

COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: STEEL FRAMING Y
MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL CONFINADA, PARA UNA VIVIENDA DE INTERÉS
SOCIAL

JULIETH ALEJANDRA BELTRAN MONTENEGRO

NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL

TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR PARA EL TÍTULO INGENIERO CIVIL

DIRECTOR:

GABRIEL SANTIAGO SILVA VEGA

INGENIERO CIVIL - MAGISTER EN ESTRUCTURAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

COMITÉ DE GRADO

BOGOTÁ

2020

Agradecimientos

Agradecer primeramente a Dios por permitirnos la vida y la salud para levantarnos día a día y seguir adelante, por brindarnos los conocimientos para realizar a cabalidad nuestro trabajo de grado, a nuestros padres y familiares que siempre nos brindaron su apoyo para sacar la carrera de ingeniería civil adelante, a la universidad Santo Tomás por ofrecernos todo el material y el apoyo necesario durante nuestro proceso de formación profesional.

Un agradecimiento especial a nuestro director el ingeniero Gabriel Silva porque gracias a sus conocimientos, experiencia, paciencia y empatía estamos en el final de este bonito camino de la formación profesional como ingenieros civiles, también agradecer al ingeniero Ferney Peña por su colaboración y consejo para el desarrollo y avance del proyecto, y además, damos un grande y sincero agradecimiento a todos los docentes que con su conocimiento nos brindaron una mano amiga en todas las áreas estudiadas, especialmente al ingeniero Hernando Riveros, que siempre nos brindó su ayuda por medio de sus conocimientos y amplia experiencia, a lo largo de la carrera.

Resumen

Respecto a la problemática del déficit de vivienda en Colombia se realiza una búsqueda de sistemas constructivos económicos y amigables con el medio ambiente, para la cual se encuentra el Steel framing que sirve como solución aparentemente eficaz, a través, de su uso en viviendas de interés social.

Por lo anterior, para verificar las ventajas y desventajas del empleo del sistema en mención, se busca comparar el mismo con la mampostería confinada (teniendo en cuenta que esta, es la de mayor uso en el ámbito de construcción de VIS en Colombia) bajo parámetros de diseño, presupuesto y duración de un proyecto constructivo, correspondiente a una vivienda de dos pisos donde se evaluara únicamente, su componente estructural.

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos para cada estructura en un cuadro comparativo, donde se concluye que a pesar de que el Steel framing constituye una buena alternativa, no puede ser ejecutado de manera eficiente, debido al diseño conservador realizado a través del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10.

Palabras Clave: Steel framing, mampostería confinada, diseño, sistema constructivo, vivienda de interés social, presupuesto.

Abstract

Regarding the problem of the housing deficit in Colombia, a search is made of economic and environmentally friendly construction systems, for which Steel framing is found, which serves as an apparently effective solution, through, of its use in social interest housing.

Therefore, to verify the advantages and disadvantages of using the system in question, it seeks to compare the same with the confined masonry (considering that this, is the most widely used in the field of VIS construction in Colombia) under design parameters, budget and duration of a construction project, corresponding to a two-story house where only its structural component will be evaluated.

Finally, the results obtained for each structure are presented in a comparative table, where it is concluded that although Steel framing is a good alternative, cannot be executed efficiently, due to the conservative design made through the Colombian regulation of earthquake resistant construction NSR-10.

Key Works: Steel framing, confined masonry, design, construction system, social interest housing, budget.

Tabla de contenido

Agradecimientos	2
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Tabla de contenido.....	5
Lista de tablas	6
Lista de Figuras.....	7
Glosario.....	11
Introducción	13
Formulación del problema	14
Objetivos	15
Objetivo General.....	15
Objetivo Específicos	15
Justificación	16
Estado del arte.....	16
Metodología	19
Steel Framing.....	27
Localización.....	27
Diseño arquitectónico	28
Diseño estructural: Título F de la NSR-10.....	29
Materiales y elementos.....	29
Sistema estructural	36
Predimensionamiento.....	38
Avaluó de cargas.....	39
Análisis sismo-resistente.....	48
Diseño de elementos	61
Planos, detalles y especificaciones constructivas	83
Presupuesto de la estructura.....	83
Programación de la estructura.....	88
Mampostería estructural confinada.....	89
Localización.....	89

Diseño arquitectónico	90
Diseño estructural: Título E de la NSR-10	90
Materiales y elementos.....	90
Sistema estructural	92
Predimensionamiento.....	92
Diseño de elementos	93
Planos, detalles y especificaciones constructivas	100
Presupuesto de la estructura.....	100
Programación de la estructura.....	103
Resultados	104
Conclusiones	108
Referencias.....	112
Anexos	115
Anexo 1. Resultados del diseño a tensión, flexión, cortante y compresión de los elementos estructurales del Steel framing.....	115
Anexo 2. Planos arquitectónicos y estructurales de la vivienda, en Steel framing y mampostería confinada.....	131
Anexo 3. Análisis de precios unitarios (APU) de las actividades del presupuesto de la estructura en Steel framing y mampostería confinada.....	166
Anexo 4. Chequeo a tensión de los elementos estructurales del Steel framing	190
Anexo 5. Chequeo a flexión de los elementos estructurales del Steel framing	195
Anexo 6. Chequeo a cortante de los elementos estructurales del Steel framing	204
Anexo 7. Chequeo a compresión de los elementos estructurales del Steel framing	206
Anexo 8. Cálculo del centro de cargas de la losa de cimentación	210

Lista de tablas

Tabla 1. Desarrollo metodológico del trabajo de grado, por los autores, 2020.	27
Tabla 2. Materiales empleados en la estructura del sistema Steel framing, por los autores, 2020.	30
Tabla 3. Materiales empleados en la losa de cimentación del sistema Steel framing, por los autores, 2020.	31
Tabla 4. Materiales empleados en las conexiones del sistema Steel framing, por los autores, 2020.....	32
Tabla 5. Materiales no estructurales empleados en el cubrimiento de montajes del sistema Steel framing, por los autores, 2020.	33

Tabla 6. Materiales no estructurales empleados en el cubrimiento del entrepiso del sistema Steel framing, por los autores, 2020.	34
Tabla 7. Materiales no estructurales empleados en el cubrimiento del entrepiso de cubierta del sistema Steel framing, por los autores, 2020.	35
Tabla 8. Secciones de la estructura en Steel framing propuestas en el predimensionamiento, por los autores, 2020.	39

Lista de Figuras

Figura 1. Censo General, Muestra Cocensal Déficit de vivienda a nivel nacional, por DANE 2005.	14
Figura 2. Censo General. Muestra Cocensal Déficit de vivienda en Bogotá D.C , por DANE 2005.	14
Figura 3. Vivienda de dos niveles en steel framing, recuperado de manual de ingeniería de steel framing, por Dannemann, R, 2005.	17
Figura 4. Mapa departamental físico de Cundinamarca, recuperado de geo portal del instituto geográfico Agustín Codazzi, por IGAC, 2011.	28
Figura 5. Cuadro de áreas de vivienda de diseño de vivienda de dos pisos, por Murillo F, 2011.	28
Figura 6. Diseño arquitectónico de vivienda de dos pisos, por Murillo F, 2011.	29
Figura 7. Diseño de coeficientes y factores para sistemas resistentes a la fuerza sísmica en Canadá, recuperado de AISI S213, por American Iron and Steel Institute Committee, 2007.	36
Figura 8. Resistencia al corte nominal (R_n) para cargas sísmicas y otras cargas en el plano para muros de corte en Estados Unidos y México, recuperado de AISI S213, por American Iron and Steel Institute Committee, 2007.	37
Figura 9. Cargas muertas impuestas al sistema steel framing, según el título B.3 de la NSR-10, por los autores, 2020.	40
Figura 10. Cargas vivas impuestas al sistema steel framing, según el título B.4 de la NSR-10, por los autores, 2020.	40
Figura 11. Datos de cargas y áreas según el plano, por los autores, 2020.	41
Figura 12. Avalúo de peso propio por piso, por los autores, 2020.	41
Figura 13. Avalúo de la carga muerta sobre impuesta por piso, por los autores, 2020.	41
Figura 14. Avalúo de la carga muerta y viva total de la vivienda por piso, por los autores, 2020.	42
Figura 15. Carga unitaria de la vivienda según avalúo de cargas, por los autores, 2020.	42
Figura 16. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.	43
Figura 17. Valor de A_a y A_v para ciudades capitales de departamento, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.	44
Figura 18. Valor del coeficiente F_a , por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.	45
Figura 19. Valor del coeficiente F_v , por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.	45
Figura 20. Datos del espectro de diseño, por los autores, 2020.	45

Figura 21. Gráfica del espectro de diseño para la vivienda de dos pisos en Steel framing, por los autores, 2020.	46
Figura 22. Valores de los parámetros C_t y α para el cálculo del periodo aproximado T_a , por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.	46
Figura 23. Valor del periodo aproximado, por los autores, 2020.	47
Figura 24. Valor de la aceleración en fracción de la gravedad para el periodo aproximado de la estructura en Steel framing, por los autores, 2007.	47
Figura 25. Valor del cortante basal de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020.	47
Figura 26. Fuerza sísmica de cada piso, por los autores, 2020.	48
Figura 27. Cálculo del centro geométrico del entrepiso, por los autores, 2020.	48
Figura 28. Cálculo del centro geométrico del entrepiso, por los autores, 2020.	48
Figura 29. Centro geométrico del entrepiso y el mismo teniendo en cuenta efectos de la torsión accidental, por los autores, 2020.	49
Figura 30. Modelamiento de la estructura en Steel framing en el programa SAP2000, por los autores, 2020.	49
Figura 31. Secciones, por los autores, 2020.	50
Figura 32. Secciones, por los autores, 2020.	51
Figura 33. Secciones, por los autores, 2020.	51
Figura 34. Secciones, por los autores, 2020.	51
Figura 35. Secciones, por los autores, 2020.	52
Figura 36. Secciones, por los autores, 2020.	52
Figura 37. Secciones, por los autores, 2020.	53
Figura 38. Casos de carga, por los autores, 2020.	54
Figura 39. Propiedades de la sección de la cruz de san Andrés, por los autores, 2020.	54
Figura 40. Elementos de área, por los autores, 2020.	55
Figura 41. Elementos de área, por los autores, 2020.	55
Figura 42. Combinación de diseño en el sentido x para determinar derivas, por los autores, 2020.	56
Figura 43. Combinación de diseño en el sentido y para determinar derivas, por los autores, 2020.	56
Figura 44. Puntos de control entrepiso piso 2, por los autores, 2020.	57
Figura 45. Puntos de control entrepiso cubierta, por los autores, 2020.	57
Figura 46. Tabla de desplazamiento de los puntos de control, por los autores, 2020.	58
Figura 47. Control de la deriva para la dirección x, por los autores, 2020.	59
Figura 48. Control de la deriva para la dirección y, por los autores, 2020.	59
Figura 49. Procedimiento para el cálculo del periodo fundamental de la estructura, tanto en el eje x (T_x) como en el eje y (T_y), por los autores, 2020.	60
Figura 50. Valores del periodo fundamental de la estructura tanto en el eje x (T_x) como en el eje y (T_y) y diferencia frente al estimado T_a para verificar cumplimiento de periodo, por los autores, 2020.	60
Figura 51. Combos de carga mayorada ingresados en el programa SAP2000, por los autores, 2020.	62
Figura 52. Tablas de solicitaciones ultimas o mayoradas de los elementos del sistema Steel framing dadas por el programa SAP2000, por los autores, 2020.	62
Figura 53. Pandeos en flexión, recuperado de manual de ingeniería Steel framing, por (Dannemann, R, 2005).	64

Figura 54. Pandeos en compresión, recuperado de manual de ingeniería Steel framing, por Dannemann, R, 2005.....	69
Figura 55. Detalle de la conexión paral-solera, por los autores, 2020.	72
Figura 56. Chequeo a cortante de la conexión paral-solera, por los autores, 2020.....	73
Figura 57. Chequeo a tensión de la conexión paral-solera, por los autores, 2020.	73
Figura 58. Detalle de la conexión tubular-paral-solera, por los autores, 2020.	73
Figura 59. Chequeo a cortante de la conexión tubular-paral-solera, por los autores, 2020.	74
Figura 60. Chequeo a tensión de la conexión tubular-paral-solera, por los autores, 2020.....	74
Figura 61. Detalle de la conexión cruz-paral-solera, por los autores, 2020.	74
Figura 62. Chequeo por rotura por bloque cortante de la conexión cruz-paral-solera, por los autores, 2020.	75
Figura 63. Chequeo a cortante de la conexión cruz-paral-solera, por los autores, 2020.....	75
Figura 64. Chequeo a tensión de la conexión cruz-paral-solera, por los autores, 2020.	76
Figura 65. Detalle de la conexión viga-canal-solera, por los autores, 2020.	76
Figura 66. Detalle del rigidizador de apoyo para vigas individuales de entrepiso, por los autores, 2020. .	77
Figura 67. Diseño del rigidizador de apoyo para vigas individuales de entrepiso, por los autores, 2020. .	77
Figura 68. Diseño de los anclajes de cimentación, por los autores, 2020.....	78
Figura 69. Centro de cargas para la losa de cimentación, por los autores, 2020.	80
Figura 70. Control de esfuerzos máximos y mínimos para la losa de cimentación, por los autores, 2020.	80
Figura 71. Momento M11 para obtención del refuerzo en la dirección x, por los autores, 2020.	81
Figura 72. Cálculo del refuerzo en la dirección x de la losa de cimentación, por el método de elementos finitos, por los autores, 2020.....	82
Figura 73. Momento M22 para obtención del refuerzo en la dirección y, por los autores, 2020.	83
Figura 74. Cálculo del refuerzo en la dirección y de la losa de cimentación, por el método de elementos finitos, por los autores, 2020.....	83
Figura 75. Actividades de la estructura del sistema Steel framing , por los autores, 2020.....	84
Figura 76. Cantidades de obra de la estructura del sistema Steel framing, por los autores, 2020.	84
Figura 77. Investigación de precios unitarios para el presupuesto de la estructura del sistema Steel framing, por los autores, 2020.	85
Figura 78. Cálculo del factor prestacional para el presupuesto de la estructura del sistema Steel framing , por los autores, 2020.....	86
Figura 79. Factor prestacional para el presupuesto de la estructura del sistema Steel framing, por los autores, 2020.....	86
Figura 80. Cálculo de los gastos administrativos de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020.	87
Figura 81. Presupuesto de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020.....	88
Figura 82. Programación de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020.....	89
Figura 83. Mapa de la Ubicación del proyecto, por Google maps, 2020.....	90
Figura 84. Materiales estructurales de la mampostería confinada, por los autores, 2020.... ¡Error! Marcador no definido.	92
Figura 85. Sistema estructural de muros de carga, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.....	92

Figura 86. Dimensiones seleccionadas para la mampostería confinada de la vivienda de dos pisos según el título E, por los autores, 2020.	93
Figura 87. Valores para dimensiones, resistencia de materiales, y refuerzo de cimentaciones, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.....	94
Figura 88. Requisitos de las aberturas de los muros en mampostería confinada, por los autores, 2020.....	94
Figura 89. Espesores mínimos nominales (mm) de muros estructurales para viviendas de uno y dos pisos en mampostería confinada, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.95	
Figura 90. Espesor muros estructurales definido, por los autores, 2020.....	95
Figura 91. Condiciones de distanciamiento entre elementos estructurales según espesor de muros t (mm), por los autores, 2020.	95
Figura 92. Valores de M_o , por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010. 96	
Figura 93. Verificación de la longitud mínima de muros estructurales, por los autores, 2020.....	96
Figura 94. Explicación del rectángulo de menor que contiene el área de cubierta o entrepiso, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.....	97
Figura 95. Verificación de la distribución simétrica de muros estructurales del piso 1 y 2, por los autores, 2020.	97
Figura 96. Materiales de los elementos de confinamiento, por los autores, 2020.	98
Figura 97. Sección transversal de las columnas de confinamiento, por los autores, 2020.....	98
Figura 98. Refuerzo de las columnas de confinamiento, por los autores, 2020.....	98
Figura 99. Sección transversal de las vigas de confinamiento, por los autores, 2020.	98
Figura 100. Refuerzo de las vigas de confinamiento, por los autores, 2020.....	99
Figura 101. Sección transversal de las cintas de amarre, por los autores, 2020.	99
Figura 102. Refuerzo de las cintas de amarre, por los autores, 2020.....	99
Figura 103. Diseño de las losas macizas de entrepiso, por los autores, 2020.	99
Figura 104. Actividades de la estructura en mampostería confinada, por los autores, 2020.	100
Figura 105. Cantidades de obra de la estructura en mampostería confinada, por los autores, 2020.....	101
Figura 106. Cálculo de gastos administrativos de la estructura en mampostería confinada, por los autores, 2020.	102
Figura 107. Presupuesto de la estructura en mampostería confinada, por los autores, 2020.	103
Figura 108. Programación de la estructura en mampostería confinada por los autores, 2020.....	104
Figura 109. Resultados obtenidos de la comparación, por los autores, 2020.	105

Glosario

Conexión: Es la unión de los elementos estructurales de un sistema, que está conformada por los componentes de tipo estructural y los de unión, para el caso del Steel framing se manejan conexiones de tipo atornillado para unir los diversos perfiles que lo conforman, mientras que su cimentación se conecta a la estructura, mediante conexión Pernada a través de anclajes ubicados, entre las soleras inferiores de primer piso y la losa de cimentación.

Centro de corte: Es un punto de equilibrio ubicado en el plano de la sección transversal de las secciones, donde se pueden aplicar esfuerzos cortantes sin producir torsión en estas, para elementos con doble eje de simetría este se ubica en su centro de gravedad, mientras en secciones con un único eje de simetría el mismo se encuentra desfasado, sobre su centro de gravedad.

Galvanización: Es un proceso donde un metal se cubre con otro para protegerlo de la corrosión que puede sufrir con la exposición del medio ambiente, en el caso del Steel framing, la galvanización corresponde al proceso de inmersión del acero en zinc, con lo cual se logra garantizar la durabilidad y resistencia del primero, a lo largo de su vida útil.

Diseño estructural: Corresponde a un proceso donde se busca garantizar la resistencia estructural de los elementos de un sistema ante las solicitaciones últimas (cargas mayoradas) actuantes sobre el mismo en función de su uso, para el caso del Steel framing fue necesario realizar este paso ya que su título especificaba como obtener los valores de resistencia de los elementos, donde se verificó el significado de este concepto, al corroborar que las solicitaciones (V_u , M_u , T_u , P_u) fueran menores a la resistencia nominal de los elementos (ϕV_u , ϕM_u , ϕT_u , ϕP_u) que componían su estructura.

Mampostería confinada: Es un sistema constructivo constituido por muros en mampostería, que están rodeados por elementos de concreto reforzado (columnas, vigas) confinándolos para actuar

como un único elemento resistente (Muro de carga), ante las cargas actuantes de la estructura. En los vanos, este sistema debe rodearse por cintas de amarre (elementos en concreto reforzado generalmente de menor tamaño que las vigas y columnas), para garantizar la estabilidad de la construcción en las aberturas.

Muro de corte: Es un elemento que puede ser en mampostería confinada por elementos de concreto reforzado o en otro sistema que forme marcos (Steel framing), el cual no presenta aberturas o las mismas son pequeñas y se encuentran fuera de sus diagonales, el cual sirve para resistir las fuerzas laterales presentes en la edificación.

Predimensionamiento: Es el proceso por el cual se asignan unas dimensiones iniciales a los elementos de una estructura y se corroboran las mismas, hasta cumplir parámetros de deriva (desplazamiento relativo de piso) y periodo de la edificación, para posteriormente pasar a realizar el diseño de los elementos con las dimensiones verificadas, en este paso.

Presupuesto: Corresponde al valor general de un producto, derivado de la sumatoria de sus costos directos (gastos en los cuales se incurre por la fabricación u obtención del producto, y representan constantes en el proyecto) y sus costos indirectos (gastos en los cuales se incurre por la producción del producto, y son variables según su clasificación). Para el caso de los sistemas constructivos comparados, su presupuesto corresponde a la sumatoria de su coste directo (por actividad a realizar para ejecutar la estructura) y su coste indirecto (gastos de administración, imprevistos y porcentajes de utilidad e IVA de la obra).

Steel framing: Es un sistema constructivo de origen estadounidense, que esta conformado por perfiles de acero galvanizado conformados en frio de lamina delgada que forman “marcos” los cuales resisten cargas concentradas actuantes en la estructura y, además, también tiene elementos diagonales (cruces de san Andrés), que resisten las cargas laterales y rigidizan la estructura.

Riostra: Elemento que sirve para evitar el desplazamiento o deformación de otros elementos estructurales al ubicarse oblicuamente entre estos, ya sea en un plano vertical o horizontal.

Vivienda de interés social (VIS): Es una edificación que tiene un valor máximo de 135 SMLMV y está dispuesta para garantizar que sectores con bajos recursos económicos, puedan adquirir vivienda con una adecuada calidad habitacional, en pro de mejorar su calidad de vida.

Introducción

El presente trabajo muestra la metodología que se utilizará para la evaluación del sistema constructivo steel framing, usado recientemente en Colombia, frente al sistema convencional (mampostería estructural confinada), como alternativa para viviendas de interés social. El objeto de este estudio parte de la problemática del déficit de vivienda en el país para la población de bajos recursos, donde una solución es buscar sistemas constructivos sostenibles que garanticen la seguridad para sus habitantes, por lo cual una alternativa sugerida es el steel framing, que es un sistema formado por perfiles de acero galvanizado, usado en países como Estados Unidos, Argentina, Brasil, Chile y algunos europeos, por su resistencia sísmica.

En consecuencia, para exponer las ventajas del sistema alternativo en viviendas de interés social, respecto a su comparación con el sistema convencional, se deben obtener resultados cuantificables, que verifiquen la posible utilidad del primero, al aplicarlo en la construcción. Así, a continuación, se expondrán las actividades empleadas para el desarrollo del comparativo, de acuerdo a una metodología enfocada en establecer un análisis de ambos sistemas, teniendo en cuenta parámetros como lo son: tiempos de construcción, costos y liviandad.

Formulación del problema

Una encuesta publicada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el año 2005, muestra el porcentaje del déficit de viviendas a nivel departamental y de las localidades en Bogotá, donde se ven cifras alarmantes sobre el alto número de familias que carecen de vivienda propia.

Nombre Departamento	Hogares en déficit								
	Total	%	cve* % Total	Cabecera	%	cve* % Cabecera	Resto	%	cve* % Resto
Antioquia	386,118	26.48	0.63	194,894	16.90	1.08	191,225	62.69	0.59
Atlántico	189,055	39.97	0.98	176,256	39.17	1.05	12,798	55.52	1.76
Bogotá, D.C.	369,874	19.15	1.06	367,954	19.09	1.07	1,920	48.22	**
Bolívar	250,768	61.74	0.54	173,979	55.57	0.70	76,789	82.53	0.76
Boyacá	130,934	40.56	0.53	32,493	18.72	1.87	98,442	65.96	0.34
Caldas	54,106	22.11	1.55	20,070	11.12	3.56	34,036	53.00	1.32
Caquetá	44,348	55.21	1.16	21,521	39.26	2.30	22,826	89.51	0.60
Cauca	164,896	56.68	0.53	35,529	28.92	1.94	129,368	76.96	0.42
Cesar	101,538	51.00	0.88	58,395	40.57	1.31	43,143	78.20	1.08
Córdoba	246,410	78.16	0.59	118,937	72.38	0.74	127,472	84.46	0.92
Cundinamarca	215,663	35.83	0.75	107,487	27.62	1.41	108,176	50.85	0.43
Chocó	81,981	92.43	0.51	45,698	92.06	0.92	36,283	92.90	**
Huila	99,382	39.84	1.21	35,190	22.58	3.02	64,192	68.54	0.87
La Guajira	98,256	76.35	0.47	48,646	64.77	0.94	49,610	92.59	0.11
Magdalena	165,083	66.05	0.66	104,399	60.52	0.90	60,683	78.36	0.91
Meta	69,257	37.07	1.84	48,960	32.05	2.52	20,298	59.64	1.55
Nariño	199,617	56.55	0.60	63,684	36.88	1.72	135,933	75.38	0.35
Norte De Santander	109,047	36.93	0.91	63,111	26.78	1.49	45,936	77.08	0.72
Quindío	21,829	15.27	2.19	16,744	13.32	2.65	5,086	29.41	3.48
Risaralda	45,342	19.67	1.55	22,269	12.16	2.78	23,073	48.73	1.62
Santander	162,842	32.66	0.85	80,159	21.43	1.62	82,684	66.32	0.56
Sucre	108,339	65.05	0.70	59,265	55.62	1.10	49,075	81.80	0.78
Tolima	128,129	36.37	0.90	53,104	21.69	1.92	75,025	69.82	0.72
Valle Del Cauca	242,377	22.58	0.94	183,720	19.72	1.18	58,657	41.41	1.15
Arauca	18,744	50.64	2.34	15,245	46.62	2.80	3,499	81.14	**
Casanare	34,335	47.28	1.15	19,830	37.41	1.83	14,505	73.91	1.07
Putumayo	41,511	67.19	0.47	16,838	52.64	1.15	24,673	82.81	**

Figura 1. Censo General, *Muestra Cocensal Déficit de vivienda a nivel nacional*, por DANE 2005.

Comuna	Total hogares			Hogares en déficit		
	Total	%	cve* % Total	Total	%	cve* % Total
Usaquen	133,049	100.00	0.51	11,270	8.47	5.32
Chapinero	48,315	100.00	0.52	4,323	8.95	4.43
Santa Fe	33,258	100.00	--	5,510	16.57	--
San Cristóbal	110,595	100.00	1.05	22,622	20.45	4.61
Usme	78,103	100.00	0.99	24,823	31.78	3.15
Tunjuelito	52,470	100.00	0.80	14,962	28.52	3.07
Bosa	132,917	100.00	0.92	39,798	29.94	2.97
Kennedy	257,384	100.00	0.76	55,946	21.74	3.42
Fontibon	90,105	100.00	0.59	7,978	8.85	5.24
Engativa	226,911	100.00	0.67	31,701	13.97	4.14
Suba	266,615	100.00	0.64	47,619	17.86	3.54
Barrios Unidos	61,258	100.00	0.60	12,521	20.44	2.75
Teusaquillo	49,857	100.00	0.66	2,421	4.86	7.66
Los Martires	28,456	100.00	0.49	4,829	16.97	2.69
Antonio Nariño	30,218	100.00	0.63	4,742	15.69	3.64
Puente Aranda	73,395	100.00	0.63	9,504	12.95	4.07
Candelaria	8,199	100.00	0.63	1,383	16.87	2.86
Rafael Uribe Uribe	104,186	100.00	0.84	17,399	16.70	4.52
Ciudad Bolívar	144,641	100.00	0.99	49,836	34.46	2.80
Sumapaz	1,440	100.00	--	687	47.71	--
TOTALES	1,931,372	100.00	0.22	369,874	19.15	1.06

Figura 2. Censo General, *Muestra Cocensal Déficit de vivienda en Bogotá D.C* , por DANE 2005.

Con base en el déficit de vivienda que se está presenciando a nivel nacional, se plantea el diseño y la construcción de casas con dos diferentes tipos de sistemas constructivos (Mampostería estructural confinada y Steel Framing) para familias de los estratos socioeconómicos 1 y 2, en convenio con los diferentes programas desarrollados por las entidades nacionales y territoriales, generando así un impacto social reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades más vulnerables sumado también al beneficio de sectores económicos y productivos.

Objetivos

Objetivo General

- Comparar los sistemas de construcción Steel Framing y mampostería estructural confinada en el desarrollo de un diseño con todos y cada uno de los parámetros correspondientes, para una vivienda de interés social.

Objetivo Específicos

1. Evaluar las ventajas y desventajas del Steel Framing con respecto al sistema de mampostería estructural confinada con respecto al diseño y construcción del mismo.
2. Realizar un presupuesto para cada uno de los sistemas estructurales, analizando su viabilidad uno con respecto al otro.
3. Establecer un programa de obra para cada uno de los sistemas constructivos en donde se verifiquen los tiempos de construcción de la VIS, comparándolos y estableciendo ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Justificación

En Colombia, se presenta actualmente un déficit de vivienda que aunque ha disminuido notoriamente (5,6 % para el año 2018 (Sánchez, 2018)), afecta a la mayoría de la población de bajos recursos, para cubrir esta necesidad es necesario adoptar sistemas constructivos que generen menores costos, sean sismorresistentes y sostenibles, por lo cual a través de este trabajo se busca demostrar que el sistema steel framing ejecutado en el país recientemente, es una buena alternativa para la construcción de viviendas de interés social, para lo cual es necesario comparar el mismo, con el sistema tradicional (mampostería estructural confinada) con el fin de visualizar sus ventajas cuantitativamente, teniendo en cuenta parámetros como lo son: peso, presupuesto y programación.

Estado del arte

El sistema constructivo steel framing nace en Estados Unidos derivado del sistema ballon framing, (que es un sistema constructivo formado por marcos en madera), este surgió luego del “aumento de la población en los EE.UU alrededor del año de 1810 , como una solución ante la demanda de vivienda” (Consulsteel), pero debido al impacto ambiental que generó el uso de la madera, se sustituyó este material por el acero, el cual ganó éxito por su resistencia a la tracción, lo cual generó diversos sistemas estructurales que aunque manejaban gran calidad resultaban costosos, por lo cual el steel framing representó una alternativa sostenible al estar formado por perfiles livianos, a diferencia del steel frame que permite construcciones de mayor altura pero con perfilería pesada. Este sistema presenta una normativa de diseño estructural determinado por el American Iron and Steel Institute (AISI), que ha posibilitado mediante la traducción de sus normas y especificaciones, la implementación del mismo por parte de países latinoamericanos y europeos, como Argentina, Brasil, Chile, Colombia y España, a través del uso de manuales para ingeniería y arquitectura (para

países que no lo incluyen en su normativa), y en el caso de Argentina por medio del reglamento CIRSOC 303, ya que es un país que incluyó hace poco este sistema como tradicional, para la construcción.

En el caso de Colombia, como se mencionaba anteriormente el steel framing tiene alusión en la normativa sismorresistente vigente en país (NSR-10), a través del capítulo 4 en su título F, pero no de manera precisa por lo cual en su inciso F.4.4.4 nos remite a la AISI S213, para definir el diseño en su totalidad. Este sistema se ha empleado recientemente en país, por empresas como Eternit Colombia S.A, Obra civil Colombia (Bucaramanga), y Steel frame Colombia (Bogotá), que manejan un portafolio donde se emplea para la construcción de casas unifamiliares, bodegas, campamentos y modulares, oficinas, reformas, aulas, hospitales, invernaderos, y cubiertas.

Aunque ya el sistema cuenta con obras ejecutadas en país, las mismas son pocas, respecto a las realizadas con el sistema tradicional de mampostería estructural confinada, que gana mayor cantidad de licitaciones.

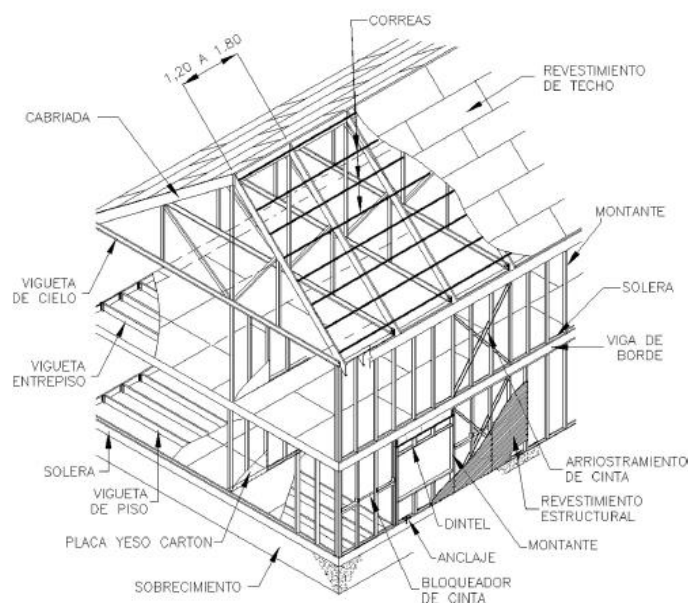


Figura 3. Vivienda de dos niveles en steel framing, recuperado de manual de ingeniería de steel framing, por

Dannemann, R, 2005.

Debido que se busca proponer el sistema en mención para la construcción de VIS, hay que tener en cuenta que, en Colombia, la vivienda de interés social es decretada por la constitución política en su artículo 51, que expresa: “Todos los colombianos tienen derecho a una vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social y sistemas adecuados de financiación a largo plazo” (Constitución política de Colombia, 1991). Por lo cual, el estado debe efectuar planes para garantizar que la población que no disponga de suficientes recursos económicos para obtener una vivienda digna pueda acceder a la misma a través de las VIS.

Este tipo de viviendas cuyo valor no puede superar los (135 SMMLV), según la definición dada en el plan nacional de desarrollo y plan de inversiones 2014 - 2018, debe cumplir además con los estándares de calidad estipulados en las normativas de diseño (arquitectónico, urbanístico y estructural) y construcciones vigentes, en Colombia. Por lo anterior, los sistemas constructivos empleados en las VIS deberían ser sostenibles, pero según García López, J. D., & Stand Villarreal, F., los más utilizados (abarcando un 99% de licenciamiento) son: Mampostería estructural confinada y los sistemas industrializados.

Los sistemas mencionados anteriormente, aunque garantizan el cumplimiento de las normas de calidad para los proyectos de vivienda, pueden generar mayores desperdicios (mampostería estructural confinada) e impacto ambiental, frente a sistemas que se emplean en el exterior, como es el caso del Steel framing, que al ser definido también como una estructura de muros de corte según la norma sismo resistente colombiana en su inciso F.4.4.4 (que determina su capítulo de diseño) nos expresa: “Los muros de corte para entramados livianos, arriostramiento mediante bandas diagonales (elementos que son parte del muro estructural) y diafragmas para resistir viento, sismo y otras cargas laterales en su propio plano, se diseñarán de acuerdo con AISI S213”.

Ante lo mencionado el sistema Steel framing, puede cumplir la norma de sismo-resistencia ante la falta de su clasificación en el título A, por lo cual “se desconoce el valor de los factores necesarios para el cálculo de las fuerzas laterales y límites de altura” (LAMUS RODRIGUEZ, 2015), que sí aparecen en la AISI S213, con lo cual constituye una alternativa sostenible para la construcción de VIS, que asegura menores costos, desperdicios y tiempos de construcción, pero que para verificar sus ventajas debe ser evaluado con un sistema tradicional como la mampostería estructural confinada, cuyo diseño se especifica en el título E, de la norma sismo resistente colombiana.

