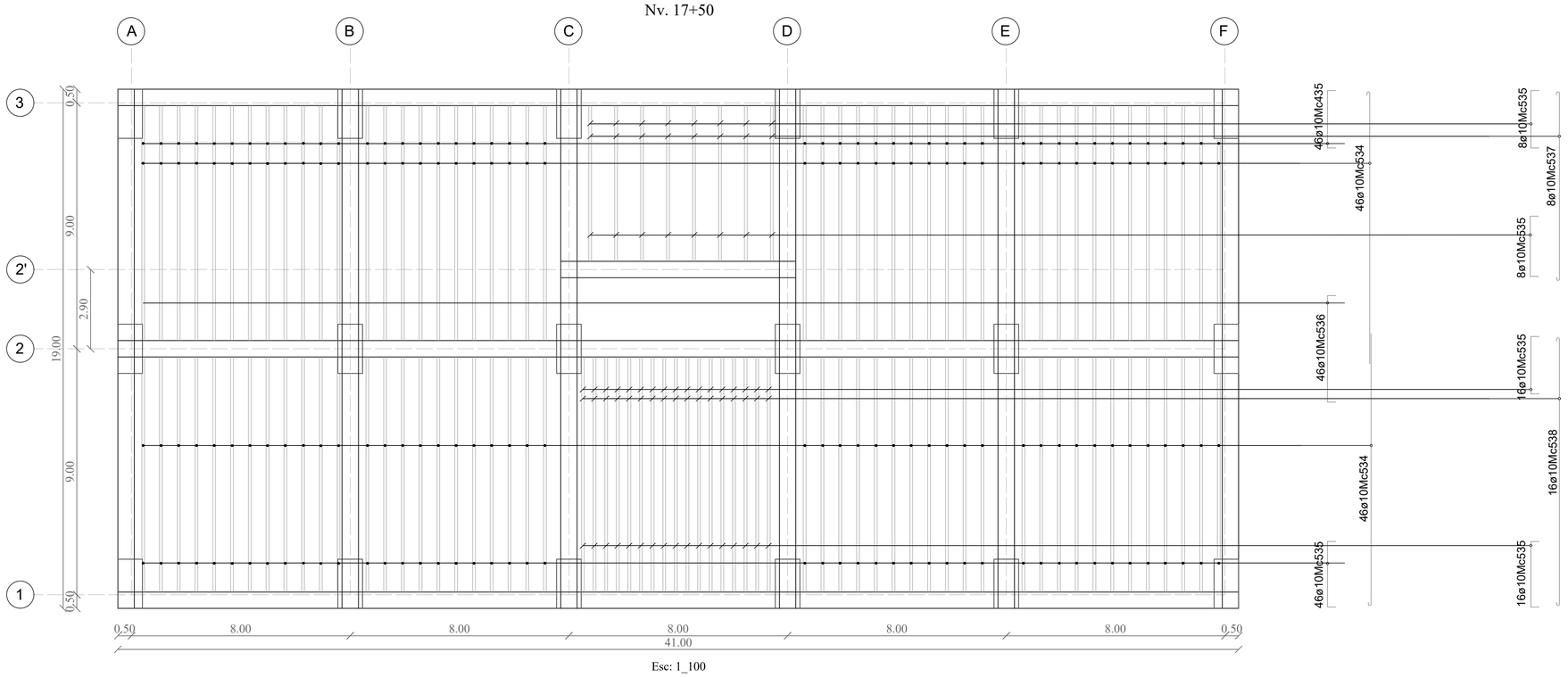
CONTENIDO: **Losa TIPO 4** **2/2**

- Armado de vigas en losa TIPO 4 - Detalles
- Planilla de acero de refuerzo y de cable

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	HP-10/12

LOSA DE HORMIGÓN PRESFORZADO TIPO 5

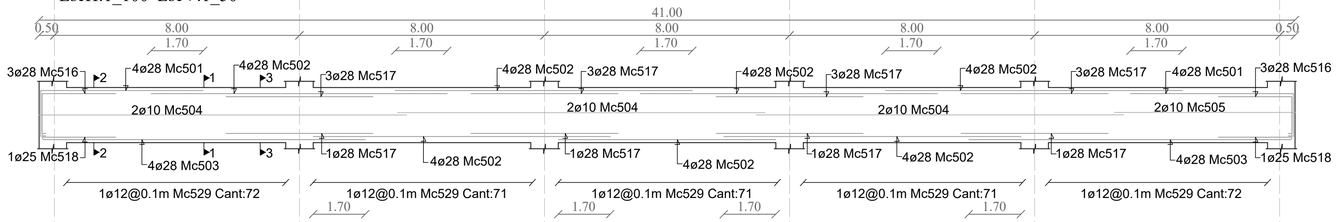
Planta 5
Nv. 17+50



Esc: 1_100

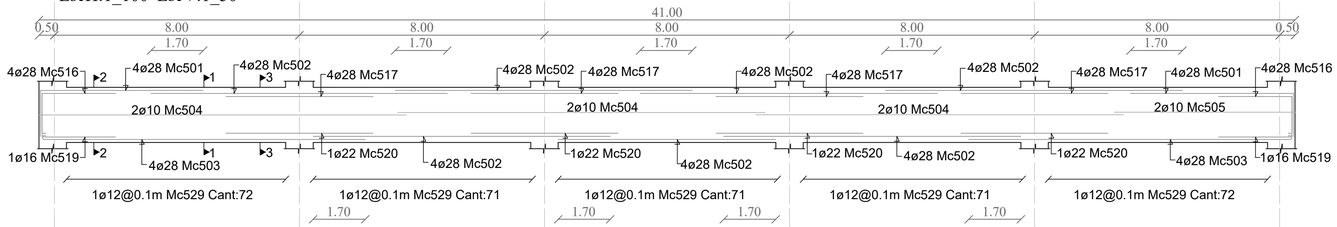
VIGA EJE 1, EJE 3

EscH:1_100 EscV:1_50



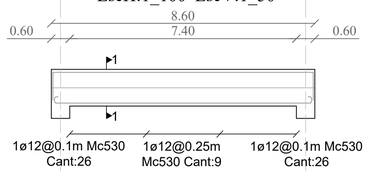
VIGA EJE 2

EscH:1_100 EscV:1_50



VIGA EJE 2'

EscH:1_100 EscV:1_50

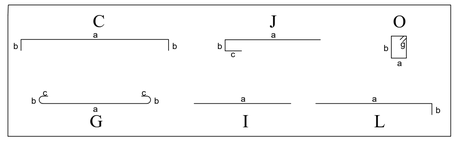


PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 5

Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION a	b	c	g	h	LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
501	28	L	24	5.7	0.8				6.50	156	754.10
502	28	I	84	9.7					9.70	814.8	3938.74
503	28	J	24	10.6	0.35	0.15			11.10	266.4	1287.78
504	10	I	18	12					12.00	216	133.27
505	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
506	28	L	24	6.3	0.7				7.00	168	812.11
507	28	I	12	10.7					10.70	128.4	620.69
508	28	J	12	11.5	0.35	0.15			12.00	144	696.10
509	28	J	12	9.2	0.35	0.15			9.70	116.4	562.68
510	10	I	12	12					12.00	144	88.85
511	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
512	32	L	16	5.45	0.7				6.15	98.4	621.20
513	32	I	8	10					10.00	80	505.04
514	32	J	8	11.4	0.45	0.15			12.00	96	606.05
515	32	J	8	8.55	0.45	0.15			9.15	73.2	462.11
516	28	L	24	2.45	0.8				3.25	78	377.05
517	28	I	80	4.8					4.80	384	1856.26
518	25	J	16	2.45	0.25	0.1			2.80	44.8	172.61
519	16	J	8	2.45	0.15	0.1			2.70	21.6	34.08
520	22	I	16	4.8					4.80	76.8	229.17
521	18	C	4	8.5	0.3				9.10	36.4	72.73
522	10	I	2	8.6					8.60	17.2	10.61
523	18	G	4	8.5	0.17	0.08			9.00	36	71.93
524	28	L	40	2.7	0.7				3.40	136	657.42
525	25	J	24	2.7	0.25	0.1			3.05	73.2	282.04
526	28	I	12	5.4					5.40	64.8	313.24
527	25	I	16	5.4					5.40	86.4	332.90
528	22	I	8	5.4					5.40	43.2	128.91
529	12	O	1071	0.5	0.8		0.15		2.90	3105.9	2758.04
530	12	O	61	0.5	0.3		0.15		1.90	115.9	102.92
531	10	O	552	0.5	0.7		0.14		2.68	1479.36	912.77
532	10	G	552	0.7	0.1	0.12			1.14	629.28	388.27
533	12	O	276	0.5	0.7		0.15		2.70	745.2	661.74
534	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
535	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
536	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
537	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
538	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO

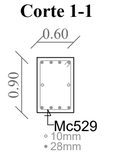
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	2793.184	3522.696	0	34.0848	144.6552	0	358.08	787.5532	11876.17	2194.399	0



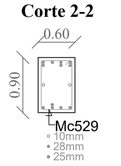
PLANILLA CABLE PRESFORZADO

Mc	Torón Tipo	Area	Cantidad	L	Peso U.	Peso Total
		cm2	u.	m	kg/m	kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

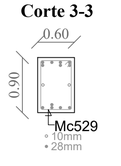
Corte 1-1



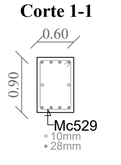
Corte 2-2



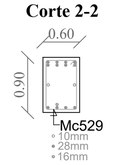
Corte 3-3



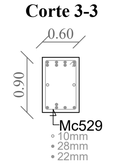
Corte 1-1



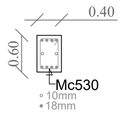
Corte 2-2



Corte 3-3



Corte 1-1



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.