Metodología

Para la elaboración del procedimiento en el cual se llevarán a cabo todas y cada una de las actividades necesarias para un completo desarrollo del presente, es necesario dividirlo en tres fases, las cuales son:

1. Diseño

En esta fase, se procederá a diseñar una estructura que cumpla con los requerimientos exigidos en la norma VIS para viviendas multifamiliares por medio de dos sistemas a considerar:

- Por medio del sistema mampostería estructural confinada.
- Por medio del sistema Steel Framing

Teniendo en cuenta la localización de la edificación a diseñar, iniciando con la adquisición de unos planos arquitectónicos de una VIS (Vivienda de interés social) que anteriormente cumplan con los requisitos establecidos por la ley en el ámbito de área de lotes y espaciamientos. Como paso siguiente se iniciará un diseño con el sistema de **mampostería estructural confinada** en donde se tendrá como guía el título E (Casas de uno y dos pisos) y se realizará un diseño que constará de:

- **Selección de materiales y elementos:** Se seleccionarán los materiales y los elementos que estos componen siendo estas partes del sistema estructural.
- **Predimensionamiento de elementos estructurales:** Se hace el respectivo predimensionamiento de los elementos que componen el sistema estructural, en donde se tendrán en cuenta las dimensiones iniciales de todos y cada uno de ellos; también cabe resaltar que estas dimensiones iniciales estarán abiertas a cambios, además no se tendrá en cuenta el refuerzo en este apartado.
- **Avalúo de cargas:** Se realizará el respectivo avalúo de cargas en donde se evaluarán las dimensiones iniciales de los elementos que componen el sistema estructural y se revisarán las cargas a las cuales estará sometido el sistema como tal.
- **Análisis sismorresistente:** Después de un análisis completo de las cargas del sistema en general se pondrá a disposición de un análisis sismorresistente en el cual se evaluarán las variables de aptitud que lo componen, las cuales se tendrán en cuenta para realizar un diseño final de los elementos que cumplan con los requisitos requeridos por la NSR-10 en el título a considerar.
- **Diseño de elementos:** Se realizará el diseño de elementos a cabalidad con los requerimientos exigidos por la normativa sismorresistente (NSR-10) y se diseñará con los condicionales de elementos y refuerzos de los mismos que cumplan con la resistencia establecida por las cargas a resistir y con las dimensiones mínimas que acompañadas de un factor de seguridad considerado por los autores cumplan esta condición y que garanticen el menor presupuesto posible.

Como paso siguiente se procederá a realizar otro diseño de los planos arquitectónicos ya adquiridos anteriormente, pero con un sistema estructural basado en estructuras metálicas llamado **Steel**

Framing y el cual está regido por la normativa sismorresistente en su título F y que consta del procedimiento descrito anteriormente:

- **Selección de materiales y elementos:** Se seleccionarán los materiales y los elementos que estos componen siendo estos partes del sistema estructural.
- **Predimensionamiento de elementos estructurales:** Se hace el respectivo predimensionamiento de los elementos que componen el sistema estructural, en donde se tendrán en cuenta las dimensiones iniciales de todos y cada uno de ellos; también cabe resaltar que estas dimensiones iniciales estarán abiertas a cambios, además no se tendrá en cuenta el refuerzo en este apartado.
- **Avalúo de cargas:** Se realizará el respectivo avalúo de cargas en donde se evaluarán las dimensiones iniciales de los elementos que componen el sistema estructural y se revisarán las cargas a las cuales estará sometido el sistema como tal.
- **Análisis sismorresistente:** Después de un análisis completo de las cargas del sistema en general se pondrá a disposición de un análisis sismorresistente en el cual se evaluarán las variables de aptitud que lo componen, las cuales se tendrán en cuenta para realizar un diseño final de los elementos que cumplan con los requisitos requeridos por la NSR-10 en el título a considerar.
- **Diseño de elementos:** Se realizará el diseño de elementos a cabalidad con los requerimientos exigidos por la normativa sismorresistente (NSR-10) y se diseñará con los condicionales de elementos que cumplan con la resistencia establecida por las cargas a resistir y con las dimensiones mínimas que acompañadas de un factor de seguridad considerado por los autores cumplan esta condición y que garanticen el menor presupuesto posible.

Por último, pero no menos importante y teniendo completos los diseños estructurales se llevará a cabo una comparación de los mismos, en los cuales se evaluarán las ventajas y desventajas de un sistema en cuanto al otro y se optará por el sistema más viable y completo para este tipo de proyecto.

2. PRESUPUESTO

En esta fase, se procederá a elaborar un presupuesto en el cual se tengan en cuenta todos los aspectos que integran el mismo, tales como:

- **Costos directos:** En este aspecto es necesario tener en cuenta un análisis completo del costo directo de la obra, y se tienen en cuenta aspectos tales como: Materiales requeridos para las actividades, maquinaria y equipo que se implementarán en la construcción y mano de obra (cuadrillas especializadas para la realización de cada una de las actividades); teniendo en cuenta los rendimientos y el costo unitario de cada uno de estos subitems. Se realizará un análisis de precios unitarios (A.P.U) para cada una de las actividades a realizar y se analizará el valor en dinero de hacer una unidad (en la medida correspondiente ya sean m,m³,m³,kg, etc.) de dichas actividades.
- **Costos indirectos:** En el desarrollo de este tema se analizarán aspectos que no están relacionados directamente con la obra pero que son de gran importancia para el desarrollo de la misma tales como: Administración, Imprevistos y Utilidad y se expresan como porcentajes del costo directo; con estos aspectos y teniendo las cantidades de obra (sacadas de los planos realizados en el diseño) se tendrá el presupuesto de la obra y como en la fase anterior se realizará una comparación en ámbitos de presupuesto determinando cuál de los dos sistemas es más viable.

3. Programación y construcción

En esta fase, se determinará una programación de todas y cada una de las actividades teniendo en cuenta los A.P.U en donde se encuentran los rendimientos de las actividades y el presupuesto que cuenta con las cantidades de obra de cada actividad, con tales datos se determinarán las duraciones de cada actividad y realizando un análisis detallado se organizan las actividades utilizando el programa project para este ejercicio.

Ya con las tres fases realizadas es posible determinar por medio de estas la debida comparación de estos dos sistemas de diseño y construcción, para así determinar la viabilidad de un sistema con respecto al otro.

De manera detallada el desarrollo metodológico que pretende obtener resultados de tipo mixto (cualitativos y cuantitativos) en la comparación de los dos sistemas estructurales se puede ver en la tabla 1, como sigue:

OBJETIVO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ACTORES
General (Comparar los sistemas constructivos Steel framing y mampostería confinada en el desarrollo de un diseño con todos los parámetros)	1.Consulta de información. 2.Selección de materiales. 3.Predimensionamiento. 4. Avaluó de cargas. 5.Diseño. 6. Planos.	1.Información de normas que rigen el diseño para ambos sistemas. 2.Elegir materiales estructurales, según el reglamento colombiano de construcción sismo	1.Fuentes de literatura y web. 2. Normativa de construcción sismo resistente. 3. Software SAP 2000. 4. NSR-10.

correspondientes a una vivienda de interés social).		resistente y con base a catálogos de empresas. 3.Verificar el cumplimiento de las derivas y el periodo, de cada estructura. 4. Determinación de cargas actuantes en las estructuras de ambos sistemas. 5. Verificar que la resistencia de los elementos estructurales de cada sistema sea mayor a sus solicitaciones. 6.Plasmar lo obtenido en el diseño en planos con detalles de los elementos estructurales.	5. Software Excel y SAP 2000. 6.Software Revit.
---	--	--	---

Especifico (Realizar el presupuesto para cada uno de los sistemas estructurales)	1. Consulta de precios unitarios de materiales. 2.Determinación de las actividades constructivas de cada sistema. 3.Determinación de las cantidades de obra de cada sistema. 4.Análsis de precio unitario para cada actividad constructiva. 5.Análisis de costos indirectos de la obra. 6. Presupuesto general de la vivienda de dos pisos, para cada sistema.	1.Consulta de referencias de precios de entidades estatales y empresas. 2.Determinar las actividades necesarias para ejecutar la estructura de cada sistema. 3.Cuantificar respecto a la unidad de medida correspondiente el total de materiales para cada actividad constructiva, 4.Determinar el valor unitario respecto a la medida respectiva de cada actividad necesaria para ejecutar la estructura.	1. Fuentes web. 2. Software Excel. 3. Software Excel y Revit. 5. Software Excel. 6. Software Excel.
--	--	--	--

		5.Determinar el valor de gastos no operacionales como lo son el A.I.U. 6.Determinar el costo total de ejecutar la estructura de la vivienda de dos pisos para cada sistema,	
Específico (Establecer un programa de obra para cada uno de los sistemas constructivos).	1.Realizar la programación de obra para cada sistema constructivo.	1. Determinar según los rendimientos de obra de cada actividad constructiva una duración para cada una de estas, que permita mediante la organización de las mismas de acuerdo a un orden lógico de ejecución, determinar la duración en que se	1. Software Project.

		construirá la estructura para cada sistema.	
--	--	---	--

Tabla 1. Desarrollo metodológico del trabajo de grado, por los autores, 2020.

Steel Framing

Localización

Se usa como referencia para el diseño la ciudad de Bogotá D.C, la cual se caracteriza por tener un riesgo de amenaza sísmica media que se adapta a la cantidad de muros dispuesta, según el diseño arquitectónico suministrado para el sistema constructivo en mampostería confinada, por tanto, debido a que se deben comparar, se emplea su uso igualmente para este sistema.



Figura 4. Mapa departamental físico de Cundinamarca, recuperado de geo portal del instituto geográfico Agustín Codazzi, por IGAC, 2011.

Diseño arquitectónico

Fue suministrado en formato DWG un diseño del arquitecto Ferlín Murillo Herran de Villavicencio, correspondiente a una casa de dos pisos de 60 m² por cada nivel (cumple para medidas mínimas de lote de VIS tipo 1 y 2, según el decreto 2060 de 2004, desarrollado por el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de Colombia), con el cual se procedió a realizar el cálculo estructural para adaptarlo a los dos sistemas constructivos.

CUADRO DE AREAS	
AREA DEL LOTE	80.00 M2
AREA A CONSTRUIR PRIMER PISO	59.60 M2
AREA A CONSTRUIR SEGUNDO PISO	59.60 M2
AREA LIBRE	25.22 M2
TOTAL CONSTRUIDO	119.21 M2
INDICE DE OCUPACION	.75
INDICE DE CONSTRUCCION	1.49

Figura 5. Cuadro de áreas de vivienda de diseño de vivienda de dos pisos, por Murillo F, 2011.

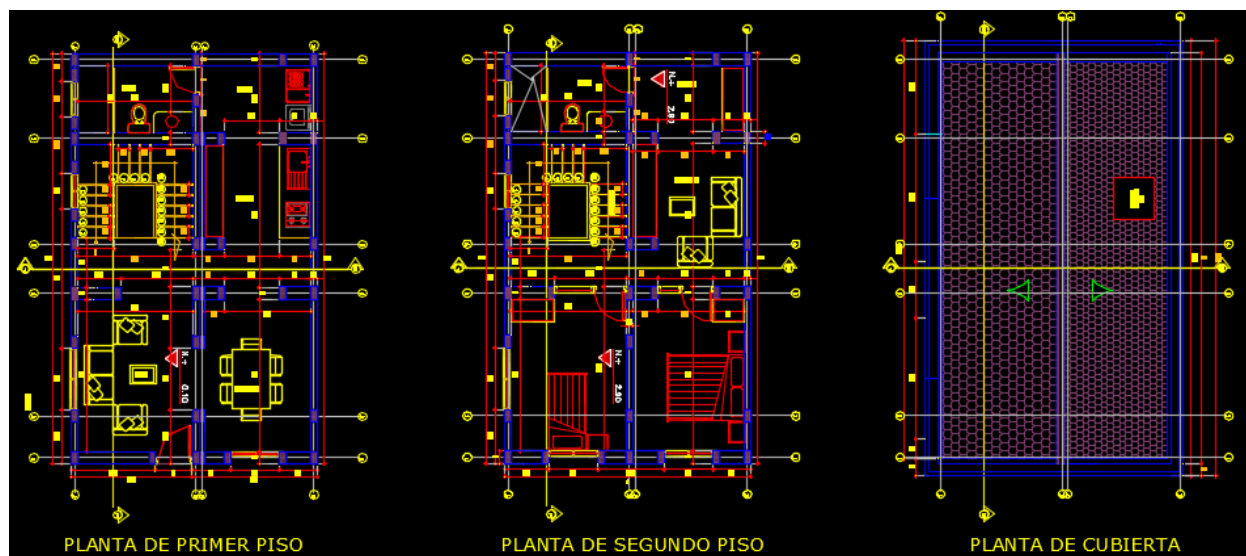


Figura 6. Diseño arquitectónico de vivienda de dos pisos, por Murillo F, 2011.

Este diseño fue trasladado al software Revit de Autodesk, para ubicar el componente estructural y obtener un mejor rendimiento en la estimación de materiales usados en el sistema Steel framing, el cual necesita un mayor detalle, que se puede obtener a través de esta herramienta BIM.

Diseño estructural: Título F de la NSR-10

El diseño estructural del sistema Steel framing se realiza con base al título F.4 del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, el cual se establece para estructuras de acero con perfiles de lámina formado en frío, que se adapta a la característica principal del sistema en mención, ya que se conforma por perfilería de este tipo con espesores delgados, que derivan de la fabricación en frío.

Materiales y elementos

Con base a catálogos descargados de empresas colombianas (Fanalca, Ternium, La campana, Acesco, etc.,) se seleccionaron dimensiones para las secciones de los perfiles en C y U empleados

en el sistema Steel framing, verificando el cumplimiento con lo establecido por la NSR-10 y la normativa permitida, en su fabricación. Con base a lo anterior, los materiales y elementos seleccionados son:

Estructurales (Acero):

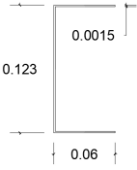
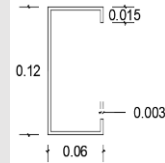
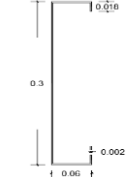
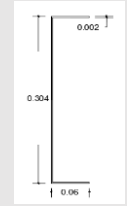
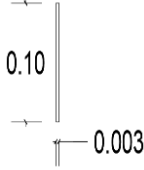
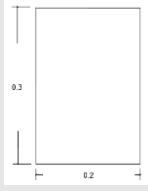
MATERIALES ESTRUCTURA				
NOMBRE	SECCIÓN	MEDIDAS	USO	ESPECIFICACIÓN
PGU 123X60X1.5		Alma: 123 mm Aleta: 60 mm Pestaña: No aplica Espesor: 1.5 mm	Solera (Inferior, superior, dintel, vano), cenefa entrepiso cubierta, cordon en cercha (Superior e inferior)	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
PGU 120X60X3		Alma: 120 mm Aleta: 60 mm Pestaña: 15 mm Espesor: 3 mm	Paral/Montante, Cripple (inferior, superior), Viga dintel, viga entrepiso cubierta, correa en cerchas, paral rigidizador de entrepiso	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
PGU 300X60X2		Alma: 300 mm Aleta: 60 mm Pestaña: 18 mm Espesor: 2 mm	Viga entrepiso	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
PGU 300X60X2		Alma: 304 mm Aleta: 60 mm Pestaña: No aplica Espesor: 2 mm	Cenefa entrepiso	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
FLEJE 100X3		Alma: 100 mm Aleta: No aplica Pestaña: No aplica Espesor: 3 mm	Rigidizador (Cruz de San andres)	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
CARTELA 300X200		Alto: 300 mm Aleta: No aplica Ancho: 200 mm Espesor: 3 mm	Platina conexión (Cruz de San andres)	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50

Tabla 2. Materiales empleados en la estructura del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

Respecto a la cimentación, se optó por una losa, la cual se compone de los siguientes materiales:

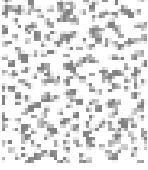
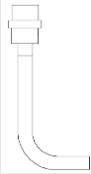
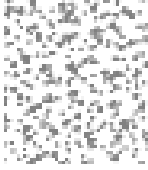
MATERIALES LOSA				
NOMBRE	IMAGEN	MEDIDAS	USO	ESPECIFICACIÓN
Concreto		Volumen: 18 m ³	Relleno de losa de cimentación	3000 PSI, con dosificación 1:2:3
Varillas de hierro		Longitud: 6 m	Refuerzo principal losa de cimentación (Superior e inferior)	19 Ø N. 4 @ 0.33
Varillas de hierro		Longitud: 10 m	Refuerzo secundario losa de cimentación (Superior e inferior)	49 Ø N. 3 @ 0.20
Perno de anclaje		Largo: 0.25 m	Conexión de anclaje de la estructura a la cimentación	Ø 24 mm, con gancho
Solado base		Espesor: 0.05 m	Base de la losa de cimentación	1420 PSI, con dosificación 1:4:8

Tabla 3. Materiales empleados en la losa de cimentación del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

Para la parte de conexiones de la estructura, se usan tornillos:

MATERIALES CONEXIONES ESTRUCTURALES			
NOMBRE	IMAGEN	USO	ESPECIFICACIÓN
Tornillo cabeza plana	 Por Jauregui, E, 2018	Conexión paral-solera, viga entrepiso cubierta-cenefa entrepiso cubierta	N.10 x 3/4"
Tornillo hexagonal	 Por Jauregui, E, 2018	Conexiones de carpetas no estructurales de montajes	N.12 x 1"
Tornillo cabeza plana	 Por Jauregui, E, 2018	Conexión cruz de san andres-cartela, conexión paral doble, conexión viga entrepiso doble	N.12 x 3/4"

Tabla 4. Materiales empleados en las conexiones del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

El sistema Steel framing es compuesto, además, por una serie de componentes no estructurales que se representan por un sistema de carpetas o láminas que cubren la estructura y dejan habitable la construcción, por lo cual sus materiales se tienen en cuenta para el presupuesto, y se dividen en:

- Componentes no estructurales que cubren los montajes (Muros formados por los perfiles), en los diferentes ejes del proyecto y pisos:

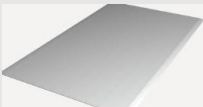
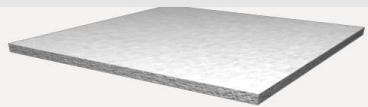
MATERIALES NO ESTRUCTURALES PARA EL CUBRIMIENTO DE MONTAJES			
NOMBRE	IMAGEN	USO	ESPECIFICACIÓN
Lana de vidrio / fibra de vidrio	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/39169/Frescasa-Eco-1859mt2-Sin-Papel-3-12Pg-1524x122mt/39169	Aislamiento térmico y acústico, que se ubica entre los perfiles que forman los montajes	Frescasa Eco 18.59mt2 Sin Papel 3-1/2Pg 15.24x1.22mt
Lámina de yeso-cartón	 Extraído de: http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0 1_0_0_0_0 0 RTC015 rt_altura_falso_techo:0 rtc_015:0_0_0_0_0_0_1_0_0_0_0_2_0	Revestimiento interior de los montajes	Placa de yeso laminado A / - 1200 / longitud / 12,5 / con los bordes longitudinales afinados.
Pintura para interior	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/265635/Pintura-Drywall-Blanco-5-Galones/265635	Revestimiento paneles de yeso-cartón (drywall)	Pintura para Interior Drywall Blanco 5 Galones
Placa OSB	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/132239/madera-osb-9-5mm-122x244cm-630k-m3	Revestimiento de montajes en la fachada	Madera Osb 9.5mm 122x244cm 630k/ m3
Membrana hidrófuga	 Extraído de: https://www.sodimac.cl/product/18686/75-m2-Membrana-hidrofuga-Soft-Tyvek/18686	Revestimiento de la placa OSB en fachada, que impide la entrada de humedad y posibilita un ambiente fresco	75 m2 Membrana hidrófuga Soft Tyvek
Membrana de poliestireno expandido	 Extraído de: http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=1 0_0_0_0 NAO020 nao_020:c17_0	Aislante que impide la reflexión del calor, y sirve como revestimiento de la membrana hidrófuga	Panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,35 m²K/W
Base coat - cemento plástico	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/86497/cemento-plastico-1-galon-44-kilos	Barrera contra la humedad, que sirve como revestimiento de la membrana hidrófuga	Cemento plástico 1 galón 4,4 kilos
Pintura para exterior	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/294379/Pintura-para-Exterior-Ultra-Blanco-1-Galon/294379	Revestimiento del cemento plástico	Pintura para Exterior Ultra Blanco 1 Galón

Tabla 5. Materiales no estructurales empleados en el cubrimiento de montajes del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

- Componentes no estructurales que cubren el entrepiso:

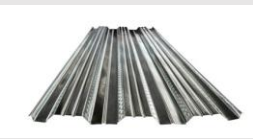
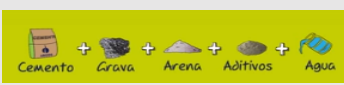
MATERIALES NO ESTRUCTURALES PARA EL ENTREPISO			
NOMBRE	IMAGEN	USO	ESPECIFICACIÓN
Lana de vidrio / fibra de vidrio	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/39169/Frescasa-Eco-1859mt2-Sin-Papel-3-12Pg-1524x122mt/39169	Aislamiento térmico y acústico, que se ubica entre los perfiles que forman el entrepiso de cubierta	Frescasa Eco 18.59mt2 Sin Papel 3-1/2Pg 15.24x1.22mt
Lámina metaldeck	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/87193/metaldeck-2-pulgadas-940x5600mm-calibre22-075mm	Sistema de entrepiso húmedo	Metaldeck 2 pulgadas 940x5600mm Calibre.22 0.75mmos.
Film de polietileno	 Extraído de: http://www.colombia.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Aislamientos_e_impermeabilizaciones/Geosinteticos/Laminas_separadoras/Lamina_separadora_de_polietileno.ht	Revestimiento de la lámina de metaldeck	Film de polietileno de 0,05 mm de espesor y 46 g/m ² de masa superficial.
Concreto de 3000 psi	 Extraído de: https://argos.co/Productos/Concreto	Se vierte sobre el film de polietileno	Dosificación 1:2:3
Malla electrosoldada	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/43266/malla-electrosoldada-medidas-6x235m-hueco-15x15cm-diametro-40mm-xx-084	Dispuesta sobre el film de polietileno	Malla Electrosoldada Medidas 6x2.35m Hueco 15x15cm Diametro 4.0mm (XX-084)
Lámina de yeso-cartón	 Extraído de: http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0 1_0_0_0_0 0 RTC015 rt_altura_falso_techo: 0 rtc_015: 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 2 0	Revestimiento inferior de los perfiles estructurales del entrepiso de cubierta (cielo raso segundo piso)	Placa de yeso laminado A / - 1200 / longitud / 12,5 / con los bordes longitudinales afinados.

Tabla 6. Materiales no estructurales empleados en el cubrimiento del entrepiso del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

- Componentes no estructurales que cubren el entrepiso de cubierta:

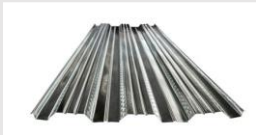
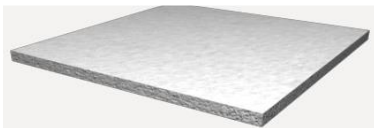
MATERIALES NO ESTRUCTURALES PARA EL ENTREPISO DE CUBIERTA			
NOMBRE	IMAGEN	USO	ESPECIFICACIÓN
Lana de vidrio / fibra de vidrio	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/39169/Frescasa-Eco-1859mt2-Sin-Papel-3-12Pg-1524x122mt/39169	Aislamiento térmico y acústico, que se ubica entre los perfiles que forman el entrepiso de cubierta	Frescasa Eco 18.59mt2 Sin Papel 3-1/2Pg 15.24x1.22mt
Lámina metaldeck	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/87193/metaldeck-2-pulgadas-940x5600mm-calibre22-075mm	Sistema de entrepiso húmedo	Metaldeck 2 pulgadas 940x5600mm Calibre.22 0.75mmos.
Membrana de poliestireno expandido	 Extraído de: http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=1 0_0_0 0 NAO020 nao_020:c17_0	Aislante que impide la reflexión del calor, y sirve como revestimiento de la membrana hidrófuga	Panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,35 m²K/W
Impermeabilizante	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/227025/Paraguas-1Gal-47kg-Ultra-Negro/227025	Impermeabilizante de cubierta, que se aplica sobre el poliestireno expandido	Paraguas 1Gal 4.7kg Ultra Negro
Tela asfáltica	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/275410/Manto-P3-Pro-10-M-x-1m-x-3mm/275410	Impermeabilizante de cubierta, capa final de acabado	Manto P3 Pro 10 M x 1m x 3mm
Lámina de yeso-cartón	 Extraído de: http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0 1_0_0_0_0 0 RTC015 rt_altura_falso_techo: 0 rtc_015: 0_0_0_0_0_0_1_0_0_0_0_0_2_0	Revestimiento inferior de los perfiles estructurales del entrepiso de cubierta (cielo raso segundo piso)	Placa de yeso laminado A / - 1200 / longitud / 12,5 / con los bordes longitudinales afinados.

Tabla 7. Materiales no estructurales empleados en el cubrimiento del entrepiso de cubierta del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

Por último, se hace aclaración de que los materiales empleados no son de obligatorio cumplimiento para usar el sistema Steel framing, sino que solo se emplearon como referencia en este proyecto, para obtener valores de presupuesto y según requerimientos de diseño.

Sistema estructural

El steel framing a pesar de tener un apartado en la norma sismo resistente colombiana NSR-10 con el cual se puede valorar la resistencia de sus elementos, a partir del título F.4, carece de una clasificación para efectuar un correcto diseño ante el riesgo sísmico, por lo cual el reglamento nos dirige a través de su inciso F.4.4.4 hacia la norma AISI S213 que es denominada “North American Standard for Cold-Formed Steel Framing”, donde al evaluar en su división el componente “lateral design” para obtener información sobre el coeficiente de capacidad de disipación de energía R , que le corresponde al sistema, se encuentran las siguientes tablas:

Type of Seismic Force Resisting System	R_d	R_o	Building Height (m) Limitations ¹				
			Cases Where $I_E F_a S_a(0.2)$				Cases Where $I_E F_v S_a(1.0)$
			< 0.2	≥ 0.2 to < 0.35	≥ 0.35 to ≤ 0.75	> 0.75	> 0.3
Shear Walls ²							
Screw connected shear walls: wood-based structural panel	2.5	1.7	20	20	20	20	20
Screw connected shear walls: wood based structural and gypsum panels in combination	1.5	1.7	20	20	20	20	20
Diagonal Strap Braced (Concentric) Walls ³							
Limited ductility braced wall ⁴	1.9	1.3	20	20	20	20	20
Conventional construction ⁵	1.2	1.3	15	15	NP	NP	NP
Other Cold-Formed Steel SFRS(s) Not Listed Above	1.0	1.0	15	15	NP	NP	NP

Figura 7. Diseño de coeficientes y factores para sistemas resistentes a la fuerza sísmica en Canadá, recuperado de AISI S213, por American Iron and Steel Institute Committee, 2007.

Basic Seismic Force-Resisting System ^b	Seismic Response Modification Coefficient, R	System Over-strength Factor, Ω_o ^c	Deflection Amplification Factor, C_d	Structural System Limitations and Building Height (ft) Limitations ^a				
				Seismic Design Category				
				A&B	C	D	E	F
A. BEARING WALL SYSTEMS								
Light-framed walls sheathed with wood structural panels rated for shear resistance or steel sheets	6 ½	3	4	NL	NL	65	65	65
Light-framed walls with shear panels of all other materials	2	2 ½	2	NL	NL	35	NP	NP
Light-framed wall systems using flat strap bracing	4	2	3 ½	NL	NL	65	65	65
B. BUILDING FRAME SYSTEMS								
Light-framed walls sheathed with wood structural panels rated for shear resistance or steel sheets	7	2 ½	4 ½	NL	NL	65	65	65
Light-framed walls with shear panels of all other materials	2 ½	2 ½	2 ½	NL	NL	35	NP	NP
H. STEEL SYSTEMS NOT SPECIFICALLY DETAILED FOR SEISMIC RESISTANCE, EXCLUDING CANTILEVER COLUMN SYSTEMS	3	3	3	NL	NL	NP	NP	NP

Figura 8. Resistencia al corte nominal (R_n) para cargas sísmicas y otras cargas en el plano para muros de corte en Estados Unidos y México, recuperado de AISI S213, por American Iron and Steel Institute Committee, 2007.

Donde es apreciable que la normativa AISI S213 difiere en cuanto al valor R que se debe aplicar para el sistema en cuestión, ya que maneja diferentes coeficientes a aplicar, según las zonas donde se evalúa la normativa, pero explica que Canadá toma un valor de 1 debido al no contar con una descripción completa del Steel framing y su comportamiento, por lo cual opta por un diseño conservador. De esta manera y puesto a no contar con una referencia clara respecto a que valor tomar para el coeficiente de capacidad de disipación de energía, se realiza una consulta al Manual de ingeniería Steel framing desarrollado por la asociación latinoamericana del acero Alacero con autoría del ingeniero Roberto G. Dannemann, el cual sirve como auxiliar al diseño en este sistema constructivo a profesionales latinoamericanos, que nos recomienda aplicar un R igual a 1, “sin

asumir respuestas dúctiles que requieran deformaciones plásticas de los componentes estructurales resistentes al sismo”, (Dannemann, R, 2005).

De lo anterior y teniendo en cuenta la última referencia, se opta por trabajar con el espectro de diseño elástico propuesto en la norma inicialmente, a través del cual se busca diseñar la estructura para resistir a sismos muy intensos durante su vida útil por medio de un diseño conservador, que incrementara los costos al implicar que todos los componentes tendrán que soportar la fuerza sísmica derivada del rango del espectro elástico, sin pasar al rango inelástico por medio de un valor mayor a 1 en el coeficiente R (ya que se diseñara con un $R=1$), que indicaría que la estructura podría disipar energía por su ductilidad, sobre resistencia y redundancia.

Predimensionamiento

Iniciando la etapa de diseño se procede a predimensionar la estructura de acuerdo con el sistema steel framing, con lo cual se asignan y proponen dimensiones de los diferentes componentes, buscando cumplir con el requisito de deriva y periodo exigido por el reglamento sismo resistente colombiano NSR-10, respecto al avalúo de cargas obtenido. De esta manera, las secciones propuestas para la estructura, en la etapa de predimensionamiento son:

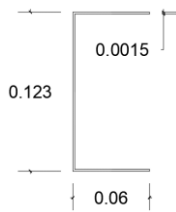
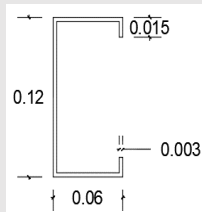
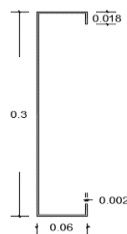
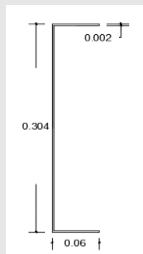
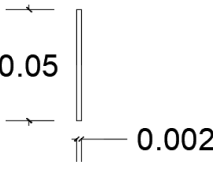
DIMENSIONES PREDIMENSIONAMIENTO				
NOMBRE	SECCIÓN	MEDIDAS	USO	ESPECIFICACIÓN
PGU 123X60X1.5		Alma: 123 mm Aleta: 60 mm Pestaña: No aplica Espesor: 1.5 mm	Solera (Inferior, superior, dintel, vano), cenefa entrepiso cubierta, cordon en cercha (Superior e inferior)	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
PGU 120X60X3		Alma: 120 mm Aleta: 60 mm Pestaña: 15 mm Espesor: 3 mm	Paral/Montante, Cripple (inferior, superior), Viga dintel, viga entrepiso cubierta, correa en cerchas, paral rigidizador de entrepiso	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
PGU 300X60X2		Alma: 300 mm Aleta: 60 mm Pestaña: 18 mm Espesor: 2 mm	Viga entrepiso	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
PGU 300X60X2		Alma: 304 mm Aleta: 60 mm Pestaña: No aplica Espesor: 2 mm	Cenefa entrepiso	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50
FLEJE 50X2		Alma: 50 mm Aleta: No aplica Pestaña: No aplica Espesor: 2 mm	Rigidizador (Cruz de San andres)	ASTM A653 Fy= 340 Mpa (50 Ksi) - Grado 50

Tabla 8. Secciones de la estructura en Steel framing propuestas en el predimensionamiento, por los autores, 2020.

Avaluó de cargas

Teniendo la referencia de las secciones a emplear y con base a la distribución de estas para cumplir lo dispuesto en el plano arquitectónico, se procede a evaluar las cargas a las que estará sometida la estructura con referencia al título B del reglamento NSR-10. De este modo, se evalúan las siguientes cargas:

CARGAS MUERTAS			
Cargas muertas	Valor	Und	Especificación
Placa OSB	0.07	kN/m ²	Placa OSB 2,44 m x 1,22 m x 9,5 mm
Acabados de piso	0.8	KN/m ²	Baldosa cerámica (20 mm) sobre 25 mm de mortero
Relleno de pisos	0.6	kN/m ²	Concreto ligero
Acabados de techo	0.102	KN/m ²	Tablero de yeso
Acabados de cubierta	0.800	KN/m ²	Teja de arcilla, incluyendo mortero
Perfiles estructurales	77.00	KN/m ³	Acero galvanizado calibre 50
Perfiles no estructurales	77.00	KN/m ³	Acero galvanizado calibre 50

Figura 9. Cargas muertas impuestas al sistema steel framing, según el título B.3 de la NSR-10, por los autores, 2020.

CARGAS VIVAS			
Cargas vivas	Valor	Und	Especificación
Carga viva de cubierta (Lr)	0.35	KN/m ²	Cubierta
Cuartos privados y sus corredores	1.8	KN/m ²	Residencial
Escaleras	3	KN/m ²	

Figura 10. Cargas vivas impuestas al sistema steel framing, según el título B.4 de la NSR-10, por los autores, 2020.

Con base a estas tablas y los siguientes datos, obtenidos a través del plano estructural en revit con las secciones dispuestas para el predimensionamiento, podemos finalizar nuestro avalúo de cargas en una tabla que nos permite cuantificar la fuerza sísmica por piso, como se muestra a continuación:

DATOS DEL PLANO		
Área losa	52.41	m ²
Área escalera	7.10	m ²
Altura entrepiso	0.304	m
Altura de cubierta	1.74	m
Altura libre de piso	2.4	m
Área canal vano	0.0004	m ²
Área cruz	0.0001	m ²
Área paral	0.0008	m ²
Área viga tipo C	0.0009	m ²
Área viga canal	0.0008	m ²
Peso perfiles estructurales Piso 1	17.77	kN
Peso perfiles no estructurales Piso 1	13.43	kN
Peso perfiles estructurales Piso 2	17.77	kN
Peso perfiles no estructurales Piso 2	14.11	kN
Peso perfiles de entrepiso	12.12	kN
Peso perfiles entrepiso cubierta	10.18	kN
Peso perfiles cubierta	12.00	kN

Figura 11. Datos de cargas y áreas según el plano, por los autores, 2020.