  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg

- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 5** **1/2**

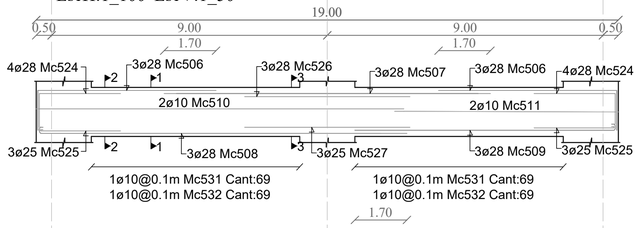
- Planta de losa TIPO 5
- Armado de vigas en losa TIPO 5
- Planilla de acero de refuerzo y de cable
- Detalles

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	HP-11/12

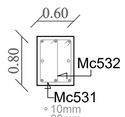
VIGAS DE LOSA TIPO 5

VIGA EJE A, EJE B, EJE E Y EJE F

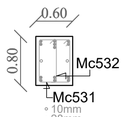
EscH:1_100 EscV:1_50



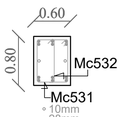
Corte 1-1



Corte 2-2

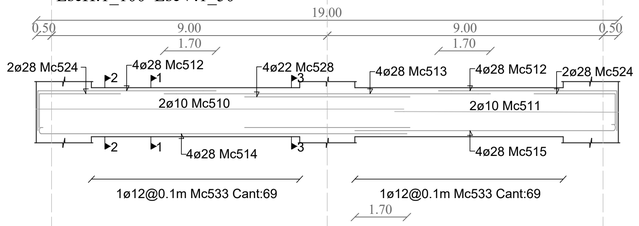


Corte 3-3

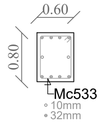


VIGA EJE C Y EJE D

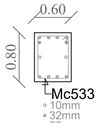
EscH:1_100 EscV:1_50



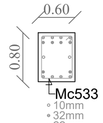
Corte 1-1



Corte 2-2



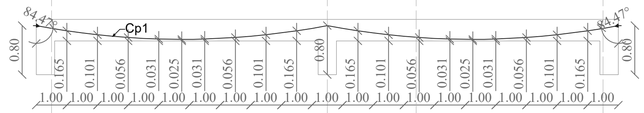
Corte 3-3



DETALLE CABLE HORMIGÓN PRESFORZADO

NERVIO DE LOSA DE VANOS CONTINUOS

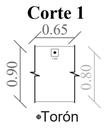
EscH:1_100 EscV:1_50



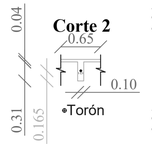
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp1	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0	16.5	10.1	5.6	3.1	2.5	3.1	5.6	10.1	16.5	80.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	7	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1

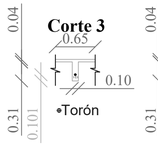
Corte 1



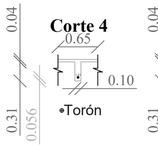
Corte 2



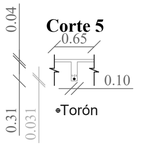
Corte 3



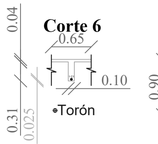
Corte 4



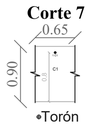
Corte 5



Corte 6

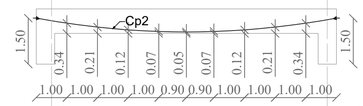


Corte 7



NERVIO DE LOSA DE UN VANO 9M

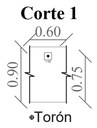
EscH:1_100 EscV:1_50



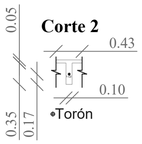
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp2	75.0	16.8	10.4	5.9	3.3	2.5	3.3	5.9	10.4	16.8	75.0
Corte	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1

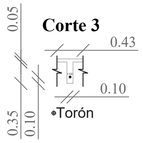
Corte 1



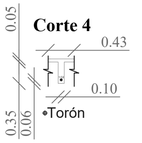
Corte 2



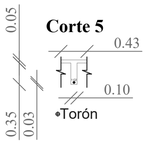
Corte 3



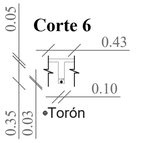
Corte 4



Corte 5

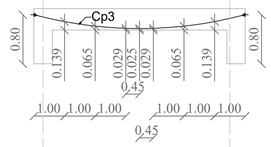


Corte 6



NERVIO DE LOSA DE UN VANO 6.1M

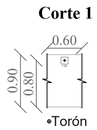
EscH:1_100 EscV:1_50



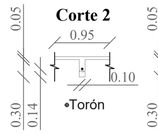
Distancias medidas en cm desde el fondo del elemento

1Cp3	80.0	13.9	6.5	2.9	2.5	2.9	6.5	13.9	80.0
Corte	1	2	3	4	5	4	3	2	1

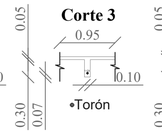
Corte 1



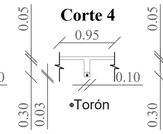
Corte 2



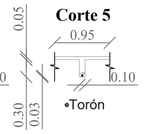
Corte 3



Corte 4

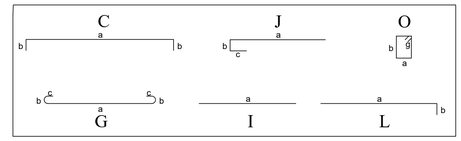


Corte 5



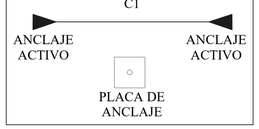
PLANILLA DE HIERROS LOSA TIPO 5												
Mc	DIAM	TIPO	CANT	DIMENSION					LONG. CORTE	LONG. TOTAL	PESO
				a	b	c	g	h			
501	28	L	24	5.7	0.8				6.50	156	754.10
502	28	I	84	9.7					9.70	814.8	3938.74
503	28	J	24	10.6	0.35	0.15			11.10	266.4	1287.78
504	10	I	18	12					12.00	216	133.27
505	10	I	6	5.9					5.90	35.4	21.84
506	28	L	24	6.3	0.7				7.00	168	812.11
507	28	I	12	10.7					10.70	128.4	620.69
508	28	J	12	11.5	0.35	0.15			12.00	144	696.10
509	28	J	12	9.2	0.35	0.15			9.70	116.4	562.68
510	10	I	12	12					12.00	144	88.85
511	10	I	12	7.3					7.30	87.6	54.05
512	32	L	16	5.45	0.7				6.15	98.4	621.20
513	32	I	8	10					10.00	80	505.04
514	32	J	8	11.4	0.45	0.15			12.00	96	606.05
515	32	J	8	8.55	0.45	0.15			9.15	73.2	462.11
516	28	L	24	2.45	0.8				3.25	78	377.05
517	28	I	80	4.8					4.80	384	1856.26
518	25	J	16	2.45	0.25	0.1			2.80	44.8	172.61
519	16	J	8	2.45	0.15	0.1			2.70	21.6	34.08
520	22	I	16	4.8					4.80	76.8	229.17
521	18	C	4	8.5	0.3				9.10	36.4	72.73
522	10	I	2	8.6					8.60	17.2	10.61
523	18	G	4	8.5	0.17	0.08			9.00	36	71.93
524	28	L	40	2.7	0.7				3.40	136	657.42
525	25	J	24	2.7	0.25	0.1			3.05	73.2	282.04
526	28	I	12	5.4					5.40	64.8	313.24
527	25	I	16	5.4					5.40	86.4	332.90
528	22	I	8	5.4					5.40	43.2	128.91
529	12	O	1071	0.5	0.8		0.15		2.90	3105.9	2758.04
530	12	O	61	0.5	0.3		0.15		1.90	115.9	102.92
531	10	O	552	0.5	0.7		0.14		2.68	1479.36	912.77
532	10	G	552	0.7	0.1	0.12			1.14	629.28	388.27
533	12	O	276	0.5	0.7		0.15		2.70	745.2	661.74
534	10	J	92	10	0.1				10.10	929.2	573.32
535	10	C	144	3.15	0.3				3.75	540	333.18
536	10	C	46	4.5	0.3				5.10	234.6	144.75
537	10	G	8	6.8	0.1				7.00	56	34.55
538	10	G	16	9.7	0.1				9.90	158.4	97.73

RESUMEN DE PESO DE VARILLAS POR DIAMETRO											
8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
0	2793.184	3522.696	0	34.0848	144.6552	0	358.08	787.5532	11876.17	2194.399	0



PLANILLA CABLE PRESFORZADO						
Mc	Torón Tipo	Area	Cantidad	L	Peso U.	Peso Total
		cm2	u.	m	kg/m	kg
Cp1	7 cables	0.99	46	19.03	0.886	775.59
Cp2	7 cables	0.99	17	9.81	0.886	147.76
Cp3	7 cables	0.99	8	7	0.886	49.62

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón Armado

- El material predominante de la estructura es el hormigón.
- Se ha tomado como paraetro, tipo de suelo "D", zona sismica "V" de acuerdo a NEC 2015.
- El esfuerzo maximo a compresión del hormigon sera de f´c=280 Kg/cm2.
- El esfuerzo de fluencia de la varilla corrugada de construcción sra de fy= 4200 Kg/cm2 tanto para armadura longitudinal como para armadura transversal.
- El análisis y diseño de la estructura se ha basado en la norma ACI 318-05, NEC-SE-HM (2015).