Nivel	Área Losa	Peso perfiles Estructurales	Peso Losa	PP
	m ²	KN	KN	KN
Cubierta				
Entrepiso cubierta	59.51		10.18	10.18
Piso 2		17.77 KN		17.77 KN
Entrepiso P2	52.41		12.12	12.12
Piso 1		17.77 KN		17.77 KN
Cimentación	59.51		71.41	71.41
ÁREA TOTAL	171.42			

Figura 12. Avalúo de peso propio por piso, por los autores, 2020.

Nivel	Área Losa	Peso acabados de piso	Peso relleno de piso	Peso Acabados de Techo	Peso acabados de cubierta	Peso placa OSB	Peso perfiles no estructurales	SD
	m ²	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN
Cubierta							12.00	12.00
Entrepiso cubierta	59.51	47.604756	35.703567	6.045804012	47.604756	3.969083313		140.93
Piso 2						16.29149257	14.11	30.40
Entrepiso P2	52.41	41.924568	31.443426	5.324420136		3.49549325		82.19
Piso 1						18.35508163	13.43	31.79
Cimentación	59.51	47.604756	35.703567	6.045804012		0		89.35
ÁREA TOTAL	171.42							

Figura 13. Avalúo de la carga muerta sobre impuesta por piso, por los autores, 2020.

Nivel	Área Losa	PP	SD	D= PP+ SD	CARGA VIVA	D+L
	m ²	KN	KN	KN	KN	KN
Cubierta			12.00	12.00		12.00
Entrepiso cubierta	59.51	10.18	140.93	151.10	20.827081	171.9307511
Piso 2		17.77 KN	30.40	48.17		48.17
Entrepiso P2	52.41	12.12	82.19	94.31	115.630983	209.9388904
Piso 1		17.77 KN	31.79	49.55		49.55
Cimentación	59.51	71.41	89.35	160.76	115.630983	276.392244
ÁREA TOTAL	171.42				TOTAL	767.98

Figura 14. Avalúo de la carga muerta y viva total de la vivienda por piso, por los autores, 2020.

Carga unitaria	4.48	kN/m²
-----------------------	-------------	-------------------------

Figura 15. Carga unitaria de la vivienda según avalúo de cargas, por los autores, 2020.

Para la obtención de la fuerza sísmica por piso de la vivienda se empezó por obtener la carga muerta de esta, y determinar la masa de piso como sigue:

- Cimentación: Carga muerta a nivel de cimentación + 0.5 * Carga muerta de piso 1
(Se divide en 9.8 el resultado para dejar en unidades de Ton)
- Entrepiso P2: Carga muerta a nivel de entrepiso P2 + 0.5 * Carga muerta de piso 1
+ 0.5 Carga muerta del piso 2 (Se divide en 9.8 el resultado para dejar en unidades de Ton)
- Entrepiso Cubierta: Carga muerta a nivel de entrepiso cubierta + 0.5 * Carga muerta de piso 2 + 0.5 Carga muerta de cubierta (Se divide en 9.8 el resultado para dejar en unidades de Ton)

Luego de esto y con los datos de las alturas de piso, se busca obtener el cortante basal **V_s**, según lo dispuesto en el A.4.3.1 de la NSR-10, que es igual a:

$$V_s = S_a * g * M$$

Donde se tiene que M al ser la masa total de piso, será la sumatoria de las masas de piso halladas anteriormente y g al ser la aceleración de la gravedad es un valor conocido, quedando por determinar el valor del S_a , que corresponde a la aceleración como fracción de la gravedad para el periodo aproximado T_a del espectro de diseño, por lo cual queda por obtener dicho espectro y el valor de T_a .

Según la siguiente gráfica obtenida de la NSR-10, el espectro de diseño requiere conocer variables como A_a , A_v , F_v , F_a e I , para poder determinar la gráfica correspondiente a la estructura:

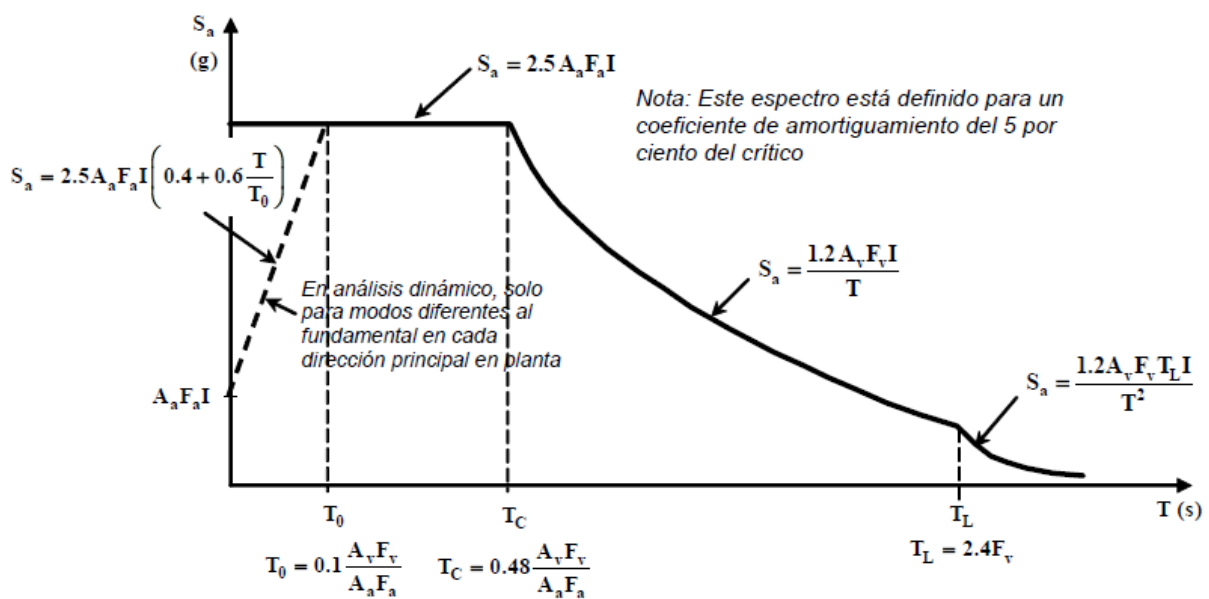


Figura 16. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g , por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.

Para los parámetros A_a y A_v que dependen de la localización del proyecto, siguiendo la referencia propuesta de la ciudad de Bogotá, tenemos los siguientes valores según la tabla A.2.3-2 de la NSR-10:

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

Figura 17. Valor de A_a y A_v para ciudades capitales de departamento, por reglamento colombiano de construcción sísmo resistente NSR 10, 2010.

Los parámetros de F_a y F_v , también se pueden determinar teniendo la información de la localización y el tipo de suelo correspondiente a esta, para lo cual se usa como referencia un suelo tipo D al no contar con un estudio de suelos de la ciudad y tener en cuenta igualmente, el alcance del proyecto, que ya con base a esto permite determinar los parámetros descritos anteriormente, a través de las tablas A.2.4 -3 y A.2.4 -4, por medio de una iteración lineal.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Figura 18. Valor del coeficiente Fa, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Figura 19. Valor del coeficiente Fv, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.

Por último, el coeficiente I presenta un valor según el grupo de uso, por lo cual al corresponder al de “estructuras de ocupación normal” este tiene un valor igual a la unidad. Ya con todos los datos reunidos, se puede determinar el espectro de diseño:

ESPECTRO DE DISEÑO	
Aa	0.15
Av	0.20
GRUPO DE USO	I
I	1.00
SUELO TIPO	D
Fa	1.50
Fv	2.00
To	0.18
Tc	0.85
T _L	4.8

Figura 20. Datos del espectro de diseño, por los autores, 2020.

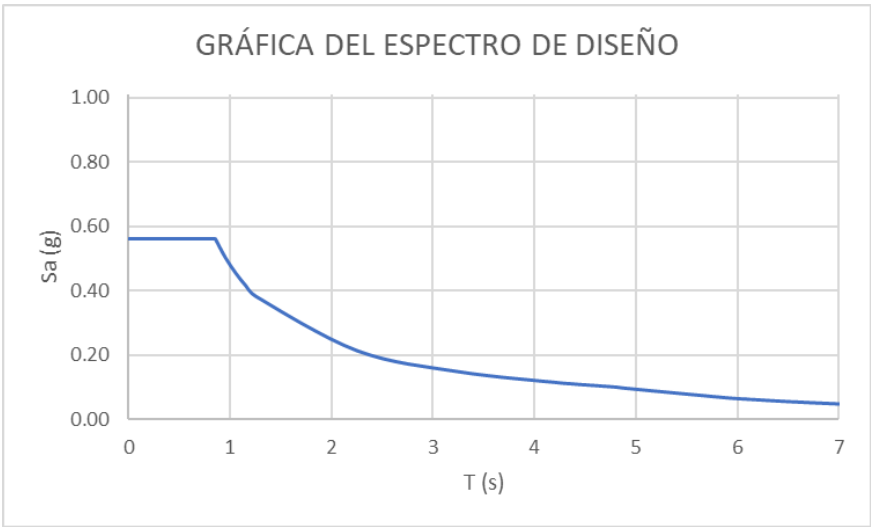


Figura 21. Gráfica del espectro de diseño para la vivienda de dos pisos en Steel framing, por los autores, 2020.

Para determinar el valor de S_a , debemos tener el valor del periodo, pero como el mismo en su fórmula depende de la misma fuerza sísmica de piso que aún no se ha obtenido, la norma permite usar un periodo aproximado para hallar el S_a que luego con el cálculo de derivas se verificara, el cual es igual a:

$$T_a = C_t * h^\alpha$$

Donde h corresponde a la altura total de la vivienda y los valores C_t y α , se encuentran en la tabla A.4.2-1 de la NSR-10, y dependen del sistema estructural, el cual como anteriormente se mencionaba no esta clasificado por el reglamento, por lo cual se elige la opción de pórticos de acero con diagonales excéntricas, para continuar con el proceso, pero dejando la inquietud de la falta de clasificación, para un diseño adecuado.

Sistema estructural de resistencia sísmica	C_t	α
Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.047	0.9
Pórticos resistentes a momentos de acero estructural que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.072	0.8
Pórticos amostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75
Todos los otros sistemas estructurales basados en muros de rigidez similar o mayor a la de muros de concreto o mampostería.	0.049	0.75
Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural, pueden emplearse los siguientes parámetros C_t y α , donde C_w se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Figura 22. Valores de los parámetros C_t y α para el cálculo del periodo aproximado T_a , por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.

Período Aproximado (A.4.2-1)	
C_t	0.073
h	5.22 m
α	0.75
T_a	0.25

Figura 23. Valor del periodo aproximado, por los autores, 2020.

Ta	0.25
Sa	0.56

Figura 24. Valor de la aceleración en fracción de la gravedad para el periodo aproximado de la estructura en Steel framing, por los autores, 2007.

M	52.03 Ton
g	9.81
Sa	0.56
Vs	287.11 KN

Figura 25. Valor del cortante basal de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020.

Teniendo el valor del cortante basal, y sabiendo que la fuerza sísmica es igual a:

$$F = V_s * C_{vx}$$

Se determina C_{vx} , de acuerdo con su fórmula que es igual a:

$$C_{vx} = (\text{Masa de piso} * \text{Altura de piso}^k) / (\sum (\text{Masa de piso} * \text{Altura de piso}^k))$$

Donde k para T menor o igual a 0.5 segundos, es igual a la unidad.

Ya con base a lo anterior, se puede determinar la fuerza sísmica de cada piso como se muestra a continuación, de manera resumida:

Nivel	Área Losa	D=PP+SD	mi	hp	hi	Cvx	Cvx total	Fuerza sísmica
	m ²	KN	Masa de piso	Altura de piso	Altura de piso (desde la base)	mi x (hi ^k)	Cvx	Fs
Cubierta		12.00						
Entrepiso cubierta	59.51	151.10	18.49 Ton	2.52 m	5.22 m	96.58	0.709724008	203.77 KN
Piso 2		48.17						
Entrepiso P2	52.41	94.31	14.61 Ton	2.70 m	2.70 m	39.50	0.290275992	83.34 KN
Piso 1		49.55						
Cimentación	59.51	160.76	18.93 Ton	0.00 m				
ÁREA TOTAL	171.42		52.03 Ton			136.09	1	287.11 KN

Figura 26. Fuerza sísmica de cada piso, por los autores, 2020.

Análisis sismo-resistente

Contando con los valores de la fuerza sísmica, se modela la estructura en el programa SAP 2000, cargando el sistema según el avalúo y ubicando las fuerzas en el centro de masas de los pisos, el cual debido a efectos de torsión accidental se debe mover en un 5% tanto para el eje x, como para el eje y.

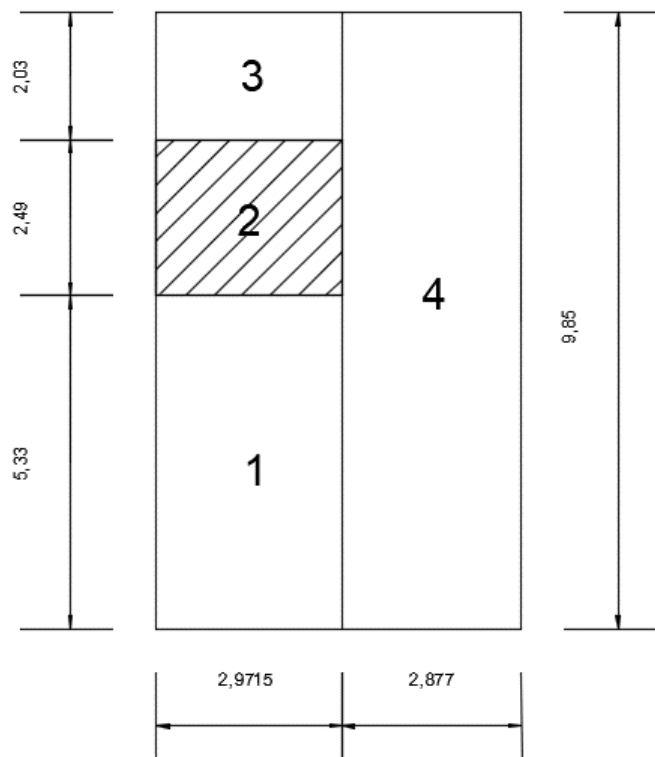


Figura 27. Cálculo del centro geométrico del entrepiso, por los autores, 2020.

CENTRO GEOMÉTRICO (ENTREPISO)					
FIGURA	A	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$A\bar{X}$	$A\bar{Y}$
1	15.838095	1.48575	2.665	23.53144965	42.20852318
2	-7.399035	1.48575	6.575	-10.99311625	-48.64865513
3	6.032145	1.48575	8.835	8.962259434	53.29400108
4	28.33845	4.41000	4.925	124.9725645	139.5668663
TOTAL	42.809655			146.4731573	186.4207354

Figura 28. Cálculo del centro geométrico del entrepiso, por los autores, 2020.

ENTREPISO		
Xc	3.4215	m
Yc	4.3546	m
Xc (SAP 2000)	3.25042	m
Yc (SAP 2000)	4.13691	m

Figura 29. Centro geométrico del entrepiso y el mismo teniendo en cuenta efectos de la torsión accidental, por los autores, 2020.

Para el modelado de la estructura en el sistema SAP 2000, fue necesario idealizar la misma para optimizar su análisis, por esto los perfiles dobles se representaron mediante secciones tubulares.

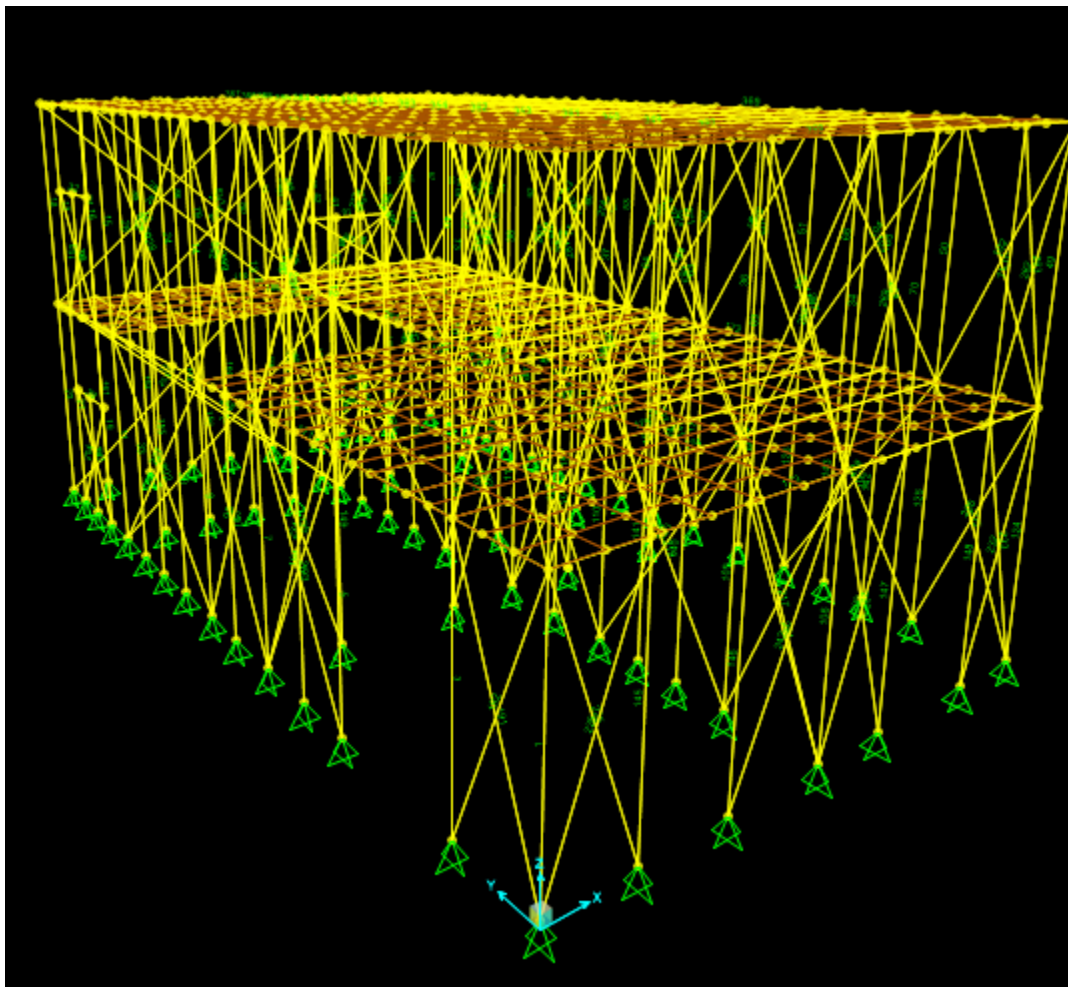


Figura 30. Modelamiento de la estructura en Steel framing en el programa SAP2000, por los autores, 2020.

Los perfiles se dibujaron y analizaron de manera pinada, ya que todos están conectados mediante tornillos, por lo cual corresponden a conexiones articuladas (no restringen momentos).

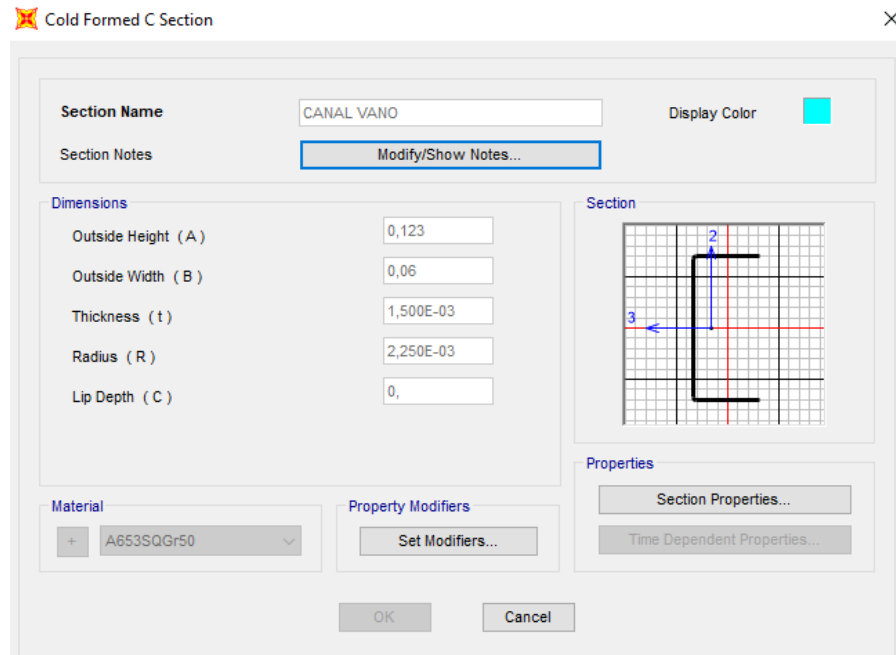


Figura 31. Secciones, por los autores, 2020.

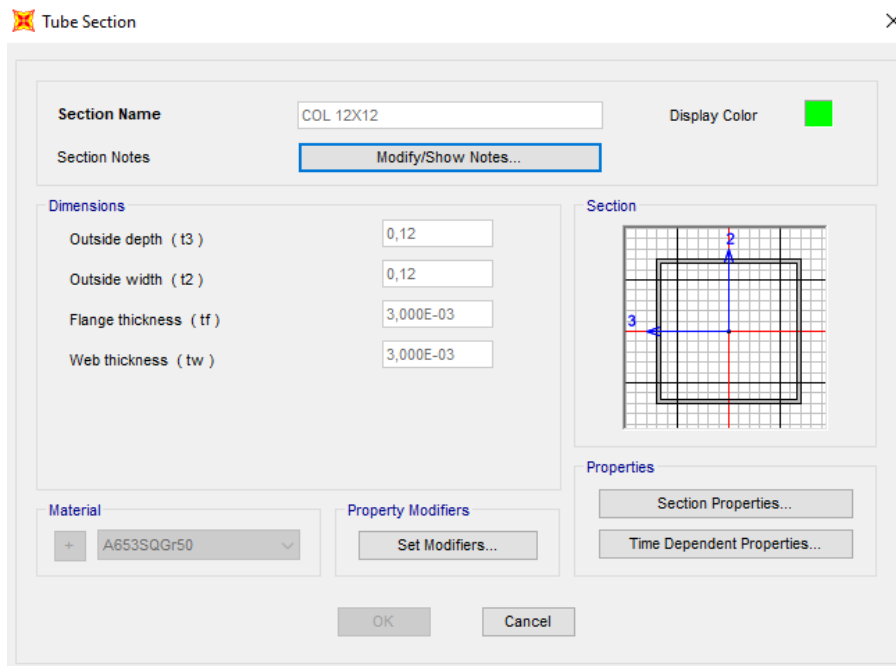


Figura 32. Secciones, por los autores, 2020.

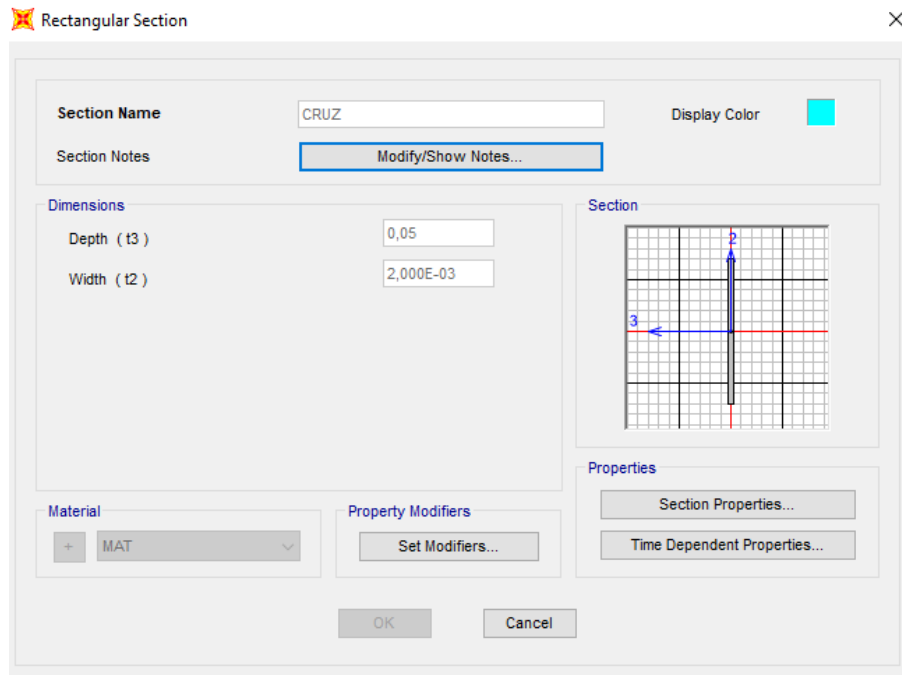


Figura 33. Secciones, por los autores, 2020.

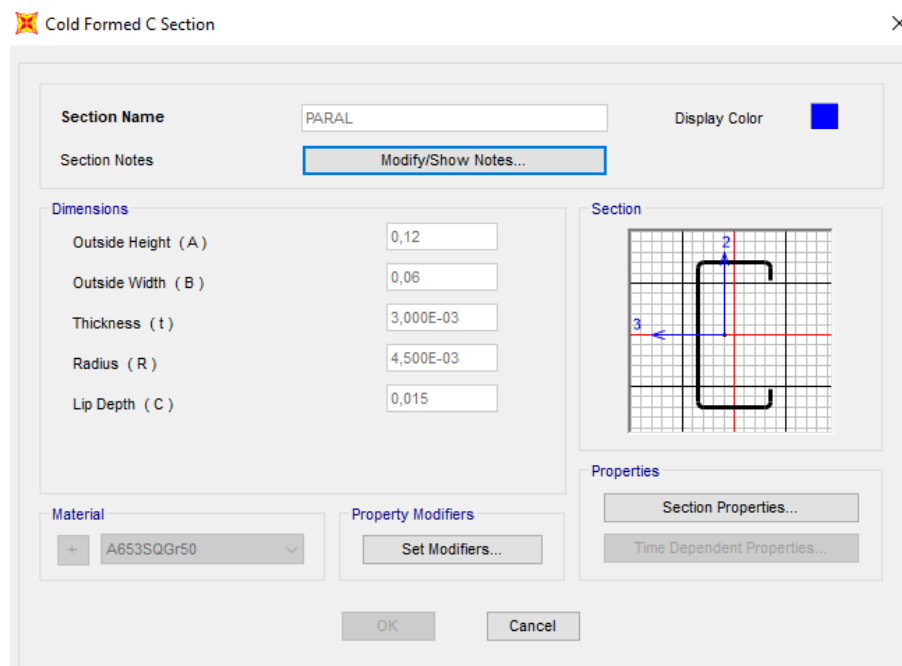


Figura 34. Secciones, por los autores, 2020.

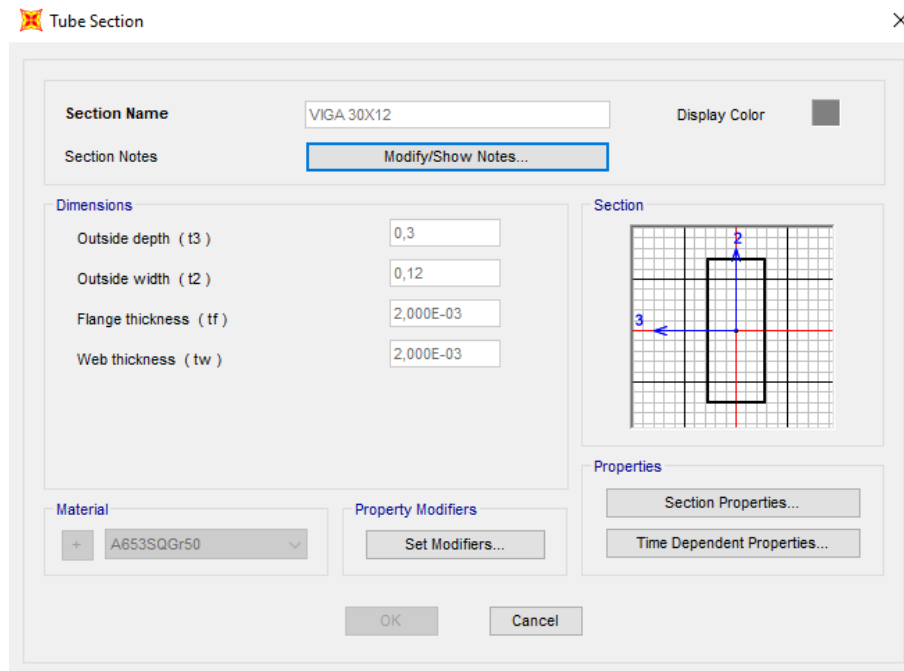


Figura 35. Secciones, por los autores, 2020.

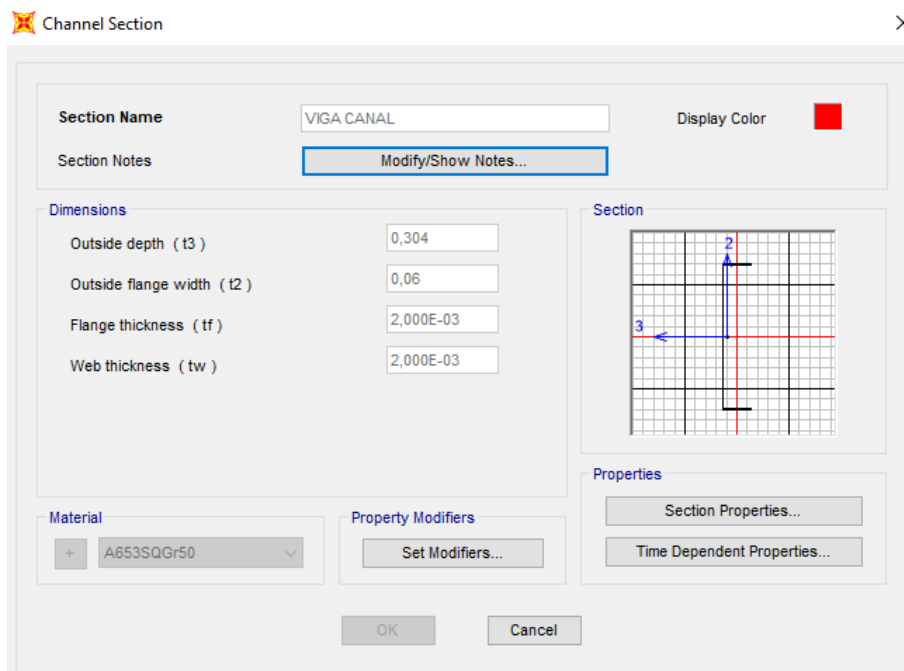


Figura 36. Secciones, por los autores, 2020.

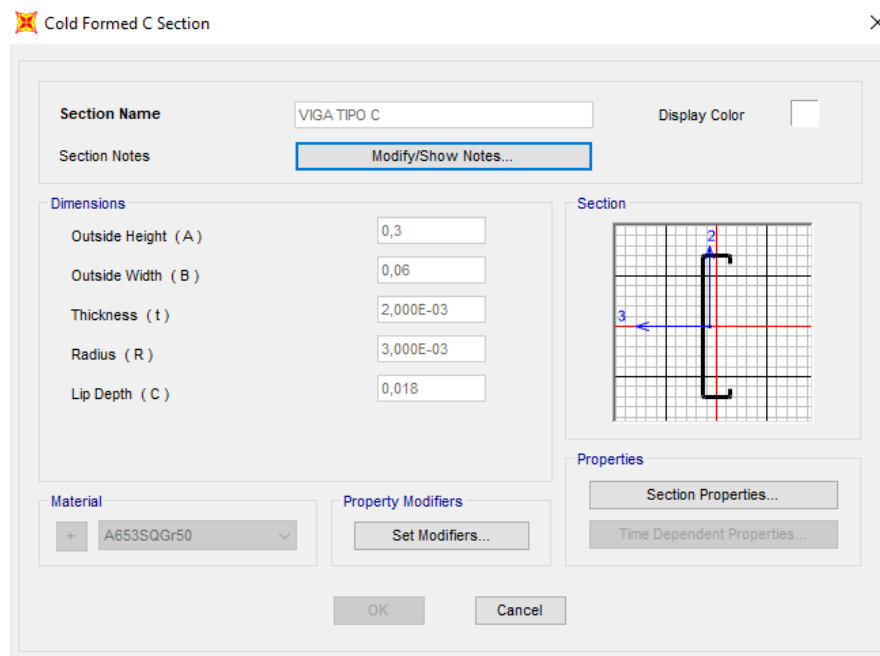


Figura 37. Secciones, por los autores, 2020.

Para las cruces de san Andrés las cuales trabajan a tracción, se establecieron límites de compresión nulos y además fue necesario hacer un análisis no lineal de los casos de carga, para que se obtuvieran datos de solo tracción en estos elementos.

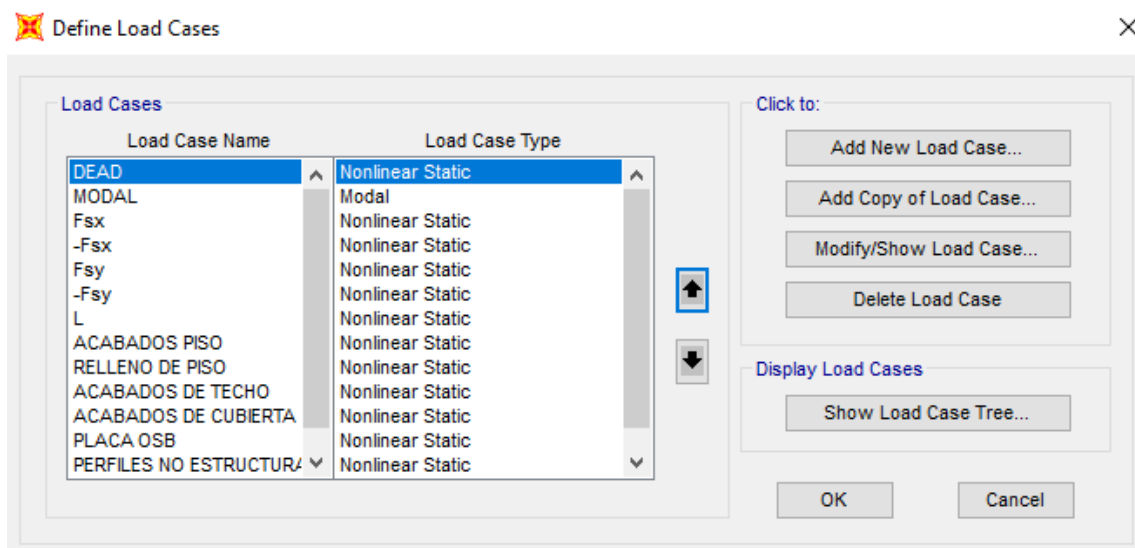


Figura 38. Casos de carga, por los autores, 2020.

Section Property	Value
Section Property	CRUZ
Property Modifiers	None
Material Overwrite	None
Releases End-I	T, M2, M3
Releases End-J	M2, M3
Partial Fixity Springs	None
Local Axes	Default
Insertion Point	Default
End Length Offsets	None
Min. Number Stations	3
Station at Elm Intersect	Yes
Station at Conc Loads	Yes
P-Delta Force	None
T/C Limits	
Tension Limit	None
Compression Limit	0
Nonlinear Hinges	None
Line Springs	None
Line Mass	None

Figura 39. Propiedades de la sección de la cruz de san Andrés, por los autores, 2020.

Los elementos tipo área para cargar los entrespisos, fueron analizados por la opción de membrana para que no aportaran rigidez al sistema.

Section Name: CUBIERTA

Section Notes: Modify/Show...

Type:

- ☐ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☒ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

- Membrane: 1,000E-03
- Bending: 1,000E-03

Material:

- Material Name: 3000Psi
- Material Angle: 0

Time Dependent Properties: Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters: Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers: Set Modifiers...

Temp Dependent Properties: Thermal Properties...

OK Cancel

Figura 40. Elementos de área, por los autores, 2020.

Shell Section Data

Section Name: LOSA

Section Notes: Modify/Show...

Display Color: [Red]

Type:

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

Membrane: 0,02

Bending: 0,02

Material:

Material Name: + 3000Psi

Material Angle: 0,

Time Dependent Properties:

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters:

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers:

Set Modifiers...

Temp Dependent Properties:

Thermal Properties...

OK Cancel

Figura 41. Elementos de área, por los autores, 2020.

Se usan combinaciones de diseño críticas, para determinar las derivas correspondientes al título B.2.3 de la norma NSR-10.

Load Combination Data

Load Combination Name: (User-Generated) COMBO FSX

Notes: Modify/Show Notes...

Load Combination Type: Linear Add

Options:

Convert to User Load Combo

Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results:

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
D	Combination	1,
Fsx	Nonlinear Static	0,75
L	Nonlinear Static	0,75
VIVA DE CUBIERTA	Nonlinear Static	0,75

Add

Modify

Delete

OK Cancel

Figura 42. Combinación de diseño en el sentido x para determinar derivas, por los autores, 2020.

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): **COMBO FSY**

Notes: **Modify/Show Notes...**

Load Combination Type: **Linear Add**

Options:

Convert to User Load Combo **Create Nonlinear Load Case from Load Combo**

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
D	Combination	1,
D	Combination	1,
Fsy	Nonlinear Static	0,75
L	Nonlinear Static	0,75
VIVA DE CUBIERTA	Nonlinear Static	0,75

Add **Modify** **Delete**

OK **Cancel**

Figura 43. Combinación de diseño en el sentido y para determinar derivas, por los autores, 2020.

Deriva

Siendo considerada la deriva como “el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación” (NSR 10, 2010). Para obtener las derivas, se corre el análisis de los combos mencionados anteriormente, seleccionando 5 puntos de control en el entrepiso del piso 2 y el entrepiso de cubierta, los cuales cumplen el requisito de estar en la misma línea vertical.

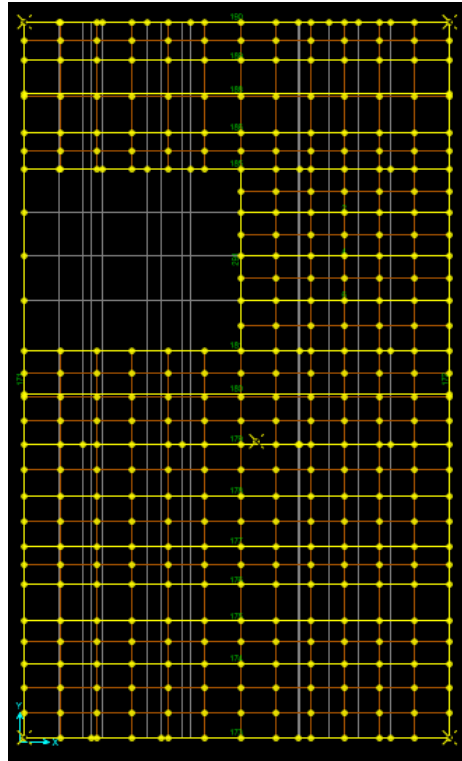


Figura 44. Puntos de control entrepiso piso 2, por los autores, 2020.

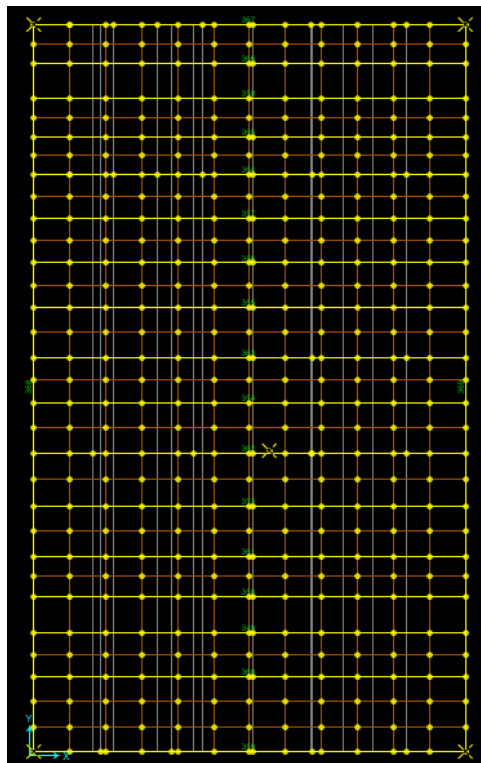


Figura 45. Puntos de control entrepiso cubierta, por los autores, 2020.

En el programa sap 2000 se descarga la tabla de los desplazamientos de los puntos y se procede a obtener las derivas, como sigue:

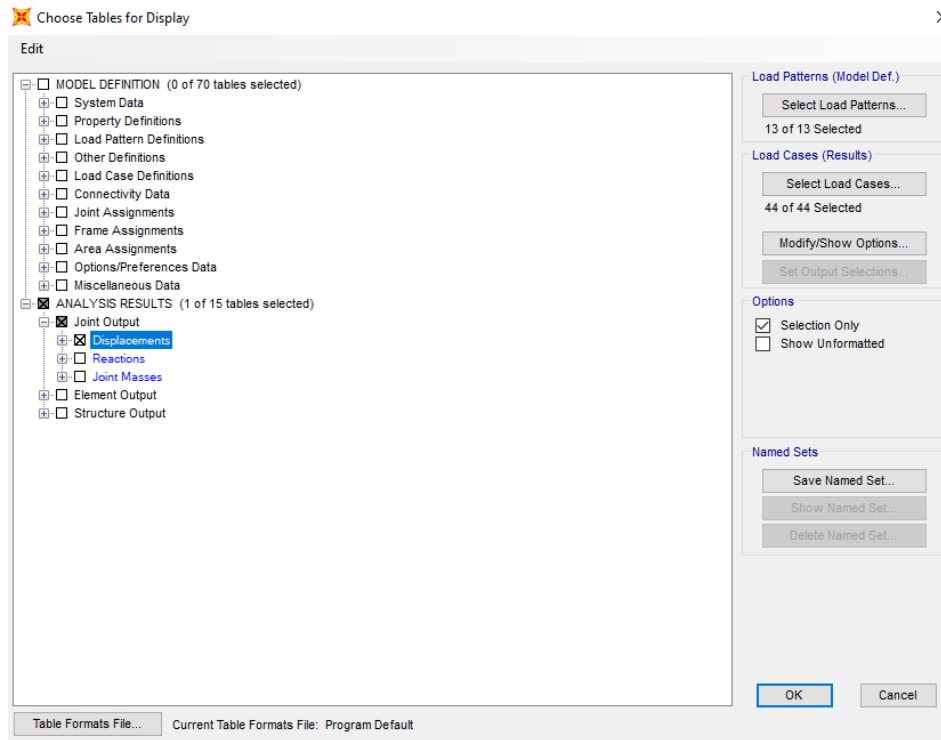


Figura 46. Tabla de desplazamiento de los puntos de control, por los autores, 2020.

Se obtiene el desplazamiento relativo entre los puntos, al restar el desplazamiento de cada punto en una misma línea vertical respecto al desplazamiento de su consecutivo, y para obtener finalmente la deriva entre estos, se divide su desplazamiento relativo entre la altura de piso donde se ubica el punto, ya que según la norma en la tabla Tabla A.6.4-1 estipula que el requisito para su cumplimiento, es que la misma sea como máximo el 1 % de la altura de piso para cada dirección de análisis por lo cual, se analiza el cumplimiento de deriva mediante el combo fsx para el eje x y mediante el combo fsy para el eje y, con lo cual se obtienen los siguientes resultados:

Z	Joint	Máx. de U1	h piso (m)	Deriva X	Limite 1 % H piso	Control X
5.1025						
	324	0.036728	2.5505	0.015772	0.025505	CUMPLE
	332	0.016091	2.5505	0.006908	0.025505	CUMPLE
	354	0.036728	2.5505	0.015772	0.025505	CUMPLE
	362	0.016091	2.5505	0.006908	0.025505	CUMPLE
	402	0.028186	2.5505	0.012103	0.025505	CUMPLE
2.552						
	2	0.020956	2.552	0.020956	0.02552	CUMPLE
	225	0.020956	2.552	0.020956	0.02552	CUMPLE
	241	0.009183	2.552	0.009183	0.02552	CUMPLE
	32	0.009183	2.552	0.009183	0.02552	CUMPLE
	401	0.016083	2.552	0.016083	0.02552	CUMPLE

Figura 47. Control de la deriva para la dirección x, por los autores, 2020.

Z	Joint	Máx. de U2	h piso (m)	Deriva Y	Limite 1 % H piso	Control Y
5.1025						
	324	0.015598	2.5505	0.006631	0.025505	CUMPLE
	332	0.015598	2.5505	0.006631	0.025505	CUMPLE
	354	0.014405	2.5505	0.00606	0.025505	CUMPLE
	362	0.014405	2.5505	0.00606	0.025505	CUMPLE
	402	0.014947	2.5505	0.006319	0.025505	CUMPLE
2.552						
	2	0.008967	2.552	0.008967	0.02552	CUMPLE
	225	0.008345	2.552	0.008345	0.02552	CUMPLE
	241	0.008345	2.552	0.008345	0.02552	CUMPLE
	32	0.008967	2.552	0.008967	0.02552	CUMPLE
	401	0.008628	2.552	0.008628	0.02552	CUMPLE

Figura 48. Control de la deriva para la dirección y, por los autores, 2020.

Con los resultados presentados anteriormente se pudo verificar el cumplimiento de la deriva para el desplazamiento horizontal en ambos ejes (x,y), lo cual indica que hasta el momento el predimensionamiento es correcto, haciendo falta el chequeo del periodo para aprobar las dimensiones propuestas de las secciones, a la etapa de diseño.

Periodo

El periodo fundamental de la estructura se puede calcular, con base a la ecuación:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \times \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (F_{ix} \delta_i)}}$$

Donde se cuenta con todos los valores de los parámetros presentes en la misma, ya que los desplazamientos se obtuvieron anteriormente, la fuerza sísmica también, y ya se contaba con los

valores de las masas de piso desde el avalúo de cargas, de esta manera se obtienen periodos fundamentales tanto para el eje X como para el eje Y, que deben satisfacer el requisito que expresa la norma en el inciso A.4.2.3, que expresa:

El valor de T obtenido al utilizar las ecuaciones A.4.2-1, A.4.2-3 o A.4.2-5 es un estimativo inicial razonable del periodo estructural para predecir las fuerzas a aplicar sobre la estructura con el fin de dimensionar su sistema de resistencia sísmica. Sin embargo, una vez dimensionada la estructura debe calcularse el valor ajustado de T mediante la aplicación de análisis modal o de la ecuación A.4.2-1 para compararlo con el estimado inicial; si el periodo de la estructura diseñada difiere en mas del 10% con el periodo estimado inicialmente, debe repetirse el proceso de análisis utilizando el ultimo periodo calculado como nuevo estimado, hasta que se converja en un resultado dentro de la tolerancia del 10% señalada.(NSR 10, 2010)

De esta manera, al estimar el periodo mediante la ecuación descrita anteriormente, se obtiene:

Nivel	mi	hi	Fuerza sísmica	U1	U2	mi * (U1)^2	mi * (U2)^2	FS*U1	FS*U2
	Masa de piso	Altura de piso (desde la base)	Fs	m	m				
Cubierta									
Entrepiso cubierta	16.52 Ton	5.10 m	178.22 KN	0.028186	0.014947	0.01312777	0.00369175	5.02335052	2.6638764
Piso 2									
Entrepiso P2	31.71 Ton	2.70 m	181.21 KN	0.016083	0.008628	0.00820341	0.00236092	2.91446819	1.56351623
Piso 1									
Cimentación	16.90 Ton								
						0.02133117	0.00605266	7.93781871	4.22739263

Figura 49. Procedimiento para el cálculo del periodo fundamental de la estructura, tanto en el eje x (Tx) como en el eje y (Ty), por los autores, 2020.

		Diferencia
Ta	0.25	
Tx	0.32571417	24%
Ty	0.23774797	-4%

Figura 50. Valores del periodo fundamental de la estructura tanto en el eje x (Tx) como en el eje y (Ty) y diferencia frente al estimado Ta para verificar cumplimiento de periodo, por los autores, 2020.

De acuerdo con los valores obtenidos, se puede estimar que el periodo en el eje y cumple el requisito de la norma mientras que para el eje x se hace necesario según lo dispuesto en la norma, tomar el T_x obtenido y volver a hacer el proceso de análisis para este valor. Sin embargo, al observar el espectro de diseño de la estructura si se toma este valor como el nuevo T_a , el S_a para este sigue siendo el mismo debido al rango elástico que maneja la estructura por ser una edificación de baja altura por lo cual, se da por verificado el periodo fundamental y se pasa a la etapa de diseño, con las dimensiones propuestas que se consideran cumplen el predimensionamiento, al obedecer los requisitos de deriva y periodo estipulados en el reglamento sismo resistente colombiano, NSR-10.

Diseño de elementos

Estructura

El diseño de los componentes de la estructura se basa en el análisis de estos, buscando que su capacidad sea mayor a las solicitaciones de carga axial, cortante y momento, para que los mismos sean capaces de resistir estas fuerzas sin sufrir daños, por lo cual las solicitaciones se obtienen a partir de combinaciones de carga mayoradas dispuestas en el título B.2.4, lo cual nos permite tener un mayor factor de seguridad frente a la resistencia de la estructura, la cual se evalúa mediante el título F.4.3 para todos los miembros por separado, ya que las conexiones son atornilladas.

De esta manera, primero se ingresan los combos de carga mayorados al programa SAP 2000 y se obtienen las fuerzas en los elementos (frames), a lo que posteriormente se procede a obtener los parámetros de resistencia mediante el título F.4.3, y en caso de no cumplir se aumentan las dimensiones de estas, hasta lograr el requisito con el cual finaliza la etapa de diseño que es (ϕV_n , ϕM_n , $\phi P_n > V_u$, M_u , P_u). En este caso, todas las secciones cumplieron menos la de la cruz de san

Andrés que tuvo que aumentarse en espesor y altura para cumplir los requisitos de diseño, donde a continuación, se muestran los resultados y se explica la determinación de la resistencia para cada sección evaluada, en el programa SAP 2000.

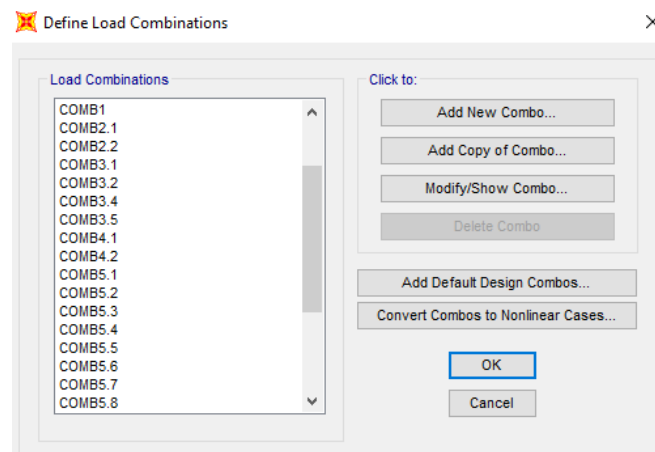


Figura 51. Combos de carga mayorada ingresados en el programa SAP2000, por los autores, 2020

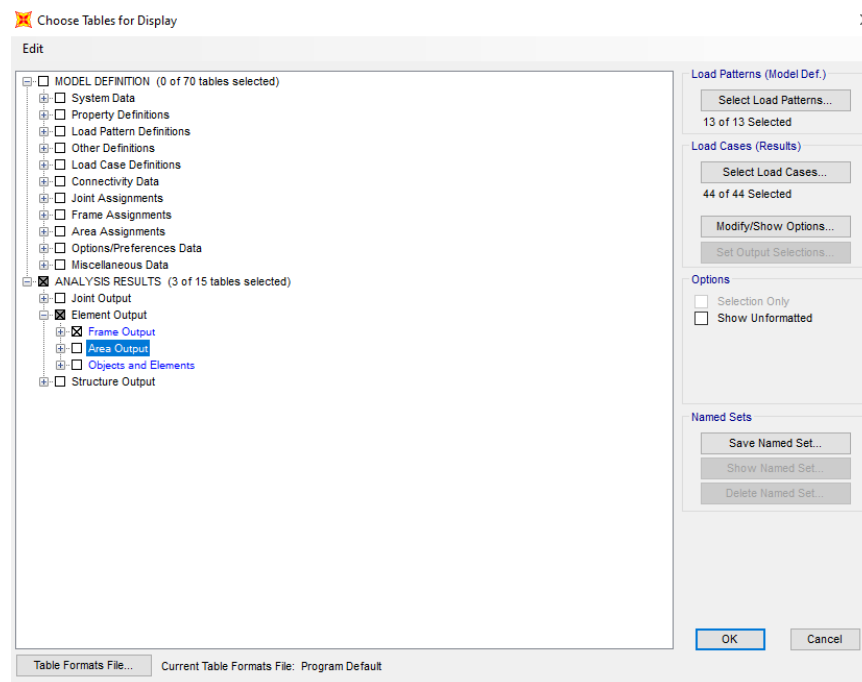


Figura 52. Tablas de solicitaciones ultimas o mayoradas de los elementos del sistema Steel framing dadas por el programa SAP2000, por los autores, 2020

Todas las secciones se evaluaron ante parámetros críticos de longitud (mayor longitud del perfil en la estructura), para optimizar el proceso del análisis resistente y comprobar el cumplimiento de todos los elementos. Con base a lo anterior, se analiza la resistencia para cada sección ante 4 parámetros, que son:

- **Tensión:**

La resistencia a tensión de los elementos se evalúa bajo los estados críticos de fluencia en la sección bruta y rotura en la sección neta, donde se selecciona el menor valor de T_n que presenta la sección ante estos casos, y se compara con el T_u del perfil, el cual corresponde a datos de carga axial P positiva de las fuerzas en los elementos dadas por el programa SAP2000, para verificar el diseño.

- Para el estado de fluencia en la sección bruta, se tiene que la resistencia estará dada, según el inciso f.4.3.2-1 de la NSR-10, por:

$$T_n = A_g * F_y$$

$$\phi_t = 0.90$$

Donde:

A_g = Área bruta de la sección transversal

F_y = Esfuerzo de fluencia de diseño

- Para el estado de rotura en la sección neta, se tiene que la resistencia estará dada, según el inciso f.4.3.2-2 de la NSR-10, por:

$$T_n = A_n * F_u$$

$$\phi_t = 0.75$$

Donde:

A_n =Área neta de la sección transversal

F_u =Esfuerzo de fluencia ultimo a tensión

En el anexo 4, se puede encontrar en detalle el cálculo de este parámetro.

La tabla de chequeo de diseño completa para tensión de todas las secciones, se puede encontrar en el anexo 1 de este documento, donde se muestran los resultados obtenidos de aplicar las fórmulas anteriores.

- **Momento:**

La resistencia a momento de los elementos se evalúa bajo parámetros de resistencia nominal y de los tipos de pandeo que se generan en los perfiles debido a la flexión los cuales se encuentran en la figura 82, donde la norma proporciona fórmulas para evaluar únicamente los de tipo distorsional y lateral torsional.

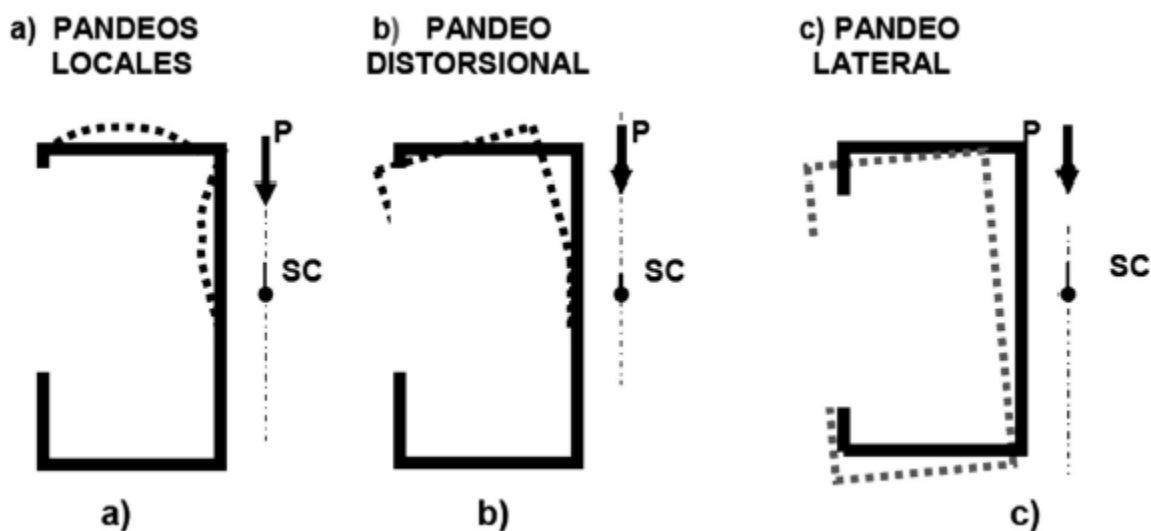


Figura 53. Pandeos en flexión, recuperado de manual de ingeniería Steel framing, por (Dannemann, R, 2005).

- Para la resistencia nominal a momento, según el inciso F.4.3.3.1.1 de la NSR-10, estará dada por:

$$M_n = S_e * F_y$$

$$\phi_b = 0.90$$

Donde:

S_e = Modulo elástico de la sección efectiva. (Relación entre la inercia y el centro de luz del perfil dependiendo el eje de referencia (I/c))

F_y = Esfuerzo de fluencia de diseño.

- Para la resistencia nominal al pandeo lateral torsional, según el inciso F.4.3.3.1.2 de la NSR-10, estará dada por:

$$\phi_b = 0.90$$

$$M_n = S_e * F_c$$

Donde F_c , se determina según tres casos posibles:

- $F_e \geq 2.78 F_y$. El miembro no está sujeto a pandeo lateral torsional y su resistencia a flexión será igual a la nominal.
- $2.78 F_y > F_e > 0.56 F_y$. Para este caso, $F_c = 10/9 * F_y * (1 - (10 * F_y / 36 * F_e))$
- $F_e \leq 0.56 F_y$. Para este caso $F_c = F_e$.

Además,

F_e = Esfuerzo critico elástico de pandeo lateral torsional.

Este esfuerzo F_e para secciones de simetría sencilla, doble y de punto como lo son las de los perfiles usados, según la ecuación F.4.3.3-10 de la NSR-10, será igual a:

$$F_e = \frac{C_b \pi^2 E I_x}{L^2} \sqrt{\sigma_{ey} \times \sigma_t}$$

Donde:

C_b = Depende el valor absoluto del momento en distintos segmentos del mismo, pero al no contar con estos datos debido a la gran cantidad de elementos, la norma da la posibilidad de tomarlo igual a la unidad, de manera conservadora.

$$r_o = \sqrt{(r_x)^2 + (r_y)^2 + (x_0)^2} \quad \text{Radio polar de giro.}$$

R_x, r_y = Radios de giro de la sección transversal alrededor de los ejes x,y, que corresponden a datos suministrados por SAP 2000, respectivamente R33 y R22.

X_o = Distancia desde el centro de cortante al centroide de la sección en el eje x, este valor se debe tomar negativo.

A = Área de la sección transversal completa, o también denominada área bruta A_g .

S_f = Modulo elástico de la sección completa. ($S_f = I_x / Y_{cg}$)

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 x E}{\left(\frac{K_y \times L_y}{r_y} \right)^2}$$

E = Modulo de elasticidad del acero, dato suministrado por el programa SAP2000, según el material seleccionado.

K_y = Factor de longitud efectiva para flexión alrededor del eje y, corresponde a la relación de la longitud efectiva de pandeo alrededor de este eje y su longitud no arriostrada, la norma NSR-10 indica que para flexión “se tomará igual a 1.0 para todos los miembros, excepto cuando a través de un análisis racional se pueda justificar un valor menor”.

L_y = Longitud no arriostrada alrededor del eje y. Se toma la longitud mas critica (Mayor valor) sin arriostrar que no restringe el movimiento en este eje.

$$\sigma_t = \frac{1}{A \times (r_o)^2} \times \left(G J + \left(\frac{\pi^2 \times E \times C_w}{(k_t L_t)^2} \right) \right)$$

G = Módulo de cortante, dato suministrado por el programa SAP 2000, según el material seleccionado.

J = Constante de torsión de Saint-Venant, la cual es dada por el programa SAP 2000 (TorsConst), como resultado de las propiedades geométricas de la sección transversal, de los perfiles.

C_w = Constante de alabeo de la sección transversal.

K_t = Factor de longitud efectiva para torsión, la cual se toma igual a la unidad.

L_t = Longitud no arriostrada para torsión. Se toma la más crítica (mayor valor de longitud sin arriostrar).

- Para la resistencia al pandeo distorsional, según el inciso F.4.3.3.1.4 de la NSR-10, estará dada por:

$$\phi_b = 0.90$$

Se tienen dos casos para hallar M_n , según el valor de λ_d :

- $\lambda_d \leq 0.673$, $M_n = M_y$.
- Para $\lambda_d > 0.673$, $M_n = (1 - 0.22 * \left(\frac{M_{crd}}{M_y}\right)^{0.5}) * \left(\frac{M_{crd}}{M_y}\right)^{0.5} * M_y$

Donde:

$$\lambda_d = (M_y / M_{crd})^{0.5}$$

$$M_y = S_f * F_y$$

S_f = Modulo elástico de la sección completa no reducida (I_{22}/X_{cg})

$$M_{crd} = S_f * F_d$$

S_f = Modulo elástico de la sección completa no reducida (I_{33}/Y_{cg})

F_d = Se determina con la ecuación F.4.3.3-33, teniendo en cuenta, que se cumplen los límites dimensionales.

$$F_d = \beta_x k_d \times \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)} \times \left(\frac{t}{b_o}\right)^2$$

B = Valor respecto al gradiente de momento, se toma igual a la unidad de manera conservadora.

$$K_d = 0.5 \leq 0.6 \times \left(\frac{b_o \times D \times \sin \theta}{h_o \times t}\right)^{0.7} \leq 8.0$$

b_o = Ancho de bordes extremos de la aleta.

h_o = Altura entre bordes extremos del alma.

μ = Relación de poisson, para el acero es igual a 0.3.

t = Espesor del metal base.

D = Dimensión entre bordes extremos de la pestaña.

θ = ángulo de la pestaña, igual a 89.8° (teniendo en cuenta tolerancias).

En el anexo 5, se puede encontrar en detalle el cálculo de este parámetro.

La tabla de chequeo de diseño completa para flexión de todas las secciones, se pueden encontrar en el anexo 1 de este documento, donde se muestran los resultados obtenidos de aplicar las fórmulas anteriores.

- **Cortante:**

La resistencia nominal a cortante estará dada según el inciso F.4.3.3.2 de la NSR-10, por:

$$V_n = A_w * F_v$$

$$\phi_v = 0.95$$

Donde:

A_w = Area del alma ($h*t$) o área de cortante, suministrada por el programa SAP2000 para cada eje como As_2 y As_3 .

Respecto a el valor de F_v , es calculable respecto a tres casos:

- $(h/t) \leq (E*k_v/F_y)^{0.5}$, $F_v = 0.6 * F_y$
- $(E*k_v/F_y)^{0.5} < (h/t) \leq 1.51 * (E*k_v/F_y)^{0.5}$, $F_v = \frac{0.6x\sqrt{E x K_v x F_y}}{\left(\frac{h}{t}\right)}$
- $(h/t) > 1.51 * (E*k_v/F_y)^{0.5}$, $F_v = \frac{0.904 \times E x k_v}{\left(\frac{h}{t}\right)^2}$

F_v = Esfuerzo nominal de corte

h = Altura de la porción plana del alma

t = Espesor del alma

K_v = Coeficiente de pandeo al corte, el cual se calcula según:

- Para almas no reforzadas, $K_v = 5.34$.

- $(a/h) \leq 1.0$, $K_v = 4.00 + \frac{5.34}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}$

- $(a/h) > 1.0$, $K_v = 5.34 + \frac{4.00}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}$

a = Distancia libre entre rigizadores transversales de elementos con alma reforzada.

En el anexo 6, se puede encontrar en detalle el cálculo de este parámetro.

La tabla de chequeo de diseño completa para cortante de todas las secciones, se pueden encontrar en el anexo 1 de este documento, donde se muestran los resultados obtenidos de aplicar las fórmulas anteriores.

- **Compresión:**

La resistencia a compresión de los elementos se evalúa bajo parámetros de resistencia nominal ante los tipos de pandeos generados por esta fuerza que se presentan en los perfiles, como se muestra en la figura 130, donde la norma proporciona fórmulas para evaluar en conjunto los casos de fluencia, pandeo flector, pandeo flexo-torsional y torsional, y por separado la resistencia a pandeo distorsional.

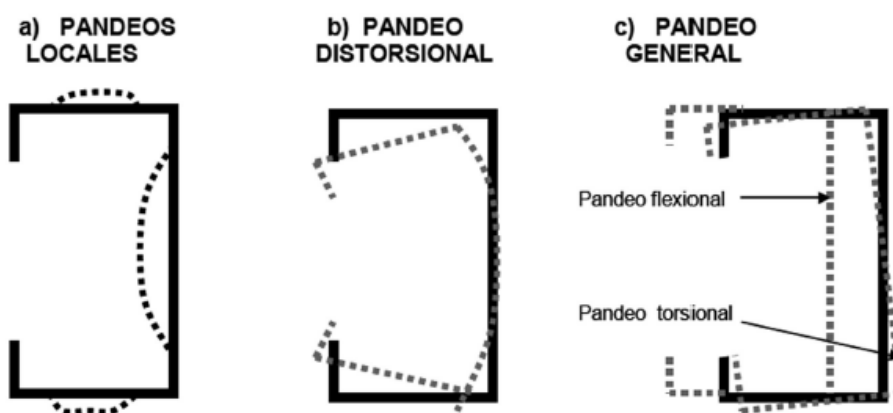


Figura 54. Pandeos en compresión, recuperado de manual de ingeniería Steel framing, por Dannemann, R, 2005.

- Para la resistencia nominal por fluencia, pandeo flector, pandeo flexo-torsional y torsional, según el inciso F.4.3.4.1 de la NSR-10, estará dada por:

$$P_n = A_e \cdot F_n$$

$$\phi_c = 0.85$$

A_e = Área efectiva de la sección calculada, según el título F.4.2.2.2(a).

F_n = Se determina según dos casos posibles:

- $\lambda_c \leq 1.5$, $F_n = (0.658^{\lambda_c^2}) \times f_y$
- $\lambda_c > 1.5$, $F_n = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) \times F_y$

Donde:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}}$$

F_e = Es el menor valor del esfuerzo de pandeo flector elastico, para los siguientes casos:

- Para secciones no sujetas a pandeo torsional o flexo-torsional (De simetria doble o cerradas):

$$F_e = \frac{\pi^2 E I}{\left(\frac{K \times L}{r} \right)^2}$$

K = Factor de longitud efectiva, igual a la unidad.

L = Longitud no arriostrada lateralmente del miembro, se toma la mas critica (mayor longitud sin arriostrar del elemento).

r = Radio de giro alrededor del eje de pandeo (R33)

F_e = F_e (sin pt)

- Para secciones sujetas a pandeo torsional o flexo-torsional (De simetria doble o sencilla):

$$\frac{1}{2\beta} \times \left[(\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta\sigma_{ex}\sigma_t} \right]$$

$$F_e =$$

$$\beta = (1 - X_o/r_o)$$

σ_t = Formula expuesta anteriormente.

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 x E}{\left(\frac{K_x \times L_x}{r_x} \right)^2}$$

K_x = Factor de longitud efectiva para flexión alrededor del eje x, igual a la unidad.

L_x = Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje x.

r_x = Radio de giro alrededor del eje x (R33)

F_e = F_e (con pt y ft)

- Para secciones sujetas a pandeo torsional o flexo-torsional (De simetría doble o sencilla), con una fórmula más conservadora:

$$F_e = \frac{\sigma_t \sigma_{ex}}{\sigma_t + \sigma_{ex}}$$

F_e = F_e (con pt y ft cons)

- Para la resistencia nominal al pandeo distorsional, según el inciso F.4.3.4.2 de la NSR-10, estará dada por:

$$\phi_c = 0.85$$

Donde el valor de P_n , se determinará según dos casos posibles:

- $\lambda_d \leq 0.561$, $P_n = P_y$
- $\lambda_d > 0.561$, $P_n = \left(1 - 0.25 \left(\frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0.6} \right) \left(\frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0.6} P_y$

$$\lambda_d = (P_y / P_{crd})^{0.5}$$

$$P_y = A_g * F_y$$

$$P_{crd} = A_g * F_d$$

A_g = Área bruta de la sección transversal.

F_d = Esfuerzo de pandeo distorsional elástico, calculado como sigue:

$$F_d = \alpha x k_d x \frac{\pi x E}{12 * (1 - \mu^2)} \times \left(\frac{t}{b_o} \right)^2$$

α =Valor que toma en cuenta el beneficio de longitud no arriostrada, tomado igual a la unidad de manera conservadora.

En el anexo 7, se puede encontrar en detalle el cálculo de este parámetro.

La tabla de chequeo de diseño completa para compresión de todas las secciones, se pueden encontrar en el anexo 1 de este documento, donde se muestran los resultados obtenidos de aplicar las fórmulas anteriores.

Conexiones

Se verifico el cumplimiento de cortante y carga axial de cada conexión atornillada, con base al título F.4.5.4 de la NSR-10, a continuación, se mostrarán las tablas de chequeos para cada una:

- Conexión paral-solera:



Figura 55. Detalle de la conexión paral-solera, por los autores, 2020.

CORTANTE		
d	0.0048	m
t2	0.003	m
t1	0.0015	m
t2/t1	2	
fu1	448159.26	kN/m2
fu2	448159.26	kN/m2
Pns1	21.43	kN
Pns2	8.71	kN
Pns3	17.42	kN
Pns	8.71	kN
e	0.015	m
t	0.0015	m
Pns	10.08	kN
Control	OK	
φ	0.5	
Pns	4.36	kN
# Tornillos	4.00	
Pnst	17.42	kN
Vu	4.006	kN
CONTROL	OK	

Figura 56. Chequeo a cortante de la conexión paral-solera, por los autores, 2020.