Hormigón Presforzado

- Resistencia del hormigón: f´c= 280 Kg/cm2
- Limite de fluencia del acero: fy= 4200 Kg/cm2
- Cables tipo 1: Cables de 7 torones de 1/2" de diametro nominal, grado 270, según especificaciones ASTM A-416M.
  - Sección transveral aprox: 101.4 mm2
  - Peso nominal: 0.886 Kg/m
  - Carga rotura: 18.400 Kg
  - Carga de fluencia: 16.530 kg
- Anclajes en tensores: Se usará anclajes activo - activo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: Análisis comparativo técnico-económico entre edificios modelados con losas alivianadas en una dirección de hormigón armado y hormigón presforzado

AUTOR: Sara Michelle Ponguillo Betancourt

EDIFICIO DE HORMIGÓN PRESFORZADO

CONTENIDO: **Losa TIPO 5** **2/2**

- Armado de vigas en losa TIPO 5
- Detalles
- Planilla de acero de refuerzo y de cable

FECHA:	ESCALA:	PLANO No:
Diciembre 2020	-	HP-12/12

ANEXO C: Análisis de Precios Unitarios Edificio 1

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	1
CODIGO	:	E1-01		**REND (U/H):**	55.00
RUBRO	:	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para columnas		**K (H/U):**	0.0182
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** Kg

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cortadora dobladora de hierro	1.00	4.20	4.20	0.0182	0.08
Herramienta menor 5% de MO					0.01
			SUBTOTAL E		**0.09**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0182	0.07
Fierrero	1.0	3.65	3.65	0.0182	0.07
Ayudante de fierrero	1.0	3.60	3.60	0.0182	0.07
			SUBTOTAL MO		**0.21**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
Varillas 32 mm y para estribos de 10 mm y de 12 mm	Kg	1.05	1.12	1.18
		SUBTOTAL M		**1.39**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		1.68
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	0.34
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**2.016**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**2.02**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

		PAGINA:	2
CODIGO :	E1-02	**REND (U/H):**	1.00
RUBRO :	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para columnas	**K (H/U):**	1.0000
OBRA :	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO		
UBICACIÓN:	Provincia de Pichincha — Cantón Quito — Ciudad de Quito	**UNIDAD:**	m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador de Manguera	1.00	2.75	2.75	1.0000	2.75
Herramienta menor 5% de MO					2.55
			SUBTOTAL E		**5.30**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cat. C2 Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	1.0000	4.04
Cat. D2 Albañil	4.0	3.65	14.60	1.0000	14.60
Cat. E2 Ayudante de albañil	4.0	3.60	14.4	1.0000	14.40
Cat. E2 Peón	5.0	3.60	18	1.0000	18.00
			SUBTOTAL MO		**51.04**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 incluye bomba	m3	1.020	108.25	110.42
Encofrado para estructuras	Global	1.000	5.00	5.00
		SUBTOTAL M		**115.42**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		171.76
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	34.35
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**206.108**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**206.11**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	1
CODIGO	:	E1-03		**REND (U/H):**	50.00
RUBRO	:	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para vigas		**K (H/U):**	0.0200
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** Kg

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cortadora dobladora de hierro	1.00	4.20	4.20	0.0200	0.08
Herramienta menor 5% de MO					0.01
			SUBTOTAL E		**0.10**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0200	0.08
Fierrero	1.0	3.65	3.65	0.0200	0.07
Ayudante de fierrero	1.0	3.60	3.60	0.0200	0.07
			SUBTOTAL MO		**0.23**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
Varillas 32 mm y para estribos de 10 mm y de 12 mm	Kg	1.05	1.12	1.18
		SUBTOTAL M		**1.39**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		1.71
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	0.34
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**2.051**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**2.05**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	2
CODIGO	:	E1-04		**REND (U/H):**	0.92
RUBRO	:	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para vigas		**K (H/U):**	1.0870
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador de Manguera	1.00	2.75	2.75	1.0870	2.99
Herramienta menor 5% de MO					2.97
			SUBTOTAL E		**5.96**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cat. C2 Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	1.0870	4.39
Cat. D2 Albañil	3.0	3.65	10.95	1.0870	11.90
Cat. E2 Ayudante de albañil	4.0	3.60	14.4	1.0870	15.65
Cat. E2 Peón	6.0	3.60	21.6	1.0870	23.48
Carpintero	1.00	3.65	3.65	1.0870	3.97
			SUBTOTAL MO		**59.39**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 incluye bomba	m3	1.020	108.25	110.42
Encofrado para estructuras (Vigas descolgadas)	Global	1.000	8.00	8.00
		SUBTOTAL M		**118.42**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		183.77
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	36.75
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**220.518**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**220.52**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	1
CODIGO	:	E1-05		**REND (U/H):**	53.00
RUBRO	:	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para losas		**K (H/U):**	0.0189
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** Kg