TENSIÓN		
tc	0.003	m
d	0.0048	m
fu2	448159.26	kN/m2
Pnot	5.49	kN
t1	0.0015	m
dw	0.012	m
dh	0.008	m
tw	0.0013	m
dw'	0.012	m
dw'	0.008	m
fu1	448159.26	kN/m2
Pnov	8.07	kN
Pts	5.49	KN
ϕ	0.5	
Pts	2.74	KN
# Tornillos	4.00	
Pnst	10.97	KN
Tu	0.955	kN
CONTROL	OK	

Figura 57. Chequeo a tensión de la conexión paral-solera, por los autores, 2020.

- Conexión tubular (para doble) - paral - solera:

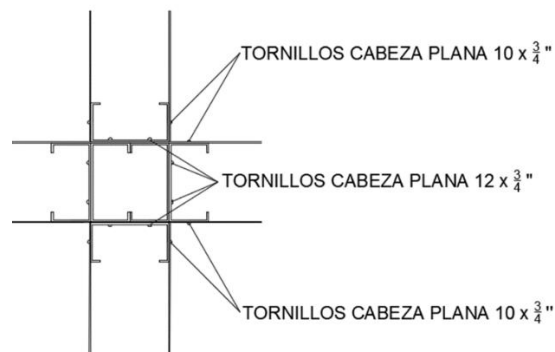


Figura 58. Detalle de la conexión tubular-paral-solera, por los autores, 2020.

CORTANTE		
d	0.0055	m
t2	0.0045	m
t1	0.003	m
t2/t1	1.5	
fu1	448159.26	kN/m2
fu2	448159.26	kN/m2
Pns1	42.14	kN
Pns1	19.97	kN
Pns1	29.95	kN
Pns	19.97	KN
e	0.018	m
t	0.003	m
Pns	24.20	kN
Control	OK	
ϕ	0.5	
Pns	9.98	KN
# Tornillos	12.00	
Pnst	119.79	KN
Vu	32.117	kN
CONTROL	OK	

Figura 59. Chequeo a cortante de la conexión tubular-paral-solera, por los autores, 2020.

TENSIÓN		
tc	0.0045	m
d	0.0055	m
fu2	448159.26	kN/m2
Pnot	9.43	kN
t1	0.003	m
dw	0.012	m
dh	0.008	m
tw	0.0013	m
dw'	0.012	m
dw'	0.008	m
fu1	448159.26	kN/m2
Pnov	16.13	kN
Pts	9.43	KN
ϕ	0.5	
Pts	4.71	KN
# Tornillos	12.00	
Pnst	56.57	KN
Tu	36.61	kN
CONTROL	OK	

Figura 60. Chequeo a tensión de la conexión tubular-paral-solera, por los autores, 2020.

- Conexión cruz - paral - solera:

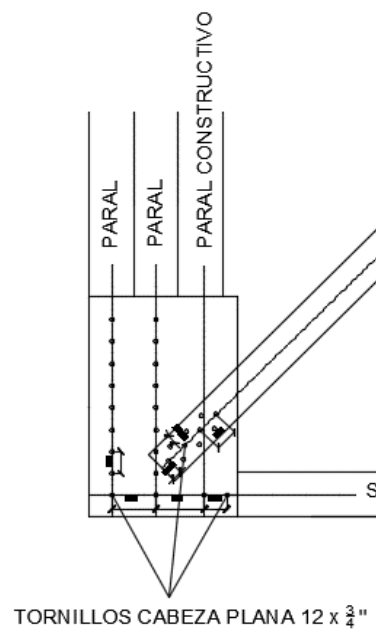


Figura 61. Detalle de la conexión cruz-paral-solera, por los autores, 2020.

ROTURA POR BLOQUE CORTANTE F.4.5.5.3		
fy	344737.89	KN/m2
fu	448159.26	KN/m2
Agv	0.00054	m2
Anv	0.0004475	m2
Ant	0.0003015	m2
Rn1	246.8150933	kN
Rn2	255.4507782	kN
ϕ	0.65	
Rn	160.4298106	KN
Vu	4.006	kN
Tu	79.991	kN
Control	OK	

Figura 62. Chequeo por rotura por bloque cortante de la conexión cruz-paral-solera, por los autores, 2020.

CORTANTE		
d	0.0055	m
t2	0.009	m
t1	0.003	m
t2/t1	3.00000	
fu1	448159.26	kN/m2
fu2	448159.26	kN/m2
Pns1	119.19	kN
Pns1	19.97	kN
Pns1	59.90	kN
Pns	19.97	KN
e	0.03	m
t	0.003	m
Pns	40.33	kN
Control	OK	
ϕ	0.5	
Pns	9.98	KN
# Tornillos	14.00	
Pnst	139.76	KN
Vu	108.279	kN
CONTROL	OK	

Figura 63. Chequeo a cortante de la conexión cruz-paral-solera, por los autores, 2020.

TENSIÓN		
tc	0.009	m
d	0.0055	m
fu2	448159.26	kN/m2
Pnot	18.86	kN
t1	0.003	m
dw	0.012	m
dh	0.008	m
tw	0.0013	m
dw'	0.012	m
dw'	0.008	m
fu1	448159.26	kN/m2
Pnov	16.13	kN
Pts	16.13	KN
ϕ	0.5	
Pts	8.07	KN
# Tornillos	14.00	
Pnst	112.94	KN
Tu	79.99	kN
CONTROL	OK	

Figura 64. Chequeo a tensión de la conexión cruz-paral-solera, por los autores, 2020.

- Conexión viga - canal - solera:

VIGA EN EJES CON DOBLE PARAL (TUBULAR)

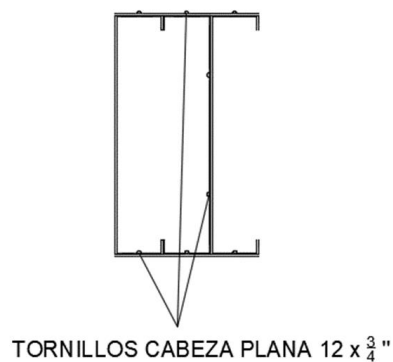


Figura 65. Detalle de la conexión viga-canal-solera, por los autores, 2020.

En este caso, se omite verificación de tornillos para cortante y tensión debido a los bajos valores actuantes (para las vigas de entrepiso) que para el número de tornillos en la sección (# 12) en casos evaluados anteriormente, se llegan a resistencias de 100 kN.

Además, se realizó el cálculo del rigidizador de apoyo de las vigas de entrepiso, según el título f.4.3.3.7.2, como sigue:

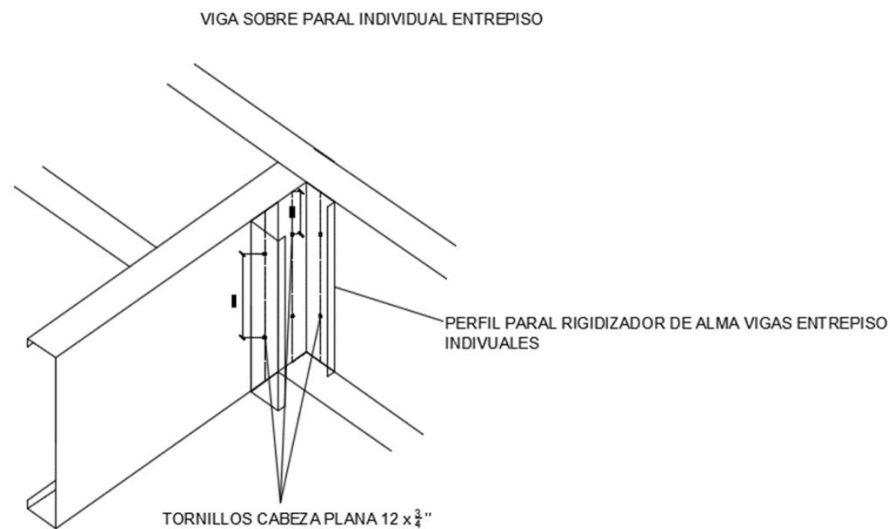


Figura 66. Detalle del rigidizador de apoyo para vigas individuales de entrepiso, por los autores, 2020.

DISEÑO RIGIDIZADOR DE APOYO EN MIEMBROS A FLEXIÓN F.4.3.3.7.2		
t	0.002	m
As	0.000702	m ²
Ae	0.000742	m ²
Fy	344737.89	kN/m ²
C	13	
Cr	0.32	
Θ	89.8	°
R	0.003	m
Cn	0.05	
N	0.12	m
Ch	0.04	
H	0.3	m
Pn	184.46	kN
Pwc	7.713980623	kN
Control	OK	
φ	0.9	
Pn	166.01	KN
Vu	18.534	KN
Control	OK	

Figura 67. Diseño del rigidizador de apoyo para vigas individuales de entrepiso, por los autores, 2020.

Por último, se verifico el cumplimiento y la totalidad de anclajes necesarios para anclar la cimentación a la estructura, según el título f.4.5.3 de la NSR-10, como se muestra:

F.4.5.3 - CONEXIÓN PERNADA		
APLICA		
Selección tipo (Si aplica):		
TABLA F.4.5.3-4 (NSR-10)		
CORTANTE		
F _{nv}	186000	kN/m ²
φ	0.65	
V _u	43.762	KN
#Tornillos tubular	10	
A _b	36.20	mm ²
d	6.79	mm
TENSIÓN		
F _{nt}	310000	kN/m ²
φ	0.75	
T _u	698.70	KN
#Tornillos tubular	7	
A _b	429.31	mm ²
d	23.38	mm
d	23.38	mm

Figura 68. Diseño de los anclajes de cimentación, por los autores, 2020.

El diámetro de 23.38 mm, es el que debe tener cada uno de los 10 pernos para anclar la estructura a la cimentación, resistiendo las fuerzas de tensión y corte críticos (mayores).

Losa de cimentación

La cimentación seleccionada para el sistema Steel framing corresponde a una losa de cimentación, para cual es necesario verificar sus medidas, a través de los esfuerzos máximos y mínimos, que puede sufrir ante la carga generada por las reacciones, de los elementos del sistema.

Siendo las fórmulas para el cálculo de los esfuerzos, iguales a:

$$\sigma_y = \frac{P}{L_x \times L_y} \times \left(1 \pm \left(\frac{6 \times e_y}{L_y} \right) \right)$$

$$\sigma_x = \frac{P}{L_x \times L_y} \times \left(1 \pm \left(\frac{6 \times ex}{L_x} \right) \right)$$

P= Carga axial total para la losa de cimentación, producto de las reacciones del sistema.

Lx= Longitud en x de la losa de cimentación.

Ly= Longitud en y de la losa de cimentación.

ex= Excentricidad de la losa de cimentación en el eje x, debida a la diferencia en posición del centro geométrico y de cargas para este eje.

$$ex = X_c - X_p$$

ey= Excentricidad de la losa de cimentación en el eje y, debida a la diferencia en posición del centro geométrico y de cargas para este eje.

$$ey = Y_c - Y_p$$

Xc, Yc= Coordenadas del centro geométrico de la losa.

Xp, Yp= Coordenadas del centro de cargas de la losa.

Con base a lo anterior, se halla el centro de cargas de la losa de cimentación, teniendo en cuenta, que el centro geométrico es de fácil obtención al ser una losa maciza de (6 mx10 m), con base a la fórmula:

$$x_p, y_p = \frac{(\sum F_3 x r)}{(\sum F_3)}$$

r= Distancia del eje de origen al eje de carga, ya sea en el eje x o y, según la ecuación.

$\sum F_3$ = Carga total de la losa de cimentación.

$$\sum F_3 x r = M_x, M_y$$

La tabla de cálculo del centro de cargas de la losa de cimentación se puede encontrar, en el anexo 8.

Xp	3.16698183 m
Yp	4.83721539 m

Figura 69. Centro de cargas para la losa de cimentación, por los autores, 2020.

Ya con los datos necesarios para ejecutar la ecuación, se obtienen los esfuerzos máximos y mínimos de la losa, generados por la excentricidad de esta, donde se debe cumplir que tanto como σ_{max} y el σ_{min} para cada eje, debe ser menor a la capacidad portante del suelo Q_a , que para este caso se verifico con un $Q_a = 98.07$ KPa, como valor de referencia.

DATOS PREDIMENSIONAMIENTO		
Xc	3	m
Yc	5	m
Xp	3.16698183	m
Yp	4.83721539	m
ex	0.16698183	
ey	0.162784607	
P	694.976	kN
Q_a	98.07	KN/m ²
A	7.08682	m ²
Lx	6	m
Ly	10	m
$\sigma_{x \max}$	13.5170727	CUMPLE
$\sigma_{x \min}$	9.64879393	CUMPLE
$\sigma_{y \max}$	0.1296499	CUMPLE
$\sigma_{y \min}$	0.1065774	CUMPLE

Figura 70. Control de esfuerzos máximos y mínimos para la losa de cimentación, por los autores, 2020.

Respecto al cálculo del refuerzo de la losa, se optó por diseñar mediante el método de elementos finitos (FEM), a través de datos suministrados por el programa SAP2000, para obtener valores de solicitaciones a momento y calcular con base a estas, el refuerzo necesario para que se cumpla el requisito de $\phi M_n > M_u$.

Teniendo en cuenta, las siguiente formula:

$$\phi M_n = \phi * \rho * b * d^2 * F_y * (1 - 0.59 * \rho * (F_y / F'_c))$$

F'_c = Esfuerzo de compresión del concreto.

ρ = Cuantía.

b = Ancho del elemento.

d = Diferencia entre la altura total del elemento y la altura del eje de fuerza desde la base.

Donde a partir de esta, proponiendo la cuantía mínima de 0,0018 (0,009 para refuerzo superior e inferior de la losa) y verificando el cumplimiento del requisito $\phi M_n > M_u$ con base a la cuantía seleccionada y la solicitación arrojada por el programa SAP2000, se determina finalmente el área de acero requerida a través, de la formula básica:

$$\rho = A_s / (b \cdot d)$$

A_s = Área de acero.

Ya con base a esto, solo se proponen refuerzos que cumplan con el área de acero requerida para cada dirección de análisis. Los resultados de ejecutar el proceso mediante el método FEM, fueron los siguientes:

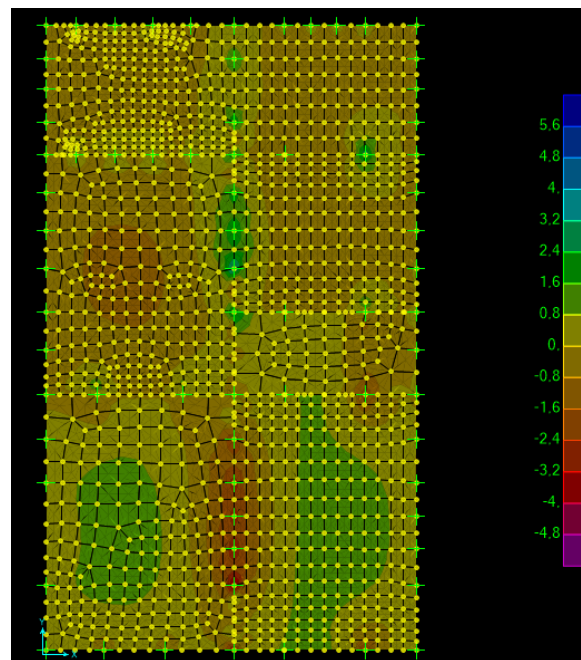


Figura 71. Momento M11 para obtención del refuerzo en la dirección x, por los autores, 2020.

REFUERZO DIRECCIÓN X		
Φ	0.9	
b	6	m
h	0.3	m
d'	0.04	m
d	0.26	m
Fy	485000	kPa
F'c	21000	kPa
Mu +	3.98	kN.m
Mu -	4.44	kN.m
ρ +	0.0009	
ρ -	0.0009	
Φ Mn +	157.39	kN
Φ Mn -	157.39	kN
Control M+	CUMPLE	
Control M-	CUMPLE	
As + req	0.001404	m ²
As - req	0.001404	m ²
As usada +	0.001900 # 4 c/0.4	
As usada -	0.001900 # 4 c/0.4	

Figura 72. Cálculo del refuerzo en la dirección x de la losa de cimentación, por el método de elementos finitos, por los autores, 2020.

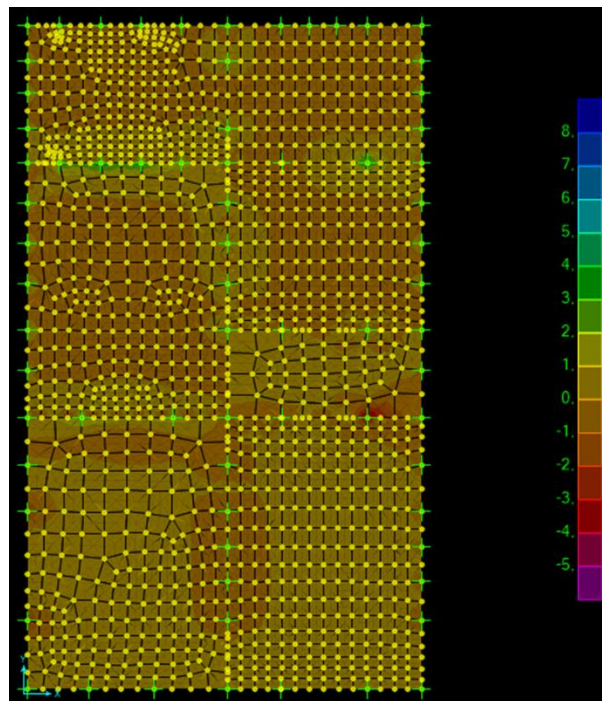


Figura 73. Momento M22 para obtención del refuerzo en la dirección y, por los autores, 2020.

REFUERZO DIRECCIÓN Y		
Φ	0.9	
b	10	m
h	0.3	m
d'	0.04	m
d	0.26	m
Fy	485000	kPa
F'c	21000	kPa
Mu +	1.32	kN.m
Mu -	4.32	kN.m
ρ +	0.0009	
ρ -	0.0009	
Φ Mn +	262.31	kN
Φ Mn -	262.31	kN
Control M+	CUMPLE	
Control M-	CUMPLE	
As + req	0.00234	m ²
As - req	0.00234	m ²
As usada +	0.00234 # 3 c/0.3	
As usada -	0.00234 # 3 c/0.3	

Figura 74. Cálculo del refuerzo en la dirección y de la losa de cimentación, por el método de elementos finitos, por los autores, 2020.

Planos, detalles y especificaciones constructivas

Se obtienen en total 21 planos de ubicación perfiles en planta, en vista isométrica y de montajes por ejes (ubicados por la referencia de los pares dobles), los cuales se encuentran en la sección de anexos (anexo 2).

Presupuesto de la estructura

Para realizar el presupuesto de la estructura, se inicia por determinar la lista de actividades que corresponden a la parte estructural del Steel framing, y obtener las cantidades de obra de estas.

CAPITULO	ITEM	ACTIVIDAD	UND
1		PRELIMINARES	GB
	1	Localización y replanteo	M2
2		CIMENTACIÓN	GB
	1	Excavación manual	M3
	2	Cargue y transporte de material excavado	M3
	3	Losa de cimentación	M3
	Básico	Hierro	KG
	Básico	Concreto de 3000 psi	M3
	Básico	Solado base de e= 0.05 m	M3
3		ESTRUCTURA	GB
	1	Montajes de perfiles de acero	M2
	2	Anclajes	UND
	3	Entrepiso	M2
	Básico	Concreto de 3000 PSI	M3
	4	Entrepiso de cubierta	M2

Figura 75. Actividades de la estructura del sistema Steel framing , por los autores, 2020.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	DIMENSIONES				FACTOR	PESO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
			LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA				
1	PRELIMINARES	GB								
1.1	Localización y replanteo	M2	10.15	6.15		62.4225				62.42
2	CIMENTACIÓN	GB								
2.1	Excavación manual	M3	10	6	0.35					21
2.2	Cargue y transporte de material excavado	M3	10	6	0.35		1.2			25.2
2.3	Losa de cimentación	M3	10	6	0.3					18
Básico	Hierro	KG								544.2
Básico	Concreto de 3000 psi	M3	10	6	0.3		1.1			19.8
Básico	Solado base de e= 0.05 m	M3	10	6	0.05		1.05			3.00
3	ESTRUCTURA	GB								
3.1	Montajes de perfiles de acero	M2								224.15
	Perfiles de acero G50 (Montajes)	KG								7186.39
3.2	Anclajes	UND							10	10
3.3	Entrepiso	M2	9.86	5.84		57.58				50.19
	Perfiles de acero G50 (Entrepiso)	KG								1263.46
Básico	Concreto de 3000 PSI	M3			0.04	50.19				2.01
3.4	Entrepiso de cubierta	M2	9.86	5.84		57.58				57.58
	Perfiles de acero G50 (Entrepiso cubierta)	KG								1050.137

Figura 76. Cantidades de obra de la estructura del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

Con base a lo anterior, se procede a realizar el análisis de precios unitarios APU para cada actividad, teniendo en cuenta los parámetros de materiales, herramienta y equipo, transportes y mano de obra, con referencias de precios unitarios investigados de empresas y entidades estatales.

Así mismo, se determina el factor prestacional de los empleados previstos para ejecutar correctamente la obra.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	PRECIO UNITARIO	PROVEEDOR
1	Celador	DIA	50865.00	INVIAS
2	Ayudante	DIA	48294.00	IDU
3	Oficial	DIA	69478.00	IDU
4	Maestro	MES	2633409.00	IDU
5	Director de obra	MES	3738000.00	IDU
6	Residente	MES	2155000.00	IDU
7	Topografo	DIA	152595.00	INVIAS
8	Madera Osb 9.5mm 122x244cm 630k/ m3	M2	14747.00	HOMCENTER
9	Lana de vidrio - fibra de vidrio -Frescas Eco 18.59mt2 Sin Papel 3-1/2Pg 15.24x1.22mt	M2	11286.00	HOMCENTER
10	Membrana hidrófuga, Tyvek-Homewrap	M2	2162.81	ENLACE
11	Panel rígido de poliestireno expandido de e= 0,02 m	M2	5973.62	ENLACE
12	Pintura exterior - Pintura para Exterior Ultra Blanco 1 Galón	GAL	73900.00	HOMCENTER
13	Cemento plástico - Base coat galon	GAL	41900.00	HOMCENTER
14	Pintura interior - Pintura Drywall Blanco 5 Galones	GAL	18780	HOMCENTER
15	Arena de río	M3	101150	IDU
16	Alambre negro para amarre	KG	5000	INVIAS
17	Triturado de 3/4 "	M3	54600	ACONSTRUCTORA
18	Lámina metaldeck, espesor 0.75 mm 940x5600mm Calibre.22 0.75mm	M2	43825.99	HOMCENTER
19	Malla electrosoldada XX-084	M2	4886.52	HOMCENTER
20	Baño portátil	MES	333200	IDU
21	Platina de acero	KG	2093	IDU
22	Perfiles G50	KG	2451	IDU
23	Tornillo	UND	90	HOMCENTER
24	Perno de anclaje	KG	9271	IDU
25	Varilla N. 3	KG	2715	HOMCENTER
26	Varilla N.4	KG	2819	HOMCENTER
27	Equipo de topografía	DIA	117000	IDU
28	Mezcladora a gasolina 1.5 bultos - incluye combustible	DIA	31802	IDU
29	Hilo nylon 3 mm	ML	266	IDU
30	Formaleta para concreto, madera - estructuras enterradas 1 uso	M2	21983	IDU
31	Puntilla con Cabeza 2pg 500g	G	6200	HOMCENTER
32	Pintura de esmalte	GAL	40099	IDU
33	Transporte de material de excavación	M3-KM	1260.70	INVIAS
34	Cemento	KG	601.65	INVIAS
35	Agua	LT	83	INVIAS
36	Agente desencofrante	KG	9455	IDU
37	Vibrador de concreto tipo pulidora	DIA	16227	IDU
38	Film de polietileno	M2	608.72	ENLACE
39	Placa yeso carton 1/2 Pulgada (Drywall)	M2	8589.85	ENLACE
40	Atornillador 570w 5300rpm DeWalt	DIA	12900	HOMCENTER
41	Cortadora de metal	DIA	9000	ENLACE
42	Pinza de presión	DIA	159.2	BELLTEC
43	SIERRA CIRCULAR CORTE METAL ION DE LITIO DEWALT 20V. MAX	DIA	9000	BELLTEC
44	Taladro Dewalt Rotomartillo Demoledor Perforador 1 plg1 200w	DIA	14900	HOMCENTER
45	Campamento (Incluyendo servicios provisionales)	MES	717360	IDU
46	Impermeabilizante	KG	15085	HOMCENTER
47	Tela asfáltica	M2	24290	HOMCENTER

Figura 77. Investigación de precios unitarios para el presupuesto de la estructura del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

FACTOR PRESTACIONAL	
CARGO DEL TRABAJADOR	DIRECTOR DE OBRA
SALARIO BASE	\$ 3,738,000
AUX. DE TRANSPORTE	\$ -
SALUD (8,5%)	\$ 317,730
PENSIÓN (12%)	\$ 448,560
ARL (6,96%)	\$ 260,165
PRIMA DE SERVICIOS (8,33% DEV)	\$ 311,375
CESANTIAS (8,33% DEV)	\$ 311,375
INT. SOBRE CESANTIAS (1%)	\$ 3,114
VACACIONES (4,17%)	\$ 155,875
ICBF (3%)	\$ 112,140
SENA (2%)	\$ 74,760
CAJA DE COMPENSACIÓN (4%)	\$ 149,520
FONDO DE SOLIDARIDAD (1%)	\$ 37,380
RECARGO NOCTURNO (9 PM - 6 AM) (35%)	\$ -
EXAMENES MED. DE INGRESO	\$ 50,000
FACTOR POR PRESTACIONES	0.60
FACTOR POR DIAS NO TRABAJADOS	0.26
FACTOR DE RECARGO PRESTACIONAL TOTAL	1.86

Figura 78. Cálculo del factor prestacional para el presupuesto de la estructura del sistema Steel framing , por los autores, 2020.

FACTOR PRESTACIONAL SELECCIONADO	
DIRECTOR DE OBRA	1.86
AYUDANTE	1.95
OFICIAL	1.86
VIGILANTE	2.50
RESIDENTE	1.86
MAESTRO	1.86
TOPOGRAFO	1.86

Figura 79. Factor prestacional para el presupuesto de la estructura del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

Los APU de las actividades para ejecutar la estructura en Steel framing, se pueden encontrar en el anexo 4.

Siguiendo con el proceso se determina el factor A del AIU (administración, imprevistos y utilidades), teniendo en cuenta, los gastos no operacionales en los que podría incurrir la ejecución de la obra en Steel framing, para los demás parámetros del AIU, se fija un porcentaje específico.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA							
GASTOS ADMINISTRATIVOS							
12	4	2020	PROYECTO:		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL		
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN:		BOGOTÁ D.C		
FECHA			DIRECTOR:		ING. GABRIEL SILVA		
PROPONENTE			JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL		
CÓDIGO			2181742		2180696		
PERSONAL TÉCNICO Y PROFESIONAL							
ITEM	CARGO	DEDICACION	SALARIO	FP	VALOR MENSUAL	DURACION(MES)	VALOR TOTAL
1	DIRECTOR DE OBRA	40%	\$ 3,738,000	1.86	\$ 2,781,256	1.50	\$ 4,171,883
2	RESIDENTE	50%	\$ 2,155,000	1.86	\$ 2,004,095	1.50	\$ 3,006,142
3	MAESTRO	50%	\$ 2,633,409	1.86	\$ 2,443,453	1.50	\$ 3,665,179
4	VIGILANTE	40%	\$ 1,525,950	2.50	\$ 1,525,345	1.50	\$ 2,288,017
SUB TOTAL							\$ 13,131,222
GASTOS OPERACIONALES							
ITEM	CONCEPTO	VALOR MENSUAL	DURACION (MES)	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES		
1	Baño portátil	\$ 333,200	1.50	\$ 499,800	Alquiler		
2	Campamento	\$ 717,360	1.50	\$ 1,076,040	Alquiler campamento incluyendo servicios públicos provisionales		
3	Papelera	\$ 30,000	1.50	\$ 45,000	Ploteos, informes		
SUB TOTAL				\$ 1,620,840			
POLIZAS							
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR BASE LIQUIDACIÓN	% COBERTURA SEGURO	VIGENCIA (MES)	TASA	VALOR TOTAL	
1	Cumplimiento de contrato	\$ 102,050,939	10%	3	1%	\$ 30,360	
2	Buen manejo del anticipo	\$ 102,050,939	25%	3	1%	\$ 75,900	
3	Pago de salarios Prestaciones sociales e indemnizaciones	\$ 102,050,939	5%	38	1%	\$ 192,281	
4	Estabilidad de obra	\$ 102,050,939	50%	60	1%	\$ 3,036,015	
5	Responsabilidad civil extracontractual	\$ 102,050,939	5%	3	1%	\$ 15,180	
SUB TOTAL						\$ 3,349,737	
TOTAL					\$ 18,101,799		

Figura 80. Cálculo de los gastos administrativos de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020.

Por último, se determina el valor total de la obra que corresponde a la suma de los costos directos (los valores de cada actividad, determinados mediante el APU y las cantidades de obra) y los costos indirectos (productos de la administración, gastos no operacionales, cargo por utilidad, porcentaje de IVA de la utilidad, e imprevistos) excluyendo el valor de la escalera, redes hidrosanitarias, eléctricas, de gas, y acabados. De esta manera, el presupuesto para realizar la estructura de la vivienda de dos pisos, en el sistema Steel framing es:

 UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA										
PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO										
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)						
DD	MM	AA	LOCALIZACION:	BOGOTÁ D.C						
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA						
PROPONENTE			JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO				NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL			
CÓDIGO			2181742				2180696			
CAPITULO	ITEM	ACTIVIDAD		UND	CANTIDAD		VALOR UNITARIO		VALOR TOTAL	
1		PRELIMINARES		GB			\$		255,729.68	
	1	Localización y replanteo		M2	62.42	\$	4,097	\$	255,729.68	
2		CIMENTACIÓN		GB			\$		16,838,555.18	
	1	Excavación manual		M3	21.00	\$	87,457	\$	1,836,601.23	
	2	Cargue y transporte de material excavado		M3	25.20	\$	53,166	\$	1,339,779.66	
	3	Losa de cimentación		M3	18.00	\$	759,010	\$	13,662,174.29	
3		ESTRUCTURA		GB			\$		57,660,156.98	
	1	Montajes de perfiles de acero		M2	224.15	\$	170,869	\$	38,300,775.14	
	2	Anclajes		UND	10.00	\$	23,673	\$	236,725.78	
	3	Entrepiso		M2	50.19	\$	182,320	\$	9,150,104.37	
	4	Entrepiso de cubierta		M2	57.58	\$	173,187	\$	9,972,551.70	
SUB TOTAL COSTO DIRECTO								\$		74,754,441.85
ADMINISTRACIÓN							24%	\$		18,092,922
IMPREVISTOS							6%	\$		4,485,266.51
UTILIDAD							5%	\$		3,737,722.09
IVA							19%	\$		710,167.20
TOTAL PRESUPUESTO								\$		101,780,519.93

Figura 81. Presupuesto de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020.

Programación de la estructura

Se realizó la programación de la estructura en el sistema Steel framing, con base a los rendimientos estipulados en los análisis de precios unitarios para cada actividad en el programa Project, obteniendo una duración de 45 días (aproximadamente).

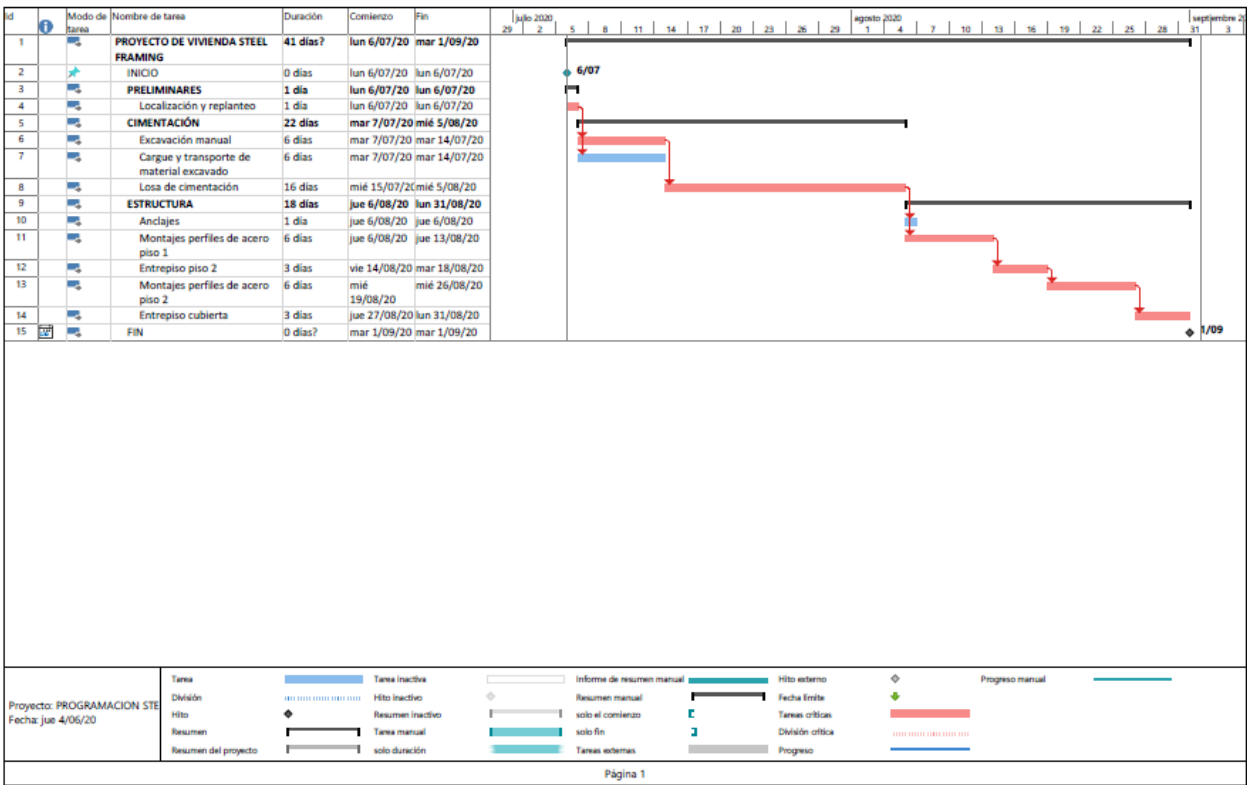


Figura 82. Programación de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020.

Mampostería estructural confinada

Localización

Se usa como referencia para el diseño la ciudad de Bogotá D.C, debido a que en un principio se había planteado la ciudad de Villavicencio, pero debido al requerimiento de la longitud de muros estructurales necesarios en la mampostería confinada se tuvo que seleccionar esta, para hacer el comparativo. La ciudad de Bogotá como capital de Colombia, presenta una población de 7’181.469 según el censo de población y vivienda realizado por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) en año 2018, que con proyecciones realizadas al año 2031 indican que también tendrá un déficit de vivienda donde serán necesarias más de 770.000 viviendas nuevas, según la secretaria distrital de planeación.



Figura 83. Mapa de la Ubicación del proyecto, por Google maps, 2020.

Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico fue suministrado por el Arq. Ferlín Murillo en formato DWG, por lo cual se realizó un traspaso de estos al software Revit (para cuantificar eficientemente los elementos del sistema), donde se obtuvieron 3 planos que se encuentran, en la sección de anexos.

Diseño estructural: Título E de la NSR-10

El diseño estructural de la mampostería confinada se realiza con base en el título E del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, el cual se establece para la construcción de casas de uno y dos pisos en este sistema constructivo, formado por muros estructurales y no estructurales.

Materiales y elementos

Con base a las disposiciones descritas en el título E en su inciso E.4.2, sobre las especificaciones mínimas de materiales para construir viviendas de uno o dos pisos en mampostería confinada, se seleccionaron los siguientes materiales:

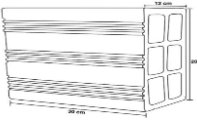
MATERIALES ESTRUCTURALES MAMPOSTERÍA CONFINADA			
NOMBRE	IMAGEN	USO	ESPECIFICACIÓN
Bloque de ladrillo # 5	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/116435/bloque-5-estandar-12-x-20-x-30-cm-155um2-ceranova	Unidad de mampostería	Bloque #5 estándar 12 x 20 x 30 cm 15,5u/m ² , Ceranova
Concreto	 Extraído de: Revit	Elementos que confinan la mampostería (vigas, columnas, cintas) y losas de entrepiso	3000 PSI, con dosificación 1:2:3
Mortero	 Extraído de: Revit	Pañete, pega de las unidades de mampostería con juntas de 10 mm	3000 PSI, con dosificación 1:3
Varillas de hierro	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/452407/Varilla-Corrugada-W60-4-12pulg-x6m-50-Unidades/452407	Refuerzo longitudinal de vigas de cimentación y losas de entrepiso	Ø N. 4 con Fy= 420 Mpa
Varillas de hierro	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/84303/varilla-g-60-w-38pulg-x6m-corrugada	Refuerzo longitudinal elementos de confinamiento (Vigas, columnas, cintas) y losas de entrepiso	Ø N. 3 con Fy= 420 Mpa
Varillas de hierro	 Extraído de: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/452401/Varilla-Corrugada-W60-2-14pulg-x6m-200-Unidades/452401	Refuerzo transversal elementos de confinamiento (vigas, columnas, cintas) y vigas de cimentación	Ø N. 2 con Fy= 420 Mpa
Solado base	 Extraído de: Revit	Base de las vigas de cimentación	1420 PSI, con dosificación 1:4:8

Tabla 9. Materiales estructurales de la mampostería confinada, por los autores, 2020.

Sistema estructural

El sistema estructural de la mampostería confinada está clasificado en la tabla A.3-1 de la NSR-10 el cual lo define como muros de carga los cuales pueden seguir un diseño respecto al título D (al ser un tipo de mampostería estructural) o al título E (manera más básica) al cumplir los requisitos de su apartado.

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			alta		intermedia		Baja	
				uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.
1. Paneles de cortante de madera	muros ligeros de madera laminada	3.0	2.5	si	6 m	si	9 m	si	12 m
2. Muros estructurales									
a. Muros de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
b. Muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	4.0	2.5	no se permite		si	50 m	si	Sin límite
c. Muros de concreto con capacidad mínima de disipación de energía (DMI)	el mismo	2.5	2.5	no se permite		no se permite		si	50 m
d. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DES) con todas las celdas rellenas	el mismo	3.5	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
e. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DMO)	el mismo	2.5	2.5	si	30 m	si	50 m	si	Sin límite
f. Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	si	12 m	si	18 m
g. Muros de mampostería confinada	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	Grupo I	12 m	Grupo I	18 m
h. Muros de mampostería de cavidad reforzada	el mismo	4.0	2.5	si	45 m	si	60 m	si	Sin límite
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite		no se permite		Grupo I (Nota 3)	2 pisos
3. Pórticos con diagonales (las diagonales llevan fuerza vertical)									
a. Pórticos de acero estructural con diagonales concéntricas (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	24 m	si	30 m	si	Sin límite
b. Pórticos con diagonales de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	3.5	2.5	no se permite		si	30 m	si	30 m
c. Pórticos de madera con diagonales	el mismo	2.0	2.5	si	12 m	si	15 m	si	18 m

Figura 84. Sistema estructural de muros de carga, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, 2010.

Predimensionamiento

Según las especificaciones del título E, no se hace necesario realizar un cumplimiento de derivas y periodo para aceptar las dimensiones mínimas estipuladas en esta sección, basta con cumplir los

requerimientos de muros estructurales estipulados en el capítulo E.3, por lo cual las secciones quedaron definidas de la siguiente manera:

UNIDAD DE MAMPOSTERIA	BLOQUE # 5
DIMENSIONES BLOQUE # 5	12x20x30 cm
ESPEJOR NOMINAL DE MUROS (TABLA E.3.5-1)	12 cm
ESPEJOR MUROS TOTAL (PAÑETE AMBAS CARAS)	1.5 cm
COLUMNAS	12x20 cm
VIGAS DE AMARRE	12x20 cm
MORTERO DE PEGA	1.0 cm
CINTAS DE AMARRE	12x10 cm
LOSA MACIZA	13 cm

Figura 85. Dimensiones seleccionadas para la mampostería confinada de la vivienda de dos pisos según el título E, por los autores, 2020.

Diseño de elementos

El diseño de elementos aplicado al título E de la NSR-10, supone cumplir los requerimientos del capítulo E.3 para poder tomar los refuerzos del diseño empírico para las secciones de concreto reforzado, que confinan los muros estructurales.

De esta manera, para el diseño de los elementos se verifican ciertos parámetros como se muestra a continuación:

- Cimentación:

Se opta por cumplir los lineamientos del título E.2.2 usando una cimentación consistente en un sistema reticular de vigas, donde se respeta y usan los requisitos de área de sección transversal mínima y refuerzos, que son:

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MP _a		
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f _y	f _c	
	Bahareque	200 mm	250 mm			
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm			17
	Bahareque	150 mm	200 mm			
Acero Longitudinal		4 No. 3 (ó 10M)	4 No. 4 (ó 12M)	420		
	Estribos	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	240		
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412		
	Bahareque	No. 3	No. 4			

Figura 86. Valores para dimensiones, resistencia de materiales, y refuerzo de cimentaciones, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.

Para este caso el único cambio es el de la resistencia a la compresión del concreto, donde se usa un $F'_c = 21$ MPa. Además, se tiene en cuenta el sobrecimiento que deben tener las vigas de cimentación, según inciso E.2.2.4 que expresa:

El nivel inferior de las vigas de cimentación deberá estar a una profundidad mínima de 500 mm por debajo del nivel de acabado de primer piso. Debe construirse sobre ellas un sobrecimiento que puede fabricarse con mampostería confinada o con mampostería reforzada. (Asosísmica, 2010).

Por lo cual se opta por un sobrecimiento en mampostería confinada, impermeabilizado de igual ancho al muro estructural.

- Muros estructurales:

La norma plantea algunos requisitos para las aberturas en los muros, como lo son:

RECOMENDACIONES
Avanos de un muro $\leq 35\%$ A_{muro}
Distancia mínima entre aberturas > 500 mm
Distancia mínima entre aberturas (no menor que la mitad de la dimensión mínima de la abertura)

Figura 87. Requisitos de las aberturas de los muros en mampostería confinada, por los autores, 2020.

Según la tabla E.3.5-1, especifica el espesor mínimo de los muros estructurales (sin tener en cuenta el pañete y los acabados):

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Pisos	
		1º Nivel	2º Nivel
Alta	110	110	100
Intermedia	100	110	95
Baja	95	110	95

Figura 88. Espesores mínimos nominales (mm) de muros estructurales para viviendas de uno y dos pisos en mampostería confinada, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.

Por lo cual, se selecciona un espesor:

ESPESORES (mm)	
1º PISO	120
2º PISO	120

Figura 89. Espesor muros estructurales definido, por los autores, 2020.

Además, según los valores del espesor de los muros estructurales, el inciso E.3.5.1 y E.3.5.2 determinan condiciones de distanciamiento horizontal y vertical entre elementos estructurales, que son:

CONDICIÓN LONGITUD (m)	
Lmax (35t) Entre columnas de confinamiento	4.2
CONDICIÓN VERTICAL (m)	
Hmax (25t) Entre diafragmas	3

Figura 90. Condiciones de distanciamiento entre elementos estructurales según espesor de muros t (mm), por los autores, 2020.

Ya con esto, especifica las dos condiciones base para aplicar el diseño del título E que son la longitud mínima de muros confinados, la cual se determina según la ecuación:

$$L_{min} = \frac{M_o * A_p}{t}$$

Donde M_o , es un coeficiente de la tabla E.3.6-1:

Zona de Amenaza Sísmica	Valores A_a	Valores M_o
Alta	0.40	33.0
	0.35	30.0
	0.30	25.0
	0.25	21.0
Intermedia	0.20	17.0
	0.15	13.0
Baja	0.10	8.0
	0.05	4.0

Figura 91. Valores de M_o , por reglamento colombiano de construcción sísmo resistente NSR 10, 2010.

A_p = Se determina en m^2 y para cada piso de la estructura, para este caso:

Primer piso: área de la cubierta * (2/3) + área de entrepiso del piso 2.

Segundo piso: área de la cubierta.

t = Espesor efectivo del muro estructural en mm.

Ante esta ecuación, se debe verificar que los muros estructurales (confinados) identificados en el proyecto cumplan el requisito de la longitud mínima estipulada en la NSR-10, con lo cual se obtuvo:

CUADRO DE LONGITUDES MÍNIMAS SEGÚN NSR-10 E,3,6					M_o	13	Cubierta	LIVIANA
PISO	ÁREA PISO SUPERIOR (m^2)	A_p (m^2)	ESPESOR MURO t (mm)	L_{min} MURO (m)	PROPUESTOS		¿CUMPLE EN X?	¿CUMPLE EN Y?
					LONGITUDINAL ($\sum L_{mi-y}$)	TRANSVERSAL ($\sum L_{mi-x}$)		
1	60	100	120	10.8	14.26	12.22	CUMPLE	CUMPLE
2	60	60	120	6.5	14.26	12.22	CUMPLE	CUMPLE

Figura 92. Verificación de la longitud mínima de muros estructurales, por los autores, 2020.

Respecto a la otra condición base para el diseño en el título E, que es la distribución simétrica de muros se debe cumplir el requisito (según el inciso E.3.6.6 de la NSR-10):

$$\left| \frac{\left[\frac{\sum (L_{mi} * b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

L_{mi} : Longitud de cada muro en la dirección i . (m)

b = Distancia perpendicular en la dirección i de cada muro, hasta el extremo del rectángulo menor que contiene el área de cubierta o entrepiso. (m)

B = Longitud del lado perpendicular a la dirección i , del rectángulo menor que contiene el área de cubierta o entrepiso. (m)

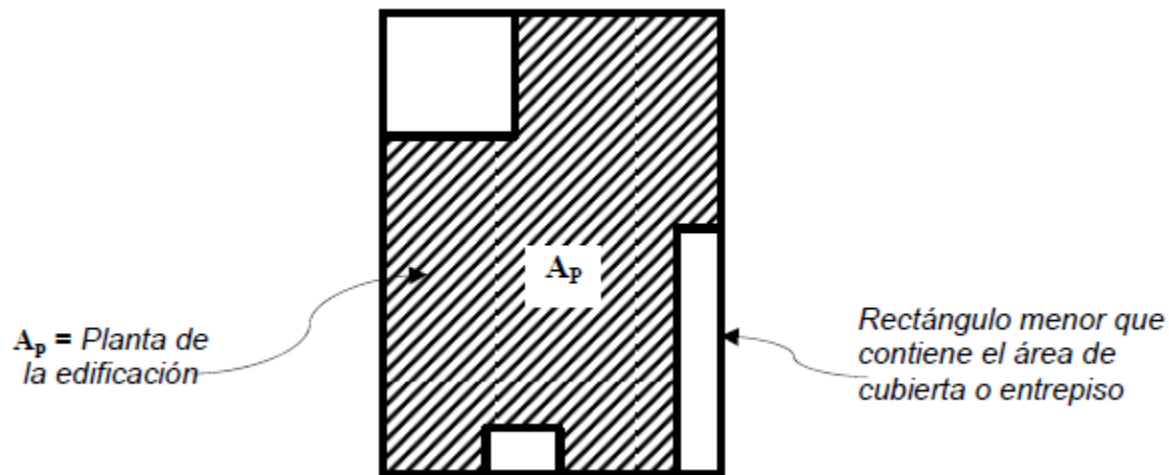


Figura 93. Explicación del rectángulo de menor que contiene el área de cubierta o entrepiso, por reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, 2010.

Ante este requisito se obtuvo:

DISTRIBUCIÓN SIMÉTRICA DE MUROS NSR - 10 E.3.6.6 PISO 1 Y PISO 2							
SIMETRÍA EJE X PISO 1		Bx	5.97	SIMETRÍA EJE Y PISO 1		By	9.97
$\sum L_{mi} - Y$	$\sum L_{mi} - Y * b_i - X$	% Ec Bx	$ \% Ec Bx \leq 0,15$	$\sum L_{mi} - X$	$\sum L_{mi} - X * b_i - Y$	% Ec By	$ \% Ec By \leq 0,15$
14.26	47.74	0.061	CUMPLE	12.22	65.0550	0.0340	CUMPLE
EJE	$L_{mi} - Y$ (m)	$b_i - X$ (m)	$L_{mi} - Y * b_i - X$	EJE	$L_{mi} - X$ (m)	$b_i - Y$ (m)	$L_{mi} - X * b_i - y$
A	6.305	0.015	0.095	1	3.545	0.015	0.0532
D	7.96	5.985	47.641	5	2.615	4.015	10.4992
				7	2.93	7.935	23.2496
				8	3.13	9.985	31.2531

Figura 94. Verificación de la distribución simétrica de muros estructurales del piso 1 y 2, por los autores, 2020.

Ya cumpliendo estos parámetros se puede prescindir de realizar un diseño a través del título D, del reglamento colombiano de construcción sismo resistente.

- Elementos de confinamiento:

Se deben verificar especificaciones mínimas de materiales las cuales son $f'_c > 17.5$ Mpa (Concreto), $F_y > 240$ Mpa (acero de refuerzo), por lo cual se optó por usar en el diseño:

ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO		
MATERIAL	f'_c	f_y
CONCRETO	21 Mpa	
ACERO		420 Mpa

Figura 95. Materiales de los elementos de confinamiento, por los autores, 2020.

Para las columnas de confinamiento, se verifica que su área de sección transversal sea mayor a 200 cm^2 y se opta por usar los refuerzos mínimos estipulados en el inciso E.4.3, como sigue:

COLUMNAS DE CONFINAMIENTO	
b	12 cm
h	20 cm
A	240 cm^2
CONTROL	CUMPLE

Figura 96. Sección transversal de las columnas de confinamiento, por los autores, 2020.

REFUERZO			
SECCIÓN	N° BARRAS		ESPACIAMIENTO
LONGITUDINAL	4 N°3	3/8"	
TRANSVERSAL	ESTRIBOS CERRADOS N°2	1/4"	Cada 20 cm en el centro y cada 10 cm en extremos

Figura 97. Refuerzo de las columnas de confinamiento, por los autores, 2020.

Para las vigas de confinamiento, se verifica que su área de sección transversal sea mayor a 200 cm^2 y se opta por usar los refuerzos mínimos estipulados en el inciso E.4.4, como sigue:

VIGAS DE CONFINAMIENTO	
b	12 cm
h	20 cm
A	240 cm^2
CUMPLE	CUMPLE

Figura 98. Sección transversal de las vigas de confinamiento, por los autores, 2020.

REFUERZO			
SECCIÓN	N° BARRAS		ESPACIAMIENTO
LONGITUDINAL	4 N°3	3/8"	
TRANSVERSAL	ESTRIBOS CERRADOS N°2	1/4"	Cada 20 cm en el centro y cada 10 cm en extremos

Figura 99. Refuerzo de las vigas de confinamiento, por los autores, 2020.

Para las cintas de amarre (rodean los vanos), se verifica que su altura sea igual o superior a 10 cm y que su ancho sea igual al espesor del muro, además se opta por usar los refuerzos mínimos estipulados en el inciso E.4.5, como sigue:

CINTAS DE AMARRE	
b	12 cm
h	10 cm
A	120 cm ²
CONTROL	CUMPLE

Figura 100. Sección transversal de las cintas de amarre, por los autores, 2020.

REFUERZO			
SECCIÓN	N° BARRAS		ESPACIAMIENTO
LONGITUDINAL	2 N°3	3/8"	
TRANSVERSAL	GANCHOS TIPO S		

Figura 101. Refuerzo de las cintas de amarre, por los autores, 2020.

- Losas de entrepiso:

Se diseñan según el capítulo E.5 seleccionando las de tipo macizas, donde se evalúa su condición de apoyo según el inciso E.5.1.3 para determinar su espesor mínimo, donde posteriormente se pasa al título E.5.1.4.1 para determinar el refuerzo, con lo cual se obtuvo:

CONDICIÓN	CARACTERÍSTICA		OBSERVACIONES
TIPO DE ENTREPISO	PLACA MACIZA		ESCOGIDA EN PROYECTO
ESPESOR MÍNIMO	0.13		TABLA E,5,1-1 NSR-10. CONDICIÓN DE APOYO CONTINUO (L/24); 2,97/24
REFUERZO MÍNIMO	PRINCIPAL (EJE X)	SECUNDARIO (EJE Y)	DEPENDIENDO DEL LADO CORTO Y DEL LADO LARGO DE LA PLACA
	1 N° 4 /250 mm	1 N° 3 /250 mm	

Figura 102. Diseño de las losas macizas de entrepiso, por los autores, 2020.

Planos, detalles y especificaciones constructivas

Se obtienen en total 11 planos que corresponden a detalles tanto en planta como en vista isométrica, de los elementos estructurales de la mampostería confinada, los cuales se encuentran en la sección de anexos (anexo 2).

Presupuesto de la estructura

Para realizar el presupuesto de la estructura, se inicia por determinar la lista de actividades que corresponden a la parte estructural de la mampostería confinada, y obtener las cantidades de obra de estas.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA			
LISTA DE ACTIVIDADES			
12	4	2020	PROYECTO: COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN: BOGOTÁ D.C
FECHA		DIRECTOR: ING. GABRIEL SILVA	
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO	
CÓDIGO		2181742	
		2180696	
CAPITULO	ITEM	ACTIVIDAD	UND
1		PRELIMINARES	GB
	1.1	Localización y replanteo	M2
2		CIMENTACIÓN	GB
	2.1	Excavación manual	M3
	2.2	Cargue y transporte de material excavado	M3
	2.3	Vigas de cimentación	M3
	Básico	Hierro	KG
	Básico	Concreto de 3000 psi	M3
	2.4	Solado base de e= 0.05 m	M3
3		ESTRUCTURA	GB
	3.1	Construcción de Sobrecimiento	M2
	3.2	Construcción de entepiso	M3
	Básico	Concreto de 3000 PSI	M3
	3.3	Muros portantes y no portantes	M2
	3.4	Columnas de confinamiento	M3
	Básico	Armado de hierros Columnas de confinamiento	KG
	3.5	Vigas de confinamiento	M3
	Básico	Armado de hierros Vigas de confinamiento	KG
	3.6	Cintas de amarre	M3
	Básico	Armado de hierros Cintas de Amarre	KG
	3.7	Construcción de entepiso	M3
	Básico	Armado de hierros Entepiso	KG
	3.8	Construcción de Entepiso de Cubierta	M3
	Básico	Armado de hierros para entepiso de Cubierta	KG
4		ACABADOS	GB
	4.1	Pañete 1:4 (Espesor 1.5 cm) y pintura	M2

Figura 103. Actividades de la estructura en mampostería confinada, por los autores, 2020.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	DIMENSIONES				FACTOR	PESO UNITARIO	TOTAL
			LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA			
1	PRELIMINARES	GB							
1.1	Localización y replanteo	M2	10.15	6.15	N/A	62.42	N/A	N/A	62.4
2	CIMENTACIÓN	GB							
2.1	Excavación manual	M3	10,15+6,15	(0,3*5)+(0,3*3)	0.8	N/A	N/A	N/A	14.7
2.2	Cargue y transporte de material excavado	M3	10,15+6,15	(0,3*5)+(0,3*3)	0.8	N/A	1.2	N/A	17.6
2.3	Vigas de cimentación	M3	10,15; 6,15	0.3	0.3	0.09		N/A	5.5
Básico	Hierro	KG	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	148.3
Básico	Concreto de 3000 psi	M3	10,15; 6,15	(0,3*5)+(0,3*3)	(0,3*5)+(0,3*3)		1.1	N/A	6.1
Básico	Solado base de e= 0.05 m	M3	10,15; 6,15	(0,3*5)+(0,3*3)	(0,3*5)+(0,3*3)		1.1	N/A	1.0
3	ESTRUCTURA	GB							
3.1	Construcción de Sobrecimiento	M2	VARIAS	VARIAS	0.5	VARIAS	N/A	N/A	20.1
3.2	Construcción de entrepiso	M3	9.97	5.97	0.06	59.5209	N/A	N/A	3.6
Básico	Concreto de 3000 PSI	M3	1	1	1	1	N/A	N/A	1.0
3.3	Muros portantes y no portantes	M2	VARIAS	VARIAS	VARIAS	VARIAS	N/A	N/A	203.0
3.4	Columnas de confinamiento y Columnetas	M3	0.2	0.12	5.6	0.024	N/A	N/A	4.2
Básico	Armado de hierros Columnas de confinamiento	KG	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,56--0,25	661.4
3.5	Vigas de confinamiento	M3	0.2	0.12	6--10	N/A	N/A	N/A	2.9
Básico	Armado de hierros Vigas de confinamiento	KG	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,56--0,25	463.6
3.6	Cintas de amarre	M3	0.12	0.1	5.6	0.012	N/A	N/A	0.4
Básico	Armado de hierros Cintas de Amarre	KG	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,56--0,25	45.2
3.7	Construcción de entrepiso	M3	5.97	9.97	0.13	59.5209	N/A	N/A	7.7
Básico	Armado de hierros Entrepiso	KG	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,56--0,99	292.0
3.8	Construcción de Entrepiso de Cubierta	M3	5.97	9.97	0.13	59.5209	N/A	N/A	7.7
Básico	Armado de hierros para entrepiso de Cubierta	KG	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,56--0,99	292.0
4	ACABADOS	GB							
4.1	Pañete y pintura	M2	VARIAS	VARIAS	VARIAS	VARIAS	N/A	N/A	406.1

Figura 104. Cantidades de obra de la estructura en mampostería confinada, por los autores, 2020.

Con base a lo anterior, se procede a realizar el análisis de precios unitarios APU para cada actividad, teniendo en cuenta los parámetros de materiales, herramienta y equipo, transportes y mano de obra, con referencias de precios unitarios investigados de empresas y entidades estatales, los cuales se encuentran en el anexo 4.

Siguiendo con el proceso se determina el factor A del AIU (administración, imprevistos y utilidades), teniendo en cuenta, los gastos no operacionales en los que podría incurrir la ejecución de la obra en mampostería confinada, para los demás parámetros del AIU, se fija un porcentaje específico.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA							
GASTOS ADMINISTRATIVOS							
12	4	2020	PROYECTO:		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL		
DD	MM	AA	LOCALIZACION:		BOGOTÁ D.C		
FECHA			DIRECTOR:		ING. GABRIEL SILVA		
PROPONENTE			JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO			NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO			2181742			2180696	
PERSONAL TÉCNICO Y PROFESIONAL							
ITEM	CARGO	DEDICACION	SALARIO	FRP	VALOR MENSUAL	DURACION(MES)	VALOR TOTAL
1	DIRECTOR DE OBRA	40%	\$ 3,738,000	1.86	\$ 2,781,256	2.00	\$ 5,562,511
2	RESIDENTE	50%	\$ 2,155,000	1.86	\$ 2,004,095	2.00	\$ 4,008,189
3	MAESTRO	50%	\$ 2,633,409	1.86	\$ 2,443,453	2.00	\$ 4,886,905
4	VIGILANTE	40%	\$ 1,525,950	2.50	\$ 1,525,345	2.00	\$ 3,050,690
SUB TOTAL							\$ 17,508,295
GASTOS OPERACIONALES							
ITEM	CONCEPTO	VALOR MENSUAL	DURACION (MES)	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES		
1	Baño portatil	\$ 333,200	2.00	\$ 666,400	Alquiler		
2	Campamento	\$ 717,360	2.00	\$ 1,434,720	Alquiler campamento incluyendo servicios públicos provisionales		
3	Papelería	\$ 30,000	2.00	\$ 60,000	Ploteos, informes		
SUB TOTAL				\$ 2,161,120			
POLIZAS							
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR BASE LIQUIDACIÓN	% COBERTURA SEGURO	VIGENCIA (MES)	TASA	VALOR TOTAL	
1	Cumplimiento de contrato	\$ 80,834,200	10%	3	1%	\$ 24,048	
2	Buen manejo del anticipo	\$ 80,834,200	25%	3	1%	\$ 60,120	
3	Pago de salarios Prestaciones sociales e indemnizaciones	\$ 80,834,200	5%	38	1%	\$ 152,305	
4	Estabilidad de obra	\$ 80,834,200	50%	60	1%	\$ 2,404,817	
5	Responsabilidad civil extracontractual	\$ 80,834,200	5%	3	1%	\$ 12,024	
SUB TOTAL						\$ 2,653,315	
TOTAL					\$	22,322,731	

Figura 105. Cálculo de gastos administrativos de la estructura en mampostería confinada, por los autores, 2020.

Por último, se determina el valor total de la obra que corresponde a la suma de los costos directos (los valores de cada actividad, determinados mediante el APU y las cantidades de obra) y los costos indirectos (productos de la administración, gastos no operacionales, cargo por utilidad, porcentaje de IVA de la utilidad, e imprevistos) excluyendo el valor de la escalera, redes hidrosanitarias, eléctricas, de gas, y acabados. De esta manera, el presupuesto para realizar la estructura de la vivienda de dos pisos, en el sistema de mampostería confinada es:

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA										
PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO										
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)						
DD	MM	AA	LOCALIZACION:	BOGOTÁ D.C						
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA						
PROPONENTE			JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO				NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL			
CÓDIGO			2181742				2180696			
CAPITULO	ITEM	ACTIVIDAD		UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO		VALOR TOTAL		
1	PRELIMINARES		GB			\$		262,607.23		
	1.1	Localización y replanteo		M2	62.4	\$		4,207		
2	CIMENTACIÓN		GB			\$		6,715,178.71		
	2.1	Excavación manual		M3	14.7	\$		87,457		
	2.2	Cargue y transporte de material excavado		M3	17.6	\$		53,166		
	2.3	Vigas de cimentación		M3	5.5	\$		815,818		
	2.4	Solado base de e= 0.05 m		M3	1.0	\$		236,829		
3	ESTRUCTURA		GB			\$		34,970,074.72		
	3.1	Construcción de Sobrecimiento		M2	20.1	\$		26,788.95		
	3.2	Construcción de entrepiso		M3	3.6	\$		1,104,115.26		
	3.3	Muros portantes y no portantes		M2	203.0	\$		26,793.50		
	3.4	Columnas de confinamiento y Columnetas		M3	4.2	\$		1,767,490.69		
	3.5	Vigas de confinamiento		M3	2.9	\$		1,857,571.95		
	3.6	Cintas de amarre		M3	0.4	\$		1,936,362.97		
	3.7	Construcción de entrepiso		M3	7.7	\$		739,260.94		
	3.8	Construcción de Entrepiso de Cubierta		M3	7.7	\$		739,261		
4	ACABADOS		GB			\$		7,612,828.91		
	4.1	Pañete 1:4 (Espesor 1.5 cm) y pintura		M2	406.1	\$		18,748		
TOTAL COSTO DIRECTO						\$		49,560,689.57		
ADMINISTRACIÓN						30%		\$		14,868,207
IMPREVISTOS						6%		\$		2,478,034.48
UTILIDAD						5%		\$		2,478,034.48
IVA						19%		\$		470,826.55
TOTAL PRESUPUESTO						\$		69,855,791.95		

Figura 106. Presupuesto de la estructura en mampostería confinada, por los autores, 2020.

Programación de la estructura

Se realizó la programación de la estructura en el sistema de mampostería confinada, con base a los rendimientos estipulados en los análisis de precios unitarios para cada actividad en el programa Project, obteniendo una duración de 60 días (aproximadamente).

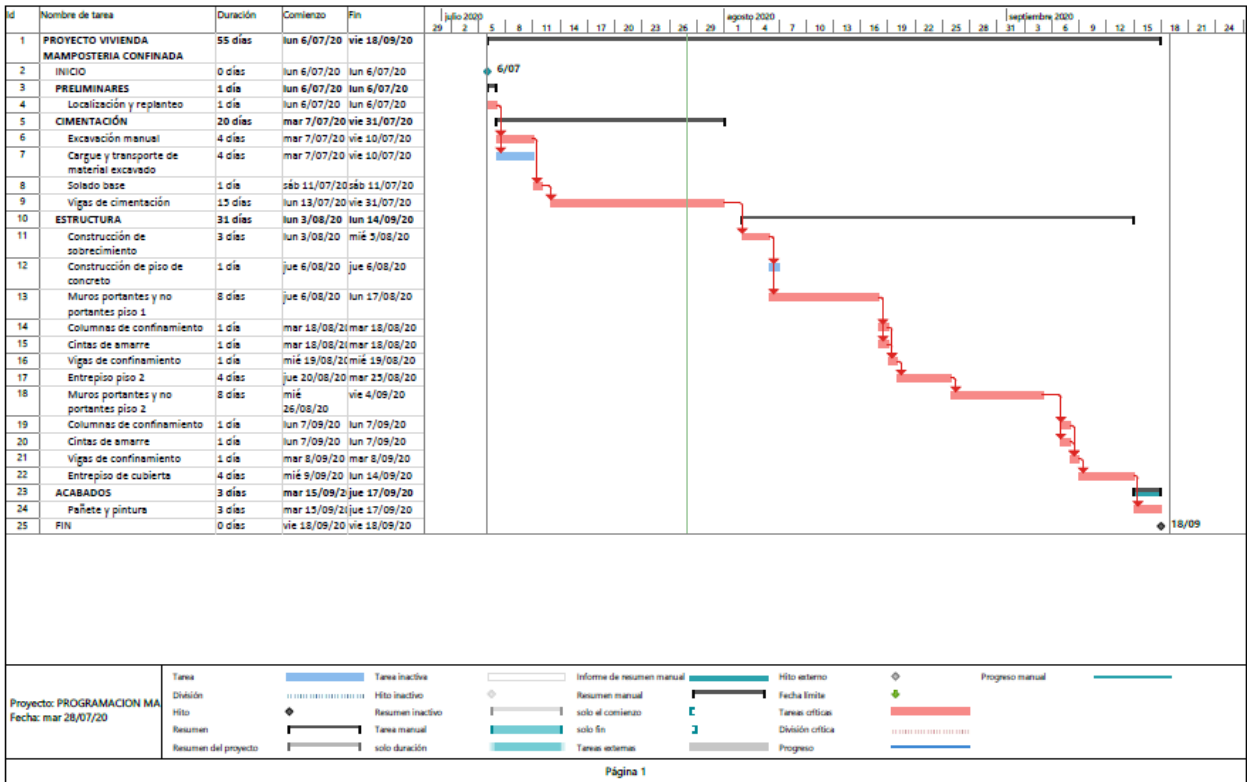


Figura 7. Programación de la estructura en mampostería confinada por los autores, 2020.

Resultados

Los resultados obtenidos de la comparación entre los sistemas constructivos (Steel framing y mampostería confinada), se puede detallar a través del cuadro de la figura 107, donde se pueden observar los criterios usados para cotejar las ventajas y desventajas, de cada uno.

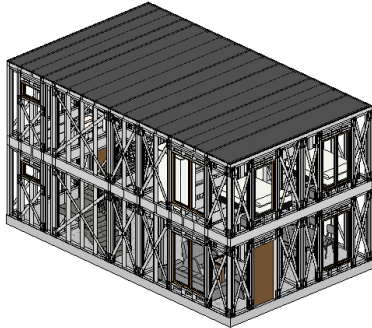
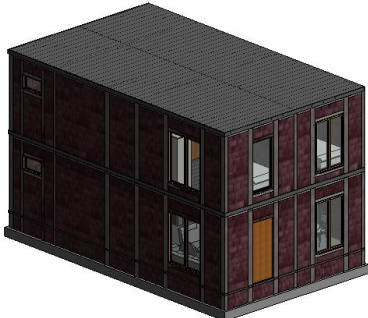
COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS							
CATEGORIA	ESPECIFICACIÓN	STEEL FRAMING	VENTAJA	DESVENTAJA	MAMPOSTERÍA CONFINADA	VENTAJA	DESVENTAJA
MODELOS ESTRUCTURALES	Vista 3D			X		X	
CARACTERÍSTICAS	Según manuales y catálogos	Peso de la estructura (30% mas liviana que la mampostería confinada)	X		Peso de la estructura		X
		Durabilidad (material inerte y noble como el acero, le aseguran una vida útil de más de 300 años)	X		Durabilidad (por material principal (ladrillo) puede llegar a durar hasta mas de 70 años)		X
DISEÑO	Limitaciones	Montajes estructurales y diseño arquitectónico		X	Muros estructurales y diseño arquitectónico		X
	Capítulo de diseño en la NSR-10	Título F.4	X		Título E	X	
	Materiales	Acero (100% reciclable), concreto	X		Bloque de ladrillo, concreto, hierro		X
	Proceso de diseño	Evaluar cada componente estructural ante parámetros de tensión, momento, compresión y cortante, generados por las cargas de la estructura		X	Diseño empírico	X	
PRESUPUESTO	Total	\$ 83,870,745		X	\$ 55,136,846	X	
	Por m² de construcción	\$ 761,147		X	\$ 500,380	X	
	Preliminares	\$ 262,607	X		\$ 262,607	X	
	Cimentación	\$ 8,150,080	X		\$ 6,715,179	X	
	Estructura	\$ 57,660,157		X	\$ 35,364,086	X	
	Costo directo	\$ 66,065,967		X	\$ 43,776,773	X	
PROGRAMACIÓN DE OBRA	Según rendimientos	1.5 Meses	X		2 Meses		X

Figura 107. Resultados obtenidos de la comparación, por los autores, 2020.