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cortadora dobladora de hierro	1.00	4.20	4.20	0.0189	0.08
Herramienta menor 5% de MO					0.01
			SUBTOTAL E		**0.09**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0189	0.08
Fierrero	1.0	3.65	3.65	0.0189	0.07
Ayudante de fierrero	1.0	3.60	3.60	0.0189	0.07
			SUBTOTAL MO		**0.21**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
Varillas 32 mm y para estribos de 10 mm y de 12 mm	Kg	1.05	1.12	1.18
		SUBTOTAL M		**1.39**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		1.69
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	0.34
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**2.029**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**2.03**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	2
CODIGO	:	E1-06		**REND (U/H):**	0.95
RUBRO	:	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para losas		**K (H/U):**	1.0526
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador de Manguera	1.00	2.75	2.75	1.0526	2.89
Herramienta menor 5% de MO					2.88
			SUBTOTAL E		**5.77**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cat. C2 Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	1.0526	4.25
Cat. D2 Albañil	4.0	3.65	14.60	1.0526	15.37
Cat. E2 Ayudante de albañil	4.0	3.60	14.4	1.0526	15.16
Cat. E2 Peón	6.0	3.60	21.6	1.0526	22.74
			SUBTOTAL MO		**57.52**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 incluye bomba	m3	1.020	108.25	110.42
Encofrado para estructuras	Global	1.000	5.00	5.00
Casetón de poliestireno (40x40x10)cm (10 usos)	UNIDAD	46.000	0.17	7.96
Casetón de poliestireno (40x40x20)cm (10 usos)	UNIDAD	46.000	0.09	3.96
Plastico para recubrimiento de casetones	m2	19.000	0.18	3.42
		SUBTOTAL M		**130.75**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		194.04
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	38.81
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**232.842**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**232.84**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO : E1-07 **REND (U/H):** 25.00

RUBRO : Malla electrosoldada (150x150x4 mm) **K (H/U):** 0.0400

OBRA : ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO

UBICACIÓN: Provincia de Pichincha Cantón Quito Ciudad de Quito **UNIDAD:** M2

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor 5% de MO					0.04
			SUBTOTAL E		**0.04**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cat. C2 Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0400	0.16
Cat. D2 Albañil	1.0	3.65	3.65	0.0400	0.15
Cat. E2 Ayudante de albañil	1.0	3.60	3.60	0.0400	0.14
Cat. E2 Peón	2.0	3.60	7.20	0.0400	0.29
			SUBTOTAL MO		**0.74**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Malla electrosoldada 150x150x4 mm (1.32kg/m2)	m2	1.10	1.55	1.71
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
		SUBTOTAL M		**1.92**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		2.69
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	0.54
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**3.232**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**3.23**

ANEXO D: Análisis de Precios Unitarios Edificio 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	1
CODIGO	:	E2-01		**REND (U/H):**	55.00
RUBRO	:	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para columnas		**K (H/U):**	0.0182
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** Kg

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cortadora dobladora de hierro	1.00	4.20	4.20	0.0182	0.08
Herramienta menor 5% de MO					0.01
			SUBTOTAL E		**0.09**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0182	0.07
Fierrero	1.0	3.65	3.65	0.0182	0.07
Ayudante de fierrero	1.0	3.60	3.60	0.0182	0.07
			SUBTOTAL MO		**0.21**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
Varillas 32 mm y para estribos de 10 mm y de 12 mm	Kg	1.05	1.12	1.18
		SUBTOTAL M		**1.39**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		1.68
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	0.34
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**2.016**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**2.02**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	2
CODIGO	:	E2-02		**REND (U/H):**	1.00
RUBRO	:	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para columnas		**K (H/U):**	1.0000
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador de Manguera	1.00	2.75	2.75	1.0000	2.75
Herramienta menor 5% de MO					2.55
			SUBTOTAL E		**5.30**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cat. C2 Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	1.0000	4.04
Cat. D2 Albañil	4.0	3.65	14.60	1.0000	14.60
Cat. E2 Ayudante de albañil	4.0	3.60	14.4	1.0000	14.40
Cat. E2 Peón	5.0	3.60	18	1.0000	18.00
			SUBTOTAL MO		**51.04**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 incluye bomba	m3	1.020	108.25	110.42
Encofrado para estructuras	Global	1.000	5.00	5.00
			SUBTOTAL M	**115.42**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
				SUBTOTAL T	**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		171.76
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	34.35
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**206.108**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**206.11**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	3
CODIGO	:	E2-03		**REND (U/H):**	50.00
RUBRO	:	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para vigas		**K (H/U):**	0.0200
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** Kg