Respecto a los objetivos del proyecto, los resultados se pueden detallar mediante la siguiente tabla:

RESULTADO	INDICADOR	OBJETIVO RELACIONADO
Se realizó el diseño estructural del sistema constructivo en mampostería confinada y Steel framing, dando como resultados planos de detalle de sus componentes.	100%	General (desarrollo de un diseño con todos y cada uno de los parámetros correspondientes, para una vivienda de interés social)
El peso de la estructura del Steel framing tiene la ventaja	30%	Especifico (establecer con respecto al diseño).

de ser más liviano, que la mampostería confinada.		
La estructura del Steel framing, garantiza mayor durabilidad que la de mampostería confinada, lo cual deriva a menores costos de mantenimiento en su vida útil, y lo convierte en un sistema viable.	70%	Especifico (establecer viabilidad entre los sistemas).
El diseño de los sistemas según la normativa aplicable (reglamento colombiano de construcción sismo resistente), muestra la desventaja del steel framing, al obligar a realizar diseños conservadores, por su falta de clasificación en el título A, que se muestra en el presupuesto de la estructura.	31%	Especifico (establecer desventajas entre los sistemas, según su diseño y construcción).
El Steel framing presenta una menor duración para la	25%	Especifico (establecer un programa de obra donde se

ejecución de la vivienda, según la programación de obra realizada para cada sistema, teniendo en cuenta rendimientos de la literatura y fuentes web.		verifiquen tiempos de construcción y se establezcan ventajas y desventajas para cada sistema).
--	--	--

Tabla 10. Resultados obtenidos frente a los objetivos trazados en el proyecto, por los autores, 2020.

Frente al impacto que se buscaba obtener, la siguiente tabla muestra los resultados:

ASPECTO	IMPACTO	PLAZO
Económico	A pesar de que se buscaba encontrar un sistema económico para la construcción de VIS, que, aunque el Steel framing constituye una opción dentro del rango de las VIS y es ambientalmente sostenible, es más costoso que la mampostería confinada, por lo cual el impacto económico según fuentes, solo se puede reflejar de manera positiva a	Largo.

	largo plazo o mediano, empleando entrepisos secos y otros revestimientos.	
Social	Como sistema tradicional la mampostería confinada tiene gran acogida e impacto positivo a nivel social, por lo cual se tendría que el impacto positivo del Steel framing y su acogida en VIS (aunque ya se ha dado), se debe reflejar a un mayor plazo.	Largo.
Técnico	Se busca dejar este proyecto como motivación a otros estudiantes a la búsqueda de métodos de diseño más eficientes y económicos, que favorezcan nuevos sistemas constructivos amigables con el medio ambiente.	Corto.

Tabla 11. Resultados obtenidos frente al impacto buscado en el proyecto, por los autores, 2020.

Conclusiones

- El diseño estructural en ambos sistemas (Steel framing y mampostería confinada) condiciona el diseño arquitectónico suministrado, por cual se estableció este parámetro como una desventaja que aplica para los dos, aunque en mayor medida al steel framing, ya que los elementos verticales (que conforman los marcos) que estén en el segundo piso deben estar igualmente en el primer piso para la correcta distribución de cargas concentradas en estos, por lo mismo todos los componentes son considerados estructurales (teniendo elementos constructivos cerca a montantes dobles, presentes en ambas plantas igualmente), mientras que en la mampostería confinada, se permiten muros no estructurales o divisorios pero condiciona los estructurales a tener continuidad en ambas plantas, además, que según la localización del proyecto se exige una determinada longitud de estos, que termina por condicionar igualmente el diseño arquitectónico.
- Los materiales empleados para cada sistema muestran una ventaja del Steel framing sobre la mampostería confinada, ya que el primero se compone estructuralmente de acero que es un material 100% reciclable y de gran duración (galvanizado), mientras el segundo de bloques de ladrillo y concreto reforzado, donde según fuentes y por el mínimo estipulado de vida útil, la duración del acero sobre el bloque de ladrillo se garantiza hasta un 76% más larga.
- El modelamiento de los sistemas en programas BIM, deja en desventaja al Steel framing, por la gran cantidad de elementos producto de una de sus características, que es la separación de pares (elementos verticales) entre 40-60 cm, mientras que la mampostería confinada permite un modelado más flexible para la cuantificación de sus materiales, al contar con elementos de área fáciles de ubicar.

- El diseño estructural del Steel framing respecto al reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, lo deja en desventaja frente a la mampostería confinada ya que a pesar de que ambos tienen su título en la norma, el primero no tiene una clasificación adecuada para evaluar su estructura ante fuerzas laterales (sismo) de manera eficiente, por lo cual se debe aplicar un diseño conservador.
- El diseño estructural del Steel framing presenta mayor complejidad al modelar sus elementos en software para el análisis de sus fuerzas (SAP 2000), debido a la gran cantidad de sus componentes por lo mencionado anteriormente, por lo cual es necesario idealizar la estructura en pro de manejar un diseño más sencillo.
- Los resultados del diseño estructural para el Steel framing fueron de mayor complejidad en el tratamiento de datos por el número de elementos, donde debido al diseño conservador, se obtuvieron secciones con espesor límite del acero conformado en frío, mientras que para la mampostería confinada su diseño culminó de manera rápida, al cumplir la longitud de muros y simetría de estos, con lo cual se pudo aplicar el diseño propuesto por el título E.
- El presupuesto mostró la mayor desventaja del Steel framing frente a la mampostería confinada, lo cual puede ser entendible debido al diseñar dentro del rango elástico con un $R=1$ por recomendaciones de la literatura y emplear una cimentación maciza de losa, siendo 31% mayor el costo total de la vivienda en Steel framing a nivel general, sin embargo, al ver solo parte de estructura que es la verdadera diferencia es un 26% mayor el coste del Steel framing, lo cual se podría reducir cambiando el entrepiso del piso 2 por uno seco y buscando otros tipos de revestimientos, para la estructura.
- La programación de obra fue realizada según diversas fuentes frente a los rendimientos, para lo cual se verificó el Steel framing obtuvo una ventaja en este parámetro frente a la

mampostería confinada, al tener un 25% menos de duración para la ejecución de la obra, esto debido a los tiempos que debe tener la mampostería en el fraguado de sus elementos en concreto reforzado, mientras que el Steel framing por ser un sistema constructivo en seco maneja menos tiempo entre actividades.

- Los planos obtenidos muestran un mayor número para el Steel framing, debido a la poca referencia sobre estos, por lo cual se optó por mostrar los perfiles obtenidos en el diseño por eje de cada piso, mientras que, para la mampostería confinada se cuenta con muchos ejemplos en la web, que permitieron resumir el total generado.
- A pesar de que el Steel framing tiene un mayor coste inicial en la construcción de este, se encuentra en el rango estipulado del valor de las VIS ($135 \text{ SMMLV} = 118.503.405$), lo cual nos indica que constituye una buena alternativa para estas viviendas que puede mejorar en su costo, a través de una mejor selección de revestimientos, diseñando los elementos de manera individual respecto a sus longitudes críticas y usando entrepisos secos, frente al valor producto de su diseño conservador, el cual no permite ver sus ventajas de manera eficiente.

Referencias

- American Iron and Steel Institute Committee (2007). AISI S213-07 w/S1-09 (2012) – AISI North American Standard for Cold-Formed Steel Framing – Lateral Design. Edition with Supplement 1 (Reaffirmed 2012).
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2016). Acta No 135. Recuperado de https://www.asosismica.org.co/wp-content/uploads/2016/12/Acta_135-Definitiva-16-10-12.pdf.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.
- Centro de actualización profesional para ingenierías (12 de marzo de 2018). Cursos online convalidables con el diplomado en diseño estructural computarizado. Facebook. Recuperado de <https://www.facebook.com/capi.ingenierias.9/photos/a.679782452050368/1957001007661833/?type=3&theater>.
- Consulsteel. (S.f.) Manual de procedimiento de construcción con acero liviano. Recuperado de https://issuu.com/quique1967/docs/consul_steel_-_manual_de_procedimie.
- Consulsteel. (2008). Manual de Procedimiento Construcción con Steel Framing. Buenos Aires: Autor.
- Dannemann, R. (2005). Manual de ingeniería de steel framing. Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero (ILAFA), 147.

- García López, J. D., & Stand Villarreal, F. (2016). Comparación de los principales sistemas constructivos de VIS en Colombia, desde una perspectiva de sostenibilidad, empleando BIM: caso estudio en Soacha (Master's thesis, Facultad de Ingeniería).
- Hernández, E. (2018). ¿QUÉ IMPLICA EL USO DE UN ESPECTRO DE DISEÑO INELÁSTICO? Recuperado de <https://www.e-zigurat.com/blog/es/uso-espectro-diseno-inelastico/>.
- IDU (2019). Sistema de información de precios 2019. Recuperado de <https://www.idu.gov.co/page/siipviales/economico/portafolio>.
- IGAC, S. SF. Mapas imprimibles. Cundinamarca. Recuperado de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/mapas-departamentales-fisicos-de-uso-escolar>. [Fecha de consulta: 14 de abril de 2020].
- INVIAS (2019). Análisis de Precios Unitarios. Cundinamarca. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/hechos-de-transparencia/analisis-de-precio-unitarios#cundinamarca>.
- Jaramillo, J. (20 de febrero de 2015). ¿Qué especificaciones existen para la Vivienda de Interés Social? La Patria. Recuperado de <http://www.lapatria.com/columnas/30416/que-especificaciones-existen-para-la-vivienda-de-interes-social>.
- Jáuregui, E. (2009). Introducción al sistema Steele Framing: construyendo con perfiles de acero galvanizado liviano. Editorial Nobuko.
- LAMUS RODRIGUEZ, J. L. (2015). Análisis de viabilidad Económica: Sistema Constructivo Light Steel Framing en Colombia.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2004). Decreto número 2060.

- Peña Ramos, C. (2000). Diseño básico de perfiles laminados en frío, notas del curso de titulación. México: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9979/Capitulo3.pdf>
- Rivas, V. (2011). Sistemas estructurales: Losas de entrepiso. Recuperado de <https://es.slideshare.net/victoriarivas22/sistemas-estructurales-losas>.
- Ratio:n:Ing. (2008). Dossier informativo: Sistema constructivo Steel framing. Recuperado de <http://ratio-n-ing.com/Dossier-SteelFraming-RATIO.pdf>.
- Rodríguez, H. S., & Enegelhart, M. D. (2005). Diseño de Conexiones de Acero Estructural.
- Rodríguez, M. A. L. (2017). Vivienda social en Colombia: diagnóstico y evolución. ISOCUANTA, 5(1).
- Sánchez, C. (13 de marzo de 2018). Colombia ha reducido el déficit de vivienda en un 5,6%. Portal del ministerio de vivienda. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2018/marzo/colombia-ha-reducido-el-deficit-de-vivienda-en-un-5-6>.
- Vaquero, M. (2018). ¿QUÉ ES UNA CUBIERTA DECK? Recuperado de <https://www.panelesach.com/blog/que-es-una-cubierta-deck/>.

Anexos

Anexo 1. Resultados del diseño a tensión, flexión, cortante y compresión de los elementos estructurales del Steel framing

Frame	Section	Valoracion Tensión	Máx. de P	Mín. de P	Máx. de Capacidad a tensión	Máx. de IS Tensión
1	COL 12X12	OK	12.996	7.996	427.543934	0.030396876
100	CRUZ	OK	17.722	0.0003271	88.13051848	0.201088117
101	CRUZ	OK	22.177	0.008808	88.13051848	0.251638143
102	CRUZ	OK	24.252	0.322	88.13051848	0.275182768
103	CRUZ	OK	30.517	0.008801	88.13051848	0.346270515
104	CRUZ	OK	30.906	0.022	88.13051848	0.350684423
105	CRUZ	OK	28.453	0.145	88.13051848	0.322850705
106	CRUZ	OK	28.483	0.008803	88.13051848	0.323191109
107	CRUZ	OK	27.312	0.008804	88.13051848	0.309903998
11	COL 12X12	OK	36.639	10.809	427.543934	0.085696456
111	COL 12X12	OK	6.117	5.869	427.543934	0.014307302
112	COL 12X12	OK	7.614	1.723	427.543934	0.017808696
117	PARAL	OK	0.204	7.816E-15	230.526227	0.000884932
118	CRUZ	OK	27.893	0.082	88.13051848	0.316496493
119	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
120	PARAL	OK	0.204	7.994E-15	230.526227	0.000884932
121	PARAL	OK	0.204	8.882E-16	230.526227	0.000884932
122	CRUZ	OK	35.014	0.032	88.13051848	0.397297107
123	CRUZ	OK	34.958	0.008797	88.13051848	0.396661685
124	COL 12X12	OK	17.28	9.462	427.543934	0.040416899
132	COL 12X12	OK	24.819	2.117	427.543934	0.058050175
133	PARAL	OK	0.204	6.883E-16	230.526227	0.000884932
134	PARAL	OK	0.204	4.396E-15	230.526227	0.000884932
135	PARAL	OK	0.204	2.665E-16	230.526227	0.000884932
136	PARAL	OK	0.204	8.882E-17	230.526227	0.000884932
137	PARAL	OK	0.204	9.77E-16	230.526227	0.000884932
138	CRUZ	OK	33.158	0.17	88.13051848	0.376237433
139	CRUZ	OK	31.582	0.008799	88.13051848	0.358354864
140	PARAL	OK	0.204	2.709E-15	230.526227	0.000884932
141	PARAL	OK	0.204	1.596E-14	230.526227	0.000884932
142	PARAL	OK	0.204	2.798E-15	230.526227	0.000884932
143	PARAL	OK	0.204	1.688E-15	230.526227	0.000884932
144	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
145	COL 12X12	OK	2.077	0.739	427.543934	0.00485798
146	COL 12X12	OK	7.583	0.037	427.543934	0.017736189
147	COL 12X12	OK	8.704	0.474	427.543934	0.020358142
148	COL 12X12	OK	8.016	0.821	427.543934	0.01874895
150	COL 12X12	OK	3.627	1.779	427.543934	0.008483339
151	COL 12X12	OK	9.234	0.379	427.543934	0.02159778
153	COL 12X12	OK	0.668	0.42	427.543934	0.001562413
155	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
156	PARAL	OK	0.204	1.865E-15	230.526227	0.000884932
157	PARAL	OK	0.204	7.105E-16	230.526227	0.000884932
158	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
159	COL 12X12	OK	2.753	2.325	427.543934	0.006439104
161	PARAL	OK	0.204	2.22E-16	230.526227	0.000884932
162	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
163	PARAL	OK	0.204	4.441E-17	230.526227	0.000884932
164	PARAL	OK	0.204	2.498E-16	230.526227	0.000884932
166	PARAL	OK	0.064	7.836E-15	230.526227	0.000277626
167	PARAL	OK	0.064	3.197E-15	230.526227	0.000277626
168	CANAL VANO	OK	0.024	0.015	109.9782824	0.000218225
170	CRUZ	OK	21.047	0.008833	88.13051848	0.238816251
171	VIGA CANAL	OK	1.369E-13	1.561E-18	260.6218448	5.25282E-16
172	VIGA CANAL	OK	7.278E-12	4.996E-17	260.6218448	2.79255E-14
173	VIGA 30X12	OK	1.467E-11	6.661E-17	516.2794641	2.84148E-14
175	VIGA TIPO C	OK	6.557E-13	2.067E-13	273.6529371	2.3961E-15

176	VIGA TIPO C	OK	6.158E-13	1.939E-13	273.6529371	2.2503E-15
178	VIGA TIPO C	OK	2.147E-12	1.017E-13	273.6529371	7.8457E-15
179	VIGA 30X12	OK	12.91	2.776E-16	516.2794641	0.025005837
181	VIGA 30X12	OK	7.336E-12	6.994E-16	516.2794641	1.42094E-14
182	CRUZ	OK	24.275	0.632	88.13051848	0.275443744
183	CRUZ	OK	29.311	0.008802	88.13051848	0.332586265
184	CRUZ	OK	29.495	0.015	88.13051848	0.334674078
185	VIGA 30X12	OK	7.41E-12	2.481E-15	516.2794641	1.43527E-14
187	CRUZ	OK	28.936	0.599	88.13051848	0.328331213
189	VIGA 30X12	OK	1.335E-13	5.806E-15	516.2794641	2.58581E-16
19	COL 12X12	OK	5.556	0.356	427.543934	0.012995156
190	VIGA 30X12	OK	3.381E-13	1.899E-16	516.2794641	6.54878E-16
191	CRUZ	OK	34.416	0.008798	88.13051848	0.390511716
192	CRUZ	OK	34.93	0.008796	88.13051848	0.396343975
193	CRUZ	OK	43.542	0.008787	88.13051848	0.494062678
194	CRUZ	OK	42.421	0.008789	88.13051848	0.481342907
195	CRUZ	OK	25.896	0.008803	88.13051848	0.293836919
196	CRUZ	OK	31.646	0.036	88.13051848	0.35908106
197	CRUZ	OK	31.748	0.008802	88.13051848	0.360238434
198	CRUZ	OK	47.368	0.008785	88.13051848	0.537475563
199	CRUZ	OK	31.365	0.0088	88.13051848	0.355892607
2	VIGA TIPO C	OK	8.745E-13	1.249E-17	273.6529371	3.19565E-15
200	CRUZ	OK	31.124	0.013	88.13051848	0.353158027
201	CRUZ	OK	46.254	0.009606	88.13051848	0.524835219
202	CRUZ	OK	51.739	0.008781	88.13051848	0.587072457
203	CRUZ	OK	26.053	0.005232	88.13051848	0.295618368
204	CRUZ	OK	25.868	0.005232	88.13051848	0.293519208
205	CRUZ	OK	32.422	0.008798	88.13051848	0.367886182
206	CRUZ	OK	31.166	0.0088	88.13051848	0.353634593
207	CRUZ	OK	42.792	0.008788	88.13051848	0.485552573
208	CRUZ	OK	42.214	0.008788	88.13051848	0.478994118
209	CRUZ	OK	39.083	0.008791	88.13051848	0.443467265
21	COL 12X12	OK	8.971	2.154	427.543934	0.020982639
210	CRUZ	OK	39.467	0.00879	88.13051848	0.447824439
211	CRUZ	OK	37.212	0.008793	88.13051848	0.422237389
212	CRUZ	OK	37.972	0.008792	88.13051848	0.430860962
213	CRUZ	OK	47.868	0.008784	88.13051848	0.543148966
214	CRUZ	OK	47.906	0.008783	88.13051848	0.543580145
215	CRUZ	OK	45.329	0.0007607	88.13051848	0.514339423
216	CRUZ	OK	46.453	0.008784	88.13051848	0.527093234
217	CRUZ	OK	30.886	0.008799	88.13051848	0.350457487
218	CRUZ	OK	29.576	0.008802	88.13051848	0.335593169
219	CRUZ	OK	40.831	0.00879	88.13051848	0.463301484
220	CRUZ	OK	40.206	0.00879	88.13051848	0.45620973
221	CRUZ	OK	37.652	0.008795	88.13051848	0.427229984
222	CRUZ	OK	37.64	0.008792	88.13051848	0.427093822
223	CRUZ	OK	45.131	0.008788	88.13051848	0.512092755
224	CRUZ	OK	44.992	0.008787	88.13051848	0.510515549
225	CRUZ	OK	69.714	0.008762	88.13051848	0.791031316
226	CRUZ	OK	67.088	0.00876	88.13051848	0.7612346
227	CRUZ	OK	52.862	0.008778	88.13051848	0.599814921
228	CRUZ	OK	37.522	4.337E-07	88.13051848	0.425754899
229	CRUZ	OK	36.676	0.008795	88.13051848	0.4161555
23	COL 12X12	OK	19.594	0.437	427.543934	0.045829208
232	CRUZ	OK	59.328	0.00146	88.13051848	0.673183376
233	CRUZ	OK	62.932	0.00877	88.13051848	0.71407727
234	CRUZ	OK	46.062	0.008783	88.13051848	0.522656632
235	CRUZ	OK	47.207	0.008784	88.13051848	0.535648727
240	CRUZ	OK	44.883	0.008782	88.13051848	0.509278747
241	CRUZ	OK	48.058	0.00176	88.13051848	0.54530486

242	CRUZ	OK	77.545	0.008746	88.13051848	0.879888163
243	CRUZ	OK	41.979	0.008834	88.13051848	0.476327619
244	CRUZ	OK	43.575	0.008789	88.13051848	0.494437123
245	CRUZ	OK	40.411	0.008787	88.13051848	0.458535825
246	CRUZ	OK	43.535	0.00879	88.13051848	0.493983251
247	CRUZ	OK	59.784	0.003872	88.13051848	0.678357521
248	CRUZ	OK	61.601	0.008773	88.13051848	0.698974669
249	CRUZ	OK	32.757	0.006749	88.13051848	0.371687363
25	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
250	CRUZ	OK	36.041	0.008794	88.13051848	0.408950278
251	CRUZ	OK	32.128	0.008796	88.13051848	0.364550221
252	CRUZ	OK	34.616	0.008799	88.13051848	0.392781077
253	CRUZ	OK	48.026	0.008783	88.13051848	0.544941762
254	CRUZ	OK	49.488	0.008786	88.13051848	0.561530794
255	CRUZ	OK	14.829	0.002748	88.13051848	0.168261804
256	CRUZ	OK	15.467	0.002749	88.13051848	0.175501067
257	CRUZ	OK	24.778	8.601E-08	88.13051848	0.281151188
258	CRUZ	OK	28.088	0.008805	88.13051848	0.31870912
259	CRUZ	OK	26.199	0.008805	88.13051848	0.297275001
26	PARAL	OK	0.001391	0.001081	230.526227	6.03402E-06
260	CRUZ	OK	28.229	0.008804	88.13051848	0.32030902
261	CRUZ	OK	79.991	0.008753	88.13051848	0.907642453
262	CRUZ	OK	40.689	0.007	88.13051848	0.461690237
263	CRUZ	OK	41.324	0.008834	88.13051848	0.46889546
264	CRUZ	OK	32.447	0.008834	88.13051848	0.368169853
265	CRUZ	OK	30.492	0.051	88.13051848	0.345986845
266	CRUZ	OK	53.808	0.008773	88.13051848	0.610549001
267	CRUZ	OK	55.92	0.002322	88.13051848	0.634513458
268	CRUZ	OK	42.632	0.008783	88.13051848	0.483737084
269	CRUZ	OK	45.207	0.008789	88.13051848	0.512955112
27	PARAL	OK	0.204	8.882E-16	230.526227	0.000884932
270	CRUZ	OK	30.545	0.029	88.13051848	0.346588225
271	CRUZ	OK	32.056	0.008834	88.13051848	0.363733251
272	CRUZ	OK	30.679	0.454	88.13051848	0.348108698
273	CRUZ	OK	28.745	0.008802	88.13051848	0.326163972
274	CRUZ	OK	27.277	0.008803	88.13051848	0.309506859
275	CRUZ	OK	29.2	0.088	88.13051848	0.33132677
276	CRUZ	OK	43.038	0.008789	88.13051848	0.488343887
277	CRUZ	OK	43.461	0.156	88.13051848	0.493143587
278	CRUZ	OK	26.919	0.378	88.13051848	0.305444703
279	CRUZ	OK	23.83	0.008804	88.13051848	0.270394415
280	CRUZ	OK	21.436	0.008809	88.13051848	0.243230159
281	CRUZ	OK	23.516	0.049	88.13051848	0.266831518
282	CRUZ	OK	34.646	0.008798	88.13051848	0.393121482
283	CRUZ	OK	34.994	0.04	88.13051848	0.397070171
284	CRUZ	OK	11.693	0.002753	88.13051848	0.132678216
285	CRUZ	OK	11.549	0.0001731	88.13051848	0.131044276
286	CRUZ	OK	16.705	0.007632	88.13051848	0.189548414
287	CRUZ	OK	17.677	0.008816	88.13051848	0.200577511
288	CRUZ	OK	20.669	0.113	88.13051848	0.234527158
289	CRUZ	OK	19.077	0.008811	88.13051848	0.216463041
29	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
290	CRUZ	OK	47.566	0.008781	88.13051848	0.53972223
291	VIGA CANAL	OK	3.456E-15	7.275E-16	260.6218448	1.32606E-17
292	CRUZ	OK	48.131	0.008785	88.13051848	0.546133176
293	CRUZ	OK	0.037	0.005965	88.13051848	0.000419832
294	CRUZ	OK	45.319	0.008784	88.13051848	0.514225955
295	CRUZ	OK	32.832	0.001633	88.13051848	0.372538373
296	CRUZ	OK	32.951	0.008799	88.13051848	0.373888643
297	CRUZ	OK	33.614	0.008834	88.13051848	0.381411577

298	CRUZ	OK	33.205	0.005178	88.13051848	0.376770732
299	CRUZ	OK	64.517	0.008765	88.13051848	0.732061959
3	COL 12X12	OK	11.619	0.521	427.543934	0.027176154
30	PARAL	OK	0.377	0.029	230.526227	0.001635389
300	CRUZ	OK	58.922	0.008768	88.13051848	0.668576573
31	PARAL	OK	0.204	7.994E-16	230.526227	0.000884932
32	CANAL VANO	OK	0.077	0.046	109.9782824	0.000700138
33	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
349	PARAL	OK	1.992E-12	1.18E-17	230.526227	8.6411E-15
350	PARAL	OK	1.145E-12	4.547E-14	230.526227	4.9669E-15
353	PARAL	OK	1.944E-12	8.726E-17	230.526227	8.43288E-15
354	PARAL	OK	9.755E-12	1.987E-12	230.526227	4.23162E-14
355	PARAL	OK	6.32E-13	2.587E-14	230.526227	2.74155E-15
356	PARAL	OK	3.656E-12	4.247E-16	230.526227	1.58594E-14
357	PARAL	OK	2.778E-12	3.123E-17	230.526227	1.20507E-14
358	PARAL	OK	7.974E-12	3.588E-12	230.526227	3.45904E-14
359	COL 12X12	OK	8.873E-13	6.325E-15	427.543934	2.07534E-15
360	COL 12X12	OK	8.2E-13	1.817E-13	427.543934	1.91793E-15
361	COL 12X12	OK	7.51E-13	5.396E-14	427.543934	1.75654E-15
362	COL 12X12	OK	9.638	2.992E-15	427.543934	0.022542713
363	COL 12X12	OK	1.485E-11	3.468E-15	427.543934	3.47333E-14
364	COL 12X12	OK	3.584E-12	1.249E-17	427.543934	8.38276E-15
365	COL 12X12	OK	5.43E-13	1.119E-13	427.543934	1.27004E-15
366	COL 12X12	OK	1.971E-12	6.833E-14	427.543934	4.61005E-15
367	COL 12X12	OK	2.071E-11	1.749E-15	427.543934	4.84395E-14
368	CANAL VANO	OK	4.785E-13	3.076E-13	109.9782824	4.35086E-15
369	CANAL VANO	OK	0.006475	6.939E-18	109.9782824	5.88753E-05
39	CANAL VANO	OK	0.132	0.085	109.9782824	0.001200237
5	COL 12X12	OK	13.606	0.525	427.543934	0.03182363
79	PARAL	OK	0.934	0.004072	230.526227	0.0040516
80	PARAL	OK	0.336	0.044	230.526227	0.001457535
85	PARAL	OK	0.554	0.004895	230.526227	0.002403197
86	PARAL	OK	0.297	0.00645	230.526227	0.001288357
89	PARAL	OK	0.009493	0.001101	230.526227	4.11797E-05
90	PARAL	OK	0.079	0.011	230.526227	0.000342694
91	CANAL VANO	OK	0.011	0.003422	109.9782824	0.00010002
93	CRUZ	OK	23.849	0.00881	88.13051848	0.270610004
94	CRUZ	OK	23.598	0.255	88.13051848	0.267761956
95	CRUZ	OK	28.906	0.155	88.13051848	0.327990808
96	CRUZ	OK	30.655	0.008804	88.13051848	0.347836374
97	CRUZ	OK	41.857	0.008788	88.13051848	0.474943308
98	CRUZ	OK	42.006	0.008787	88.13051848	0.476633982
99	CRUZ	OK	17.834	0.005241	88.13051848	0.202358959

Frame	Section	Valoración Flexión (1)	Valoración Flexión (3)	Máx. de M2	Máx. de M3_2	Mín. de M2_2	Mín. de M3	Máx. de Capacidad a flexión (2)	Máx. de Capacidad a	Máx. de IS Flexión (2)	Máx. de IS Flexión (3)
1	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
10	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
100	CRUZ	OK	OK	0	0.0024	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.075414828
101	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
102	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
103	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
104	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
105	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
106	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
107	CRUZ	OK	OK	0	0.005	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.157114226
108	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
109	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
11	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
110	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
111	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
112	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
113	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
114	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
115	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
116	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
117	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
118	CRUZ	OK	OK	0	0.005	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.157114226
119	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
12	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
120	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
121	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
122	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
123	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
124	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
125	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
126	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
127	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
128	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
129	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
13	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
130	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
131	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
132	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
133	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
134	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
135	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
136	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
137	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
138	CRUZ	OK	OK	0	0.0089	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.279663321
139	CRUZ	OK	OK	0	0.0089	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.279663321
14	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
140	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
141	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
142	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
143	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
144	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
145	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
146	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
147	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
148	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
149	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
15	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
150	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
151	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
152	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
153	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
154	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
155	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
156	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
157	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
158	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
159	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
16	COL 12X12	OK	OK	2.9907	7.172E-15	-3.0442	-8E-15	6.157879305	14.8485983	0.494358504	5.45371E-16
160	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
161	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
162	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
163	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
164	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
165	COL 12X12	OK	OK	3.406	1.842E-15	-3.7402	-3E-15	6.157879305	14.8485983	0.607384428	1.98335E-16
166	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
167	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
168	CANAL VANO	OK	OK	0.0362	1.347E-15	0	-2E-15	0.772764114	3.694323194	0.046844825	4.80196E-16
169	COL 12X12	OK	OK	3.5536	1.229E-16	-3.5851	-2E-15	6.157879305	14.8485983	0.582197185	1.67962E-16
17	COL 12X12	OK	OK	3.0585	2.694E-15	-2.9772	-7E-15	6.157879305	14.8485983	0.496680732	4.87655E-16
170	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
171	VIGA CANAL	OK	OK	5E-14	2.3613	-8E-14	-3.0133	1.323910029	18.01923684	6.29197E-14	0.167226838
172	VIGA CANAL	OK	OK	6E-14	7.891	-5E-14	-5.7564	1.323910029	18.01923684	4.29032E-14	0.437920877
173	VIGA 30X12	OK	OK	1E-13	9.5719	-2E-13	-11.242	4.814847692	34.75843056	3.6159E-14	0.323429448
174	VIGA 30X12	OK	OK	8E-14	8.3605	-5E-14	-14.014	4.814847692	34.75843056	1.60005E-14	0.403194269
175	VIGA TIPO C	OK	OK	1E-14	7.6638	-1E-14	0	2.274558041	19.98818758	6.32211E-15	0.383416454
176	VIGA TIPO C	OK	OK	1E-14	7.1969	-1E-14	-6E-15	2.274558041	19.98818758	6.32211E-15	0.360057658
177	VIGA 30X12	OK	OK	5E-14	8.4612	-5E-14	-14.687	4.814847692	34.75843056	1.13254E-14	0.422553601

178	VIGA TIPO C	OK	OK	1E-14	5.1764	-1E-14	0	2.274558041	19.98818758	6.32211E-15	0.258972955
179	VIGA 30X12	OK	OK	1E-13	6.1652	-1E-13	-8.919	4.814847692	34.75843056	2.9326E-14	0.256599618
18	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
180	VIGA TIPO C	OK	OK	0	0.4065	0	-3E-16	2.274558041	19.98818758	0	0.020337011
181	VIGA 30X12	OK	OK	9E-14	5.6869	-1E-13	-8.6832	4.814847692	34.75843056	2.17037E-14	0.249815652
182	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
183	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
184	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
185	VIGA 30X12	OK	OK	2E-13	4.1968	-1E-13	-6.5458	4.814847692	34.75843056	3.25659E-14	0.188322657
186	VIGA 30X12	OK	OK	6E-14	5.6633	-5E-14	-7.8387	4.814847692	34.75843056	1.14728E-14	0.225519388
187	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
188	VIGA TIPO C	OK	OK	0	0.4065	0	-3E-16	2.274558041	19.98818758	0	0.020337011
189	VIGA 30X12	OK	OK	3E-14	6.0052	-5E-14	-8.8588	4.814847692	34.75843056	1.13254E-14	0.254867664
19	COL 12X12	OK	OK	4.3736	5.407E-15	-4.4406	-4E-15	6.157879305	14.8485983	0.721124884	3.64142E-16
190	VIGA 30X12	OK	OK	1E-13	4.0371	-1E-13	-4.6355	4.814847692	34.75843056	2.88275E-14	0.133363329
191	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
192	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
193	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
194	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
195	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
196	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
197	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
198	CRUZ	OK	OK	0	0.0033	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.103695389
199	CRUZ	OK	OK	0	0.005	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.157114226
2	VIGA TIPO C	OK	OK	1E-14	5.3681	-1E-14	0.0934	2.274558041	19.98818758	6.21659E-15	0.268563619
20	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
200	CRUZ	OK	OK	0	0.005	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.157114226
201	CRUZ	OK	OK	0	0.0033	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.103695389
202	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
203	CRUZ	OK	OK	0	0.0024	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.075414828
204	CRUZ	OK	OK	0	0.0024	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.075414828
205	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
206	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
207	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
208	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
209	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
21	COL 12X12	OK	OK	4.4723	1.472E-16	-4.3426	-4E-15	6.157879305	14.8485983	0.72627276	2.39349E-16
210	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
211	CRUZ	OK	OK	0	0.005	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.157114226
212	CRUZ	OK	OK	0	0.005	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.157114226
213	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
214	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
215	CRUZ	OK	OK	0	0.0089	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.279663321
216	CRUZ	OK	OK	0	0.0089	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.279663321
217	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
218	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
219	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
22	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
220	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
221	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
222	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
223	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
224	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
225	CRUZ	OK	OK	0	0.0033	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.103695389
226	CRUZ	OK	OK	0	0.0033	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.103695389
227	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
228	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
229	CRUZ	OK	OK	0	0.012	0	-1E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.377074141
23	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
232	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
233	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
234	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
235	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
24	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
240	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
241	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
242	CRUZ	OK	OK	0	0.0041	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.128833665
243	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
244	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
245	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
246	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
247	CRUZ	OK	OK	0	0.0157	0	-2E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.493338668
248	CRUZ	OK	OK	0	0.0157	0	-2E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.493338668
249	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
25	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
250	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
251	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
252	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
253	CRUZ	OK	OK	0	0.0157	0	-2E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.493338668
254	CRUZ	OK	OK	0	0.0157	0	-2E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.493338668
255	CRUZ	OK	OK	0	0.0026	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.081699397
256	CRUZ	OK	OK	0	0.0026	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.081699397
257	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
258	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
259	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
26	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
260	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
261	CRUZ	OK	OK	0	0.0041	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.128833665
262	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
263	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251