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cortadora dobladora de hierro	1.00	4.20	4.20	0.0200	0.08
Herramienta menor 5% de MO					0.01
			SUBTOTAL E		**0.10**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0200	0.08
Fierrero	1.0	3.65	3.65	0.0200	0.07
Ayudante de fierrero	1.0	3.60	3.60	0.0200	0.07
			SUBTOTAL MO		**0.23**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
Varillas 32 mm y para estribos de 10 mm y de 12 mm	Kg	1.05	1.12	1.18
		SUBTOTAL M		**1.39**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		1.71
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	0.34
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**2.051**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**2.05**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	4
CODIGO	:	E2-04		**REND (U/H):**	0.92
RUBRO	:	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para vigas		**K (H/U):**	1.0870
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador de Manguera	1.00	2.75	2.75	1.0870	2.99
Herramienta menor 5% de MO					2.97
			SUBTOTAL E		**5.96**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cat. C2 Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	1.0870	4.39
Cat. D2 Albañil	3.0	3.65	10.95	1.0870	11.90
Cat. E2 Ayudante de albañil	4.0	3.60	14.4	1.0870	15.65
Cat. E2 Peón	6.0	3.60	21.6	1.0870	23.48
Carpintero	1.00	3.65	3.65	1.0870	3.97
			SUBTOTAL MO		**59.39**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 incluye bomba	m3	1.020	108.25	110.42
Encofrado para estructuras (Vigas descolgadas)	Global	1.000	8.00	8.00
		SUBTOTAL M		**118.42**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		183.77
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	36.75
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**220.518**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**220.52**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO : E2-05 **REND (U/H):** 53.00

RUBRO : Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para losas **K (H/U):** 0.0189

OBRA : ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO

UBICACIÓN: Provincia de Pichincha Cantón Quito Ciudad de Quito **UNIDAD:** Kg

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cortadora dobladora de hierro	1.00	4.20	4.20	0.0189	0.08
Herramienta menor 5% de MO					0.01
			SUBTOTAL E		**0.09**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0189	0.08
Fierrero	1.0	3.65	3.65	0.0189	0.07
Ayudante de fierrero	1.0	3.60	3.60	0.0189	0.07
			SUBTOTAL MO		**0.21**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
Varillas 32 mm y para estribos de 10 mm y de 12 mm	Kg	1.05	1.12	1.18
		SUBTOTAL M		**1.39**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		1.69
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	0.34
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**2.029**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**2.03**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	6
CODIGO	:	E2-06		**REND (U/H):**	0.95
RUBRO	:	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para losas		**K (H/U):**	1.0526
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador de Manguera	1.00	2.75	2.75	1.0526	2.89
Herramienta menor 5% de MO					2.88
			SUBTOTAL E		**5.77**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cat. C2 Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	1.0526	4.25
Cat. D2 Albañil	4.0	3.65	14.60	1.0526	15.37
Cat. E2 Ayudante de albañil	4.0	3.60	14.4	1.0526	15.16
Cat. E2 Peón	6.0	3.60	21.6	1.0526	22.74
			SUBTOTAL MO		**57.52**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 incluye bomba	m3	1.020	108.25	110.42
Encofrado para estructuras	Global	1.000	5.00	5.00
Casetón de poliestireno (40x40x10)cm (10 usos)	UNIDAD	46.000	0.17	7.96
Casetón de poliestireno (40x40x20)cm (10 usos)	UNIDAD	46.000	0.09	3.96
Plastico para recubrimiento de casetones	m2	19.000	0.18	3.42
		SUBTOTAL M		**130.75**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		194.04
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	38.81
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**232.842**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**232.84**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO : E2-07 **REND (U/H):** 25.00

RUBRO : Malla electrosoldada (150x150x4 mm) **K (H/U):** 0.0400

OBRA : ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO

UBICACIÓN: Provincia de Pichincha Cantón Quito Ciudad de Quito **UNIDAD:** M2

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor 5% de MO					0.04
			SUBTOTAL E		**0.04**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cat. C2 Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0400	0.16
Cat. D2 Albañil	1.0	3.65	3.65	0.0400	0.15
Cat. E2 Ayudante de albañil	1.0	3.60	3.60	0.0400	0.14
Cat. E2 Peón	2.0	3.60	7.20	0.0400	0.29
			SUBTOTAL MO		**0.74**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Malla electrosoldada 150x150x4 mm (1.32kg/m2)	m2	1.10	1.55	1.71
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
		SUBTOTAL M		**1.92**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)**		2.69
	INDIRECTOS Y UTILIDADES:	20.00%	0.54
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**3.232**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**3.23**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

				PAGINA:	8
CODIGO	:	E2-08		**REND (U/H):**	20.00
RUBRO	:	Acero de presfuerzo 270 ksi		**K (H/U):**	0.0500
OBRA	:	ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO			
UBICACIÓN:		Provincia de Pichincha	Cantón Quito	Ciudad de Quito	**UNIDAD:** Kg

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Dispositivos de anclajes (bloques de anclaje y placas de apoyo)	1.00	0.50	0.50	0.0500	0.03
Jack de tensado	1.00	7.50	7.50	0.0500	0.38
Formadores de caja	1.00	0.80	0.80	0.0500	0.04
Cortadora dobladora de hierro	1.00	4.20	4.20	0.0500	0.21
Herramienta menor 5% de MO					0.04
			SUBTOTAL E		**0.69**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra	1.0	4.04	4.04	0.0500	0.20
Instalador	1.0	3.65	3.65	0.0500	0.18
Fierrero	1.0	3.65	3.65	0.0500	0.18
Ayudante de fierrero	1.0	3.60	3.60	0.0500	0.18
			SUBTOTAL MO		**0.75**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Torón revestido de 1/2" 270ksi (7 cables)	kg	1.00	2.31	2.31
Sillas de tendones para crear trayectoria	kg	0.27	1.12	0.30
Cuñas de anclaje (0.17 cuñas/kg)	u	0.17	10	1.70
Alambre galv. #18	Kg	0.10	2.12	0.21
		SUBTOTAL M		**4.52**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
		A	B	C	D = A x B x C
			SUBTOTAL T		**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (E+MO+M+T)		5.96
Elaborado por: Sara Michelle Ponguillo Betancourt	**INDIRECTOS Y UTILIDADES:**	20.00%	1.19
Quito, a diciembre de 2020	**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**		**7.151**
Nota: Se deberá considerar el IVA	**VALOR OFERTADO:**		**7.15**

ANEXO E: Presupuesto Edificio 1

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

PROYECTO: **ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO**

UBICACIÓN: **Provincia de Pichincha** **Cantón Quito** **Ciudad de Quito**

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL
	ESTRUCTURA				
E1-01	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para columnas incluye alambre galvanizado # 18	kg	325,542.70	2.02	657,596.25
E1-02	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para columnas	m3	2,572.50	206.11	530,217.98
E1-03	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para vigas incluye alambre galvanizado # 18	kg	193,102.24	2.05	395,859.59
E1-04	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para vigas	m3	1,093.44	220.52	241,125.39
E1-05	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para losas incluye alambre galvanizado # 18	kg	41,931.41	2.03	85,120.76
E1-06	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para losas	m3	550.21	232.84	128,110.90
E1-07	Malla electrosoldada (15x15x6 mm)	m2	7,790.00	3.23	25,161.70
				SUBTOTAL	**2,063,192.57**
E1-08	Grúa torre a utilizarse en esta etapa de construcción (5% del subtotal)				103,159.63
				SUBTOTAL	**103,159.63**
				TOTAL	**2,166,352.20**

Nota: A este presupuesto hay que incrementar el 12% del IVA

ANEXO F: Presupuesto Edificio 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE CIVIL

CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

PROYECTO: ESTRUCTURA DE HORMIGON PRESFORZADO

UBICACIÓN: Provincia de Pichincha **Cantón Quito** **Ciudad de Quito**

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL
	ESTRUCTURA				
E2-01	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para columnas incluye alambre galvanizado # 18	kg	149,641.67	2.02	302,276.17
E2-02	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para columnas	m3	1,020.60	206.11	210,355.87
E2-03	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para vigas incluye alambre galvanizado # 18	kg	177,372.09	2.05	363,612.78
E2-04	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para vigas	m3	991.09	220.52	218,555.17
E2-05	Acero de refuerzo en barras f´y= 4200 kg/cm2 para losas incluye alambre galvanizado # 18	kg	11,835.30	2.03	24,025.66
E2-06	Hormigón estructural de cemento Portland clase "B" f'c=280 kg/cm2 para losas	m3	562.42	232.84	130,953.87
E2-07	Malla electrosoldada (15x15x6 mm)	m2	7,790.00	3.23	25,161.70
E2-08	Acero de presfuerzo 270 ksi	kg	9,729.60	7.15	69,566.64
				SUBTOTAL	**1,344,507.86**
HA-08	Grúa torre a utilizarse en esta etapa de construcción (10% del subtotal)				134,450.79
				SUBTOTAL	**134,450.79**
				TOTAL	**1,478,958.65**

Nota: A este presupuesto hay que incrementar el 12% del IVA