264	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
265	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
266	CRUZ	OK	OK	0	0.0041	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.128833665
267	CRUZ	OK	OK	0	0.0041	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.128833665
268	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
269	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
27	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
270	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
271	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
272	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
273	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
274	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
275	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
276	CRUZ	OK	OK	0	0.0157	0	-2E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.493338668
277	CRUZ	OK	OK	0	0.0157	0	-2E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.493338668
278	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
279	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
28	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
280	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
281	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
282	CRUZ	OK	OK	0	0.0157	0	-2E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.493338668
283	CRUZ	OK	OK	0	0.0157	0	-2E-17	0.027957681	0.03182398	0	0.493338668
284	CRUZ	OK	OK	0	0.0026	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.081699397
285	CRUZ	OK	OK	0	0.0026	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.081699397
286	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
287	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
288	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
289	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
29	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
290	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
291	VIGA CANAL	OK	OK	2E-14	0	-3E-14	-16.886	1.323910029	18.01923684	2.0447E-14	0.937131808
292	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
293	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
294	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
295	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
296	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
297	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
298	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
299	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
3	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
30	PARAL	OK	OK	0	1.055E-19	0	0	2.794887926	6.171712179	0	1.70941E-20
300	CRUZ	OK	OK	0	0.0029	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.091126251
31	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
32	CANAL VANO	OK	OK	0.0971	7.501E-15	-2E-17	-7E-15	0.772764114	3.694323194	0.125652833	2.03041E-15
33	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
34	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
349	PARAL	OK	OK	2E-12	1.0921	-2E-12	-1.0622	2.794887926	6.171712179	5.97877E-13	0.176952516
35	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
350	PARAL	OK	OK	3E-12	1.0617	-3E-12	-1.0286	2.794887926	6.171712179	1.21472E-12	0.172026817
353	PARAL	OK	OK	3E-12	1.2503	-2E-12	-1.1636	2.794887926	6.171712179	8.98784E-13	0.202585598
354	PARAL	OK	OK	2E-12	6.1325	-2E-12	0	2.794887926	6.171712179	7.17023E-13	0.993646467
355	PARAL	OK	OK	2E-12	0.7294	-2E-12	-1.8177	2.794887926	6.171712179	7.32409E-13	0.294521188
356	PARAL	OK	OK	2E-12	0.6253	-2E-12	-1.8442	2.794887926	6.171712179	6.86611E-13	0.298814972
357	PARAL	OK	OK	4E-12	0.9167	-4E-12	-2.056	2.794887926	6.171712179	1.44836E-12	0.333132839
358	PARAL	OK	OK	2E-12	4.9495	-1E-12	0	2.794887926	6.171712179	5.714E-13	0.801965461
359	COL 12X12	OK	OK	0.1296	2.4814	-0.1296	-2.9824	6.157879305	14.8485983	0.021046207	0.200853976
36	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
360	COL 12X12	OK	OK	2E-13	1.1392	-1E-13	-1.4742	6.157879305	14.8485983	2.86137E-14	0.099282099
361	COL 12X12	OK	OK	2E-13	1.0378	-1E-13	-1.5684	6.157879305	14.8485983	2.86137E-14	0.105626132
362	COL 12X12	OK	OK	2E-13	1.5459	-3E-13	-2.0976	6.157879305	14.8485983	4.88155E-14	0.141265859
363	COL 12X12	OK	OK	2E-13	1.6281	-2E-13	-2.0587	6.157879305	14.8485983	3.70095E-14	0.138646084
364	COL 12X12	OK	OK	2E-13	0.995	-2E-13	-1.6696	6.157879305	14.8485983	4.0371E-14	0.11244159
365	COL 12X12	OK	OK	2E-13	0.7588	-1E-13	-1.1707	6.157879305	14.8485983	2.86137E-14	0.078842459
366	COL 12X12	OK	OK	2E-13	0.8072	-2E-13	-1.2199	6.157879305	14.8485983	2.86137E-14	0.082155903
367	COL 12X12	OK	OK	0.3181	1.023	-0.3181	-1.2225	6.157879305	14.8485983	0.051657394	0.082331004
368	CANAL VANO	OK	OK	3E-05	0.8075	-3E-05	-0.4625	0.772764114	3.694323194	4.0051E-05	0.218578602
369	CANAL VANO	OK	OK	0.5639	0.1773	-0.5639	-0.27	0.772764114	3.694323194	0.72971815	0.073085105
37	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
38	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
39	CANAL VANO	OK	OK	1E-17	3.552E-15	-0.041	-4E-15	0.772764114	3.694323194	0.053056294	1.0194E-15
4	VIGA TIPO C	OK	OK	1E-14	7.9958	-1E-14	0.1452	2.274558041	19.98818758	6.21659E-15	0.400026264
40	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
41	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
42	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
43	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
44	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
45	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
46	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
47	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
48	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
49	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
5	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
50	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
51	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
52	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
53	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
54	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
55	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
56	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
57	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0

58	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
59	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
6	VIGA TIPO C	OK	OK	1E-14	5.0444	-1E-14	0.0997	2.274558041	19.98818758	6.21659E-15	0.252369054
60	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
61	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
62	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
63	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
64	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
65	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
66	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
67	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
68	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
69	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
7	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
70	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
71	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
72	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
73	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
74	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
75	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
76	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
77	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
78	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
79	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
8	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
80	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
81	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
82	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
83	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
84	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
85	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
86	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
87	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
88	COL 12X12	OK	OK	2.6817	5.672E-15	-2.7967	-6E-15	6.157879305	14.8485983	0.454166095	3.93101E-16
89	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
9	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
90	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
91	CANAL VANO	OK	OK	0.0138	4.798E-15	-0.0272	-2E-14	0.772764114	3.694323194	0.035198322	4.88858E-15
92	COL 12X12	OK	OK	2.6573	5.671E-15	-2.823	-6E-15	6.157879305	14.8485983	0.458437046	3.82528E-16
93	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
94	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
95	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
96	CRUZ	OK	OK	0	0.0055	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.172825648
97	CRUZ	OK	OK	0	0.005	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.157114226
98	CRUZ	OK	OK	0	0.005	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.157114226
99	CRUZ	OK	OK	0	0.0024	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.075414828

Anexo 1. Chequeo de la resistencia a flexión de los elementos del sistema Steel framing, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración cortante 2	Valoración cortante 3	Mín. de V2_2	Máx. de V2	Máx. de Capacidad cortante 2	Máx. de IS Cortante 2	Mín. de V3	Máx. de V3_2	Máx. de Capacidad cortante 3	Máx. de IS Cortante 3
1	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
10	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
100	CRUZ	OK	OK	-0.005334	0.005334	49.12514933	0.00010858	0	0	49.12514933	0
101	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
102	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
103	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
104	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
105	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
106	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
107	CRUZ	OK	OK	-0.006959	0.006959	49.12514933	0.000141659	0	0	49.12514933	0
108	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
109	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
11	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
110	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
111	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
112	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
113	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
114	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
115	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
116	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
117	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
118	CRUZ	OK	OK	-0.006959	0.006959	49.12514933	0.000141659	0	0	49.12514933	0
119	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
12	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
120	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
121	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
122	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
123	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
124	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
125	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
126	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
127	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
128	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
129	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
13	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
130	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
131	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
132	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
133	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
134	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
135	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
136	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
137	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
138	CRUZ	OK	OK	-0.011	0.011	49.12514933	0.000223918	0	0	49.12514933	0
139	CRUZ	OK	OK	-0.011	0.011	49.12514933	0.000223918	0	0	49.12514933	0
14	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
140	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
141	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
142	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
143	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
144	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
145	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
146	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
147	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
148	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
149	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
15	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
150	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
151	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
152	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
153	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
154	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
155	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
156	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
157	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
158	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
159	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
16	COL 12X12	OK	OK	-3.6E-18	7.1E-15	141.4804301	5.02048E-17	-2.88	2.898	141.4804301	0.0204834
160	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
161	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
162	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
163	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
164	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
165	COL 12X12	OK	OK	-3.318E-16	3.69E-15	141.4804301	2.60672E-17	-4.15	4.684	141.4804301	0.03310705
166	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
167	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
168	CANAL VANO	OK	OK	-7.637E-15	4.4E-16	32.2818118	2.36573E-16	-0.089	0.088	31.5644382	0.00281963
169	COL 12X12	OK	OK	-2.22E-16	9.55E-16	141.4804301	6.75005E-18	-4.33	4.49	141.4804301	0.03173584
17	COL 12X12	OK	OK	-7.24E-15	1.79E-15	141.4804301	5.11732E-17	-2.885	2.893	141.4804301	0.02044806
170	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
171	VIGA CANAL	OK	OK	-6.806	5.96	24.54656535	0.277268934	-1.7E-12	1.841E-12	9.68943369	1.9E-13
172	VIGA CANAL	OK	OK	-14.74	14.002	24.54656535	0.600491343	-1.8E-12	1.818E-12	9.68943369	1.8948E-13
173	VIGA 30X12	OK	OK	-21.779	20.534	111.932338	0.194572904	-1.2E-12	2.797E-12	44.7729352	6.2471E-14
174	VIGA 30X12	OK	OK	-22.568	22.827	111.932338	0.203935703	-2E-13	1.137E-13	44.7729352	4.3888E-15
175	VIGA TIPO C	OK	OK	-6.553	6.135	28.74436103	0.227975149	-3.8E-14	4.151E-14	10.23771763	4.0546E-15
176	VIGA TIPO C	OK	OK	-6.031	5.823	28.74436103	0.209815066	-4.4E-14	3.97E-14	10.23771763	4.3213E-15
177	VIGA 30X12	OK	OK	-24.041	24.378	111.932338	0.217792288	-1.1E-13	1.137E-13	44.7729352	2.564E-15

178	VIGA TIPO C	OK	OK	-4.848	5.138	28.74436103	0.178748103	-2.9E-14	3.055E-14	10.23771763	2.9841E-15
179	VIGA 30X12	OK	OK	-26.459	43.76	111.932338	0.390950469	-1.5E-11	1.469E-11	44.7729352	3.281E-13
18	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
180	VIGA TIPO C	OK	OK	-0.278	0.278	28.74436103	0.009671462	0	0	10.23771763	0
181	VIGA 30X12	OK	OK	-17.562	16.877	111.932338	0.156898358	-7.4E-13	4.891E-13	44.7729352	1.6454E-14
182	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
183	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
184	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
185	VIGA 30X12	OK	OK	-12.616	11.647	111.932338	0.112710949	-5.5E-12	7.823E-12	44.7729352	1.7473E-13
186	VIGA 30X12	OK	OK	-11.677	13.139	111.932338	0.117383414	-1.1E-13	1.137E-13	44.7729352	2.564E-15
187	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
188	VIGA TIPO C	OK	OK	-0.278	0.278	28.74436103	0.009671462	0	0	10.23771763	0
189	VIGA 30X12	OK	OK	-13.65	14.419	111.932338	0.128818894	-5.7E-14	1.137E-13	44.7729352	2.5395E-15
19	COL 12X12	OK	OK	-3.561E-15	5.52E-17	141.4804301	2.51696E-17	-4.201	4.238	141.4804301	0.02995467
190	VIGA 30X12	OK	OK	-7.022	6.336	111.932338	0.062734328	-7.4E-12	3.115E-12	44.7729352	1.6604E-13
191	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
192	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
193	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
194	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
195	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
196	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
197	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
198	CRUZ	OK	OK	-0.004914	0.004914	49.12514933	0.00010003	0	0	49.12514933	0
199	CRUZ	OK	OK	-0.006959	0.006959	49.12514933	0.000141659	0	0	49.12514933	0
2	VIGA TIPO C	OK	OK	-5.7	5.977	28.74436103	0.207936436	-4.2E-14	3.305E-14	10.23771763	4.1445E-15
20	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
200	CRUZ	OK	OK	-0.006959	0.006959	49.12514933	0.000141659	0	0	49.12514933	0
201	CRUZ	OK	OK	-0.004914	0.004914	49.12514933	0.00010003	0	0	49.12514933	0
202	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
203	CRUZ	OK	OK	-0.005334	0.005334	49.12514933	0.00010858	0	0	49.12514933	0
204	CRUZ	OK	OK	-0.005334	0.005334	49.12514933	0.00010858	0	0	49.12514933	0
205	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
206	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
207	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
208	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
209	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
21	COL 12X12	OK	OK	-3.554E-15	1.78E-15	141.4804301	2.51201E-17	-4.208	4.231	141.4804301	0.0299052
210	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
211	CRUZ	OK	OK	-0.006959	0.006959	49.12514933	0.000141659	0	0	49.12514933	0
212	CRUZ	OK	OK	-0.006959	0.006959	49.12514933	0.000141659	0	0	49.12514933	0
213	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
214	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
215	CRUZ	OK	OK	-0.011	0.011	49.12514933	0.000223918	0	0	49.12514933	0
216	CRUZ	OK	OK	-0.011	0.011	49.12514933	0.000223918	0	0	49.12514933	0
217	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
218	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
219	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
22	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
220	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
221	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
222	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
223	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
224	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
225	CRUZ	OK	OK	-0.004914	0.004914	49.12514933	0.00010003	0	0	49.12514933	0
226	CRUZ	OK	OK	-0.004914	0.004914	49.12514933	0.00010003	0	0	49.12514933	0
227	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
228	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
229	CRUZ	OK	OK	-0.013	0.013	49.12514933	0.00026463	0	0	49.12514933	0
23	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
232	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
233	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
234	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
235	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
24	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
240	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
241	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
242	CRUZ	OK	OK	-0.005924	0.005924	49.12514933	0.00012059	0	0	49.12514933	0
243	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
244	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
245	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
246	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
247	CRUZ	OK	OK	-0.016	0.016	49.12514933	0.000325699	0	0	49.12514933	0
248	CRUZ	OK	OK	-0.016	0.016	49.12514933	0.000325699	0	0	49.12514933	0
249	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
25	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
250	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
251	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
252	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
253	CRUZ	OK	OK	-0.016	0.016	49.12514933	0.000325699	0	0	49.12514933	0
254	CRUZ	OK	OK	-0.016	0.016	49.12514933	0.000325699	0	0	49.12514933	0
255	CRUZ	OK	OK	-0.006897	0.006897	49.12514933	0.000140397	0	0	49.12514933	0
256	CRUZ	OK	OK	-0.006897	0.006897	49.12514933	0.000140397	0	0	49.12514933	0
257	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
258	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
259	CRUZ	OK	OK	-0.004275	0.004275	49.12514933	8.70226E-05	0	0	49.12514933	0
26	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
260	CRUZ	OK	OK	-0.004275	0.004275	49.12514933	8.70226E-05	0	0	49.12514933	0
261	CRUZ	OK	OK	-0.005924	0.005924	49.12514933	0.00012059	0	0	49.12514933	0
262	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
263	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0

264	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
265	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
266	CRUZ	OK	OK	-0.005924	0.005924	49.12514933	0.00012059	0	0	49.12514933	0
267	CRUZ	OK	OK	-0.005924	0.005924	49.12514933	0.00012059	0	0	49.12514933	0
268	CRUZ	OK	OK	-0.004302	0.004302	49.12514933	8.75723E-05	0	0	49.12514933	0
269	CRUZ	OK	OK	-0.004302	0.004302	49.12514933	8.75723E-05	0	0	49.12514933	0
27	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
270	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
271	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
272	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
273	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
274	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
275	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
276	CRUZ	OK	OK	-0.016	0.016	49.12514933	0.000325699	0	0	49.12514933	0
277	CRUZ	OK	OK	-0.016	0.016	49.12514933	0.000325699	0	0	49.12514933	0
278	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
279	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
28	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
280	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
281	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
282	CRUZ	OK	OK	-0.016	0.016	49.12514933	0.000325699	0	0	49.12514933	0
283	CRUZ	OK	OK	-0.016	0.016	49.12514933	0.000325699	0	0	49.12514933	0
284	CRUZ	OK	OK	-0.006897	0.006897	49.12514933	0.000140397	0	0	49.12514933	0
285	CRUZ	OK	OK	-0.006897	0.006897	49.12514933	0.000140397	0	0	49.12514933	0
286	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
287	CRUZ	OK	OK	-0.004329	0.004329	49.12514933	8.81219E-05	0	0	49.12514933	0
288	CRUZ	OK	OK	-0.004275	0.004275	49.12514933	8.70226E-05	0	0	49.12514933	0
289	CRUZ	OK	OK	-0.004275	0.004275	49.12514933	8.70226E-05	0	0	49.12514933	0
29	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
290	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
291	VIGA CANAL	OK	OK	-19.555	18.481	24.54656535	0.796649133	-5.7E-14	1.139E-13	9.68943369	1.1755E-14
292	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
293	CRUZ	OK	OK	-0.004275	0.004275	49.12514933	8.70226E-05	0	0	49.12514933	0
294	CRUZ	OK	OK	-0.004275	0.004275	49.12514933	8.70226E-05	0	0	49.12514933	0
295	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
296	CRUZ	OK	OK	-0.004337	0.004337	49.12514933	8.82847E-05	0	0	49.12514933	0
297	CRUZ	OK	OK	-0.004275	0.004275	49.12514933	8.70226E-05	0	0	49.12514933	0
298	CRUZ	OK	OK	-0.004275	0.004275	49.12514933	8.70226E-05	0	0	49.12514933	0
299	CRUZ	OK	OK	-0.004302	0.004302	49.12514933	8.75723E-05	0	0	49.12514933	0
3	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
30	PARAL	OK	OK	-2.778E-19	2.78E-19	67.20320428	4.13373E-21	0	0	63.66619353	0
300	CRUZ	OK	OK	-0.004302	0.004302	49.12514933	8.75723E-05	0	0	49.12514933	0
31	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
32	CANAL VANO	OK	OK	-1.429E-14	1.44E-14	32.2818118	4.44833E-16	-0.194	0.216	31.5644382	0.00684314
33	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
34	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
349	PARAL	OK	OK	-2.045	2.378	67.20320428	0.035385217	-5.1E-12	6.628E-12	63.66619353	1.0411E-13
35	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
350	PARAL	OK	OK	-1.702	2.412	67.20320428	0.035891146	-1.4E-11	7.736E-12	63.66619353	2.1581E-13
353	PARAL	OK	OK	-2.585	2.905	67.20320428	0.043227105	-7.6E-12	9.951E-12	63.66619353	1.563E-13
354	PARAL	OK	OK	-3.665	4	67.20320428	0.059520971	-4.7E-12	7.93E-12	63.66619353	1.2456E-13
355	PARAL	OK	OK	-2.635	2.77	67.20320428	0.041218273	-6.1E-12	8.141E-12	63.66619353	1.2787E-13
356	PARAL	OK	OK	-2.498	2.58	67.20320428	0.038391027	-5.7E-12	7.629E-12	63.66619353	1.1983E-13
357	PARAL	OK	OK	-2.231	3.379	67.20320428	0.050280341	-1.6E-11	9.382E-12	63.66619353	2.5681E-13
358	PARAL	OK	OK	-2.889	3.14	67.20320428	0.046723963	-3.7E-12	6.339E-12	63.66619353	9.9566E-14
359	COL 12X12	OK	OK	-5.903	5.825	141.4804301	0.041723085	-2.009	0.534	141.4804301	0.01419984
36	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
360	COL 12X12	OK	OK	-2.711	2.483	141.4804301	0.019161661	-3.8E-12	4.515E-13	141.4804301	2.6682E-14
361	COL 12X12	OK	OK	-2.741	2.855	141.4804301	0.020179469	-3.8E-12	4.171E-13	141.4804301	2.6682E-14
362	COL 12X12	OK	OK	-4.035	32.115	141.4804301	0.226992525	-3.8E-12	1.487E-11	141.4804301	1.051E-13
363	COL 12X12	OK	OK	-3.928	3.544	141.4804301	0.027763557	-3.8E-12	1.868E-12	141.4804301	2.6682E-14
364	COL 12X12	OK	OK	-3.081	3.175	141.4804301	0.022441266	-2.9E-11	2.91E-11	141.4804301	2.0568E-13
365	COL 12X12	OK	OK	-2.095	2.269	141.4804301	0.016037554	-3.8E-12	3.74E-13	141.4804301	2.6682E-14
366	COL 12X12	OK	OK	-1.874	2.529	141.4804301	0.017875264	-3.8E-12	4.569E-13	141.4804301	2.6682E-14
367	COL 12X12	OK	OK	-1.871	1.698	141.4804301	0.013224444	-1.565	108.279	141.4804301	0.76532846
368	CANAL VANO	OK	OK	-1.808	1.833	32.2818118	0.0567812	-5.3E-05	0.000183	31.5644382	5.7977E-06
369	CANAL VANO	OK	OK	-0.779	0.788	32.2818118	0.02441003	-0.958	3.333	31.5644382	0.10559352
37	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
38	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
39	CANAL VANO	OK	OK	-3.535E-15	7.17E-15	32.2818118	2.2223E-16	-0.096	0.087	31.5644382	0.0030414
4	VIGA TIPO C	OK	OK	-8.64	8.591	28.74436103	0.300580694	-2.9E-14	2.949E-14	10.23771763	2.8805E-15
40	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
41	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
42	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
43	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
44	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
45	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
46	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
47	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
48	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
49	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
5	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
50	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
51	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
52	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
53	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
54	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
55	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
56	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
57	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0

58	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
59	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
6	VIGA TIPO C	OK	OK	-4.616	5.789	28.74436103	0.201396023	-2.4E-14	2.949E-14	10.23771763	2.8805E-15
60	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
61	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
62	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
63	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
64	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
65	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
66	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
67	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
68	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
69	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
7	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
70	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
71	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
72	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
73	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
74	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
75	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
76	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
77	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
78	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
79	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
8	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
80	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
81	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
82	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
83	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
84	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
85	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
86	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
87	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
88	COL 12X12	OK	OK	-7.103E-15	7.31E-15	141.4804301	5.16679E-17	-3.267	3.502	141.4804301	0.02475254
89	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
9	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
90	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
91	CANAL VANO	OK	OK	-2.842E-14	4.25E-14	32.2818118	1.31653E-15	-0.069	0.047	31.5644382	0.002186
92	COL 12X12	OK	OK	-7.102E-15	7.11E-15	141.4804301	5.02755E-17	-3.238	3.535	141.4804301	0.02498579
93	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
94	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
95	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
96	CRUZ	OK	OK	-0.007562	0.007562	49.12514933	0.000153933	0	0	49.12514933	0
97	CRUZ	OK	OK	-0.006959	0.006959	49.12514933	0.000141659	0	0	49.12514933	0
98	CRUZ	OK	OK	-0.006959	0.006959	49.12514933	0.000141659	0	0	49.12514933	0
99	CRUZ	OK	OK	-0.005334	0.005334	49.12514933	0.00010858	0	0	49.12514933	0

Anexo 1. Chequeo de la resistencia a cortante de los elementos del sistema Steel framing, por los autores (2020).

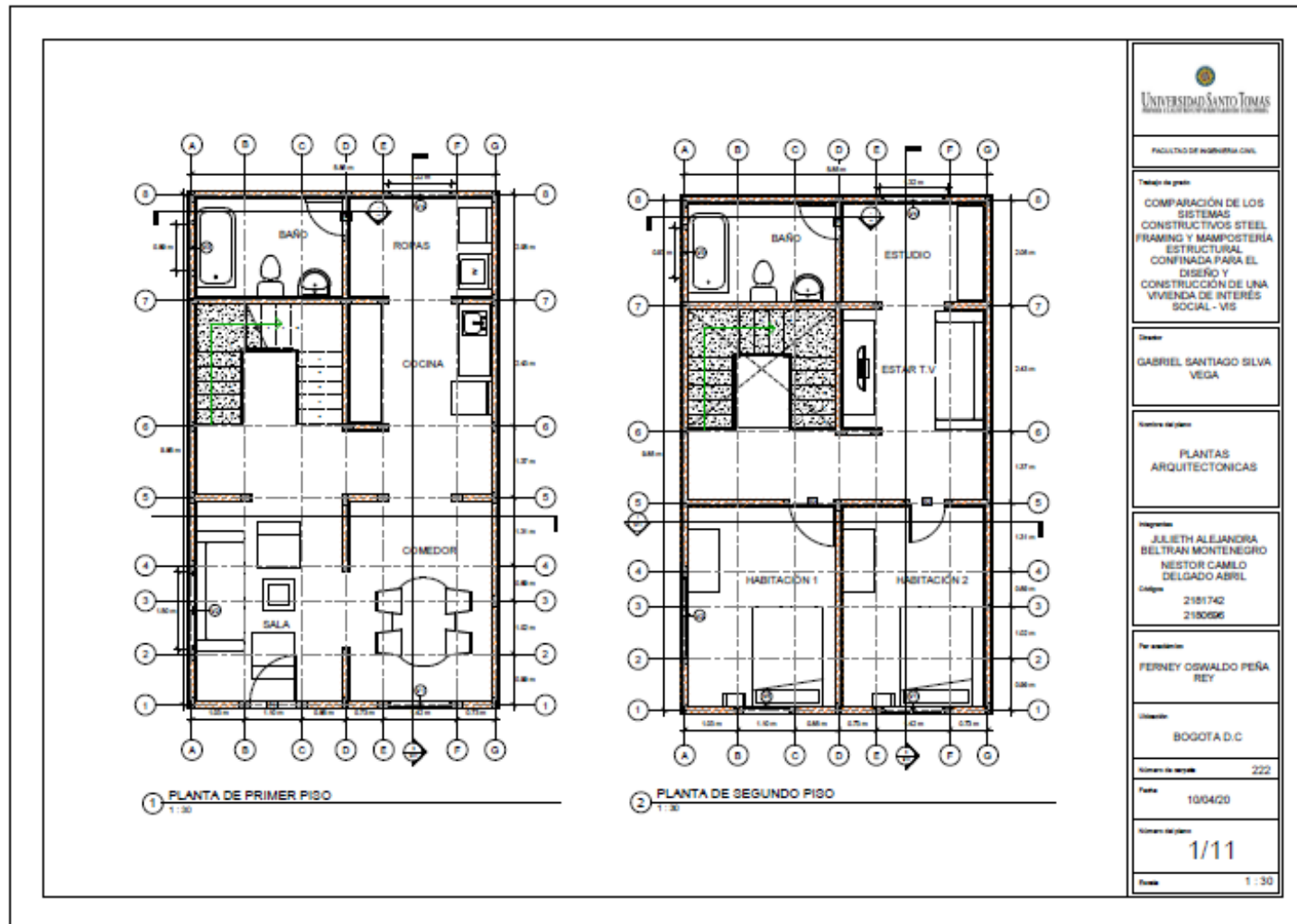
Frame	Section	Valoración Compresión	Máx. de P	Mín. de P2	Máx. de Capacidad compresión	Mín. de IS Compresión
1	COL 12X12	OK	-1.372	-94.792	128.4150031	-0.738169199
10	COL 12X12	OK	-1.518	-24.591	128.4150031	-0.191496316
101	CRUZ	OK	-4.573E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
103	CRUZ	OK	-1.254E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
106	CRUZ	OK	-2.823E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
107	CRUZ	OK	-1.911E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
108	COL 12X12	OK	-2.825	-81.019	128.4150031	-0.630915376
109	COL 12X12	OK	-14.971	-79.763	128.4150031	-0.621134587
11	COL 12X12	OK	-4.706	-111.831	128.4150031	-0.870856187
110	COL 12X12	OK	-17.084	-80.032	128.4150031	-0.623229358
111	COL 12X12	OK	-1.26	-59.045	128.4150031	-0.459798299
112	COL 12X12	OK	-9.738	-95.702	128.4150031	-0.745255598
113	COL 12X12	OK	-0.515	-82.469	128.4150031	-0.642206892
114	COL 12X12	OK	-9.187	-33.372	128.4150031	-0.259876176
115	COL 12X12	OK	-10.169	-37.224	128.4150031	-0.289872671
116	COL 12X12	OK	-3.386	-42.801	128.4150031	-0.333302176
119	PARAL	OK	-7.194E-15	-1.315E-14	61.36485063	-2.14292E-16
12	COL 12X12	OK	-1.643	-29.495	128.4150031	-0.229685
120	PARAL	OK	-3.553E-15	-1.208E-14	61.36485063	-1.96855E-16
123	CRUZ	OK	-7.92E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
124	COL 12X12	OK	-0.897	-84.476	128.4150031	-0.657835906
125	COL 12X12	OK	-6.968	-58.53	128.4150031	-0.455787864
126	COL 12X12	OK	-8.168	-58.36	128.4150031	-0.454464031
127	COL 12X12	OK	-4.118	-83.84	128.4150031	-0.652883214
128	COL 12X12	OK	-6.709	-87.447	128.4150031	-0.680971832
129	COL 12X12	OK	-5.121	-71.816	128.4150031	-0.559249295
13	COL 12X12	OK	-0.811	-42.607	128.4150031	-0.331791449
130	COL 12X12	OK	-4.757	-14.744	128.4150031	-0.114815245
131	COL 12X12	OK	-2.579	-10.988	128.4150031	-0.085566326
132	COL 12X12	OK	-0.594	-66.661	128.4150031	-0.519106011
133	PARAL	OK	-3.775E-16	-3.775E-16	61.36485063	-6.15173E-18
136	PARAL	OK	-8.882E-16	-8.882E-16	61.36485063	-1.44741E-17
137	PARAL	OK	-8.882E-17	-2.38E-14	61.36485063	-3.87844E-16
139	CRUZ	OK	-2.075E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
14	COL 12X12	OK	-2.055	-31.11	128.4150031	-0.242261412
143	PARAL	OK	-5.329E-16	-1.35E-14	61.36485063	-2.19996E-16
144	PARAL	OK	-3.997E-16	-6.217E-15	61.36485063	-1.01312E-16
145	COL 12X12	OK	-0.378	-75.109	128.4150031	-0.584892716
146	COL 12X12	OK	-2.413	-98.144	128.4150031	-0.764272068
147	COL 12X12	OK	-2.416	-89.227	128.4150031	-0.694833141
148	COL 12X12	OK	-1.63	-74.785	128.4150031	-0.582369647
149	COL 12X12	OK	-1.072	-67.99	128.4150031	-0.529455269
15	COL 12X12	OK	-1.769	-45.542	128.4150031	-0.354647034
150	COL 12X12	OK	-1.006	-70.891	128.4150031	-0.552046087
151	COL 12X12	OK	-3.308	-73.821	128.4150031	-0.574862736
152	COL 12X12	OK	-0.517	-67.309	128.4150031	-0.52415215
153	COL 12X12	OK	-1.912	-54.662	128.4150031	-0.425666773
154	COL 12X12	OK	-2.523	-59.736	128.4150031	-0.46517929
155	PARAL	OK	-1.099E-15	-4.419E-15	61.36485063	-7.20119E-17
156	PARAL	OK	-2.176E-15	-1.379E-14	61.36485063	-2.24721E-16
157	PARAL	OK	-1.954E-15	-1.084E-14	61.36485063	-1.76648E-16
158	PARAL	OK	-2.998E-16	-3.353E-15	61.36485063	-5.46404E-17
159	COL 12X12	OK	-1.254	-54.687	128.4150031	-0.425861454
16	COL 12X12	OK	-1.319	-17.034	128.4150031	-0.132648052
160	COL 12X12	OK	-0.683	-48.39	128.4150031	-0.376825128
161	PARAL	OK	-2.998E-16	-1.188E-15	61.36485063	-1.93596E-17
162	PARAL	OK	-1.177E-15	-7.161E-15	61.36485063	-1.16695E-16
163	PARAL	OK	-2.387E-16	-4.563E-15	61.36485063	-7.43585E-17
164	PARAL	OK	-7.327E-16	-3.32E-15	61.36485063	-5.41026E-17
165	COL 12X12	OK	-0.288	-32.963	128.4150031	-0.25669119
168	CANAL VANO	OK	-2.002	-6.371	44.21758591	-0.144082945
169	COL 12X12	OK	-0.026	-29.869	128.4150031	-0.232597432
17	COL 12X12	OK	-1.717	-17.666	128.4150031	-0.137569595
170	CRUZ	OK	-9.071E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
171	VIGA CANAL	OK	-7.806E-19	-1.682E-13	104.3336297	-1.61214E-15
172	VIGA CANAL	OK	-4.996E-17	-5.158E-13	104.3336297	-4.94376E-15
173	VIGA 30X12	OK	-1.643E-18	-2.275E-13	53.83733316	-4.22569E-15

174	VIGA 30X12	OK	-5.183E-14	-6.118E-13	53.83733316	-1.13639E-14
175	VIGA TIPO C	OK	-8.527E-15	-2.703E-12	147.2641624	-1.83548E-14
176	VIGA TIPO C	OK	-2.61E-13	-1.067E-12	147.2641624	-7.24548E-15
177	VIGA 30X12	OK	-2.636E-14	-6.191E-13	53.83733316	-1.14995E-14
178	VIGA TIPO C	OK	-1.885E-13	-2.386E-12	147.2641624	-1.62022E-14
179	VIGA 30X12	OK	-2.04E-16	-0.473	53.83733316	-0.008785725
18	COL 12X12	OK	-0.344	-22.901	128.4150031	-0.17833586
181	VIGA 30X12	OK	-2.461E-15	-3.76E-12	53.83733316	-6.984E-14
183	CRUZ	OK	-2.444E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
185	VIGA 30X12	OK	-2.033E-15	-7.399E-12	53.83733316	-1.37433E-13
186	VIGA 30X12	OK	-1.416E-14	-2.759E-13	53.83733316	-5.1247E-15
189	VIGA 30X12	OK	-8.783E-15	-1.93E-12	53.83733316	-3.58487E-14
19	COL 12X12	OK	-0.073	-42.834	128.4150031	-0.333559155
190	VIGA 30X12	OK	-3.858E-16	-7.979E-12	53.83733316	-1.48206E-13
191	CRUZ	OK	-4.023E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
192	CRUZ	OK	-9.155E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
193	CRUZ	OK	-2.363E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
194	CRUZ	OK	-4.471E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
195	CRUZ	OK	-8.234E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
197	CRUZ	OK	-1.251E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
198	CRUZ	OK	-1.252E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
199	CRUZ	OK	-1.932E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
2	VIGA TIPO C	OK	-2.637E-17	-1.824E-12	147.2641624	-1.23859E-14
20	PARAL	OK	-0.894	-1.733	61.36485063	-0.028240923
202	CRUZ	OK	-1.768E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
203	CRUZ	OK	-2.211E-07	-0.008182	11.57678436	-0.000706759
204	CRUZ	OK	-2.083E-07	-0.008182	11.57678436	-0.000706759
205	CRUZ	OK	-4.314E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
206	CRUZ	OK	-6.75E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
207	CRUZ	OK	-4.146E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
208	CRUZ	OK	-3.661E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
209	CRUZ	OK	-2.262E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
21	COL 12X12	OK	-0.897	-45.495	128.4150031	-0.354281033
210	CRUZ	OK	-4.591E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
211	CRUZ	OK	-3.819E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
212	CRUZ	OK	-0.000000246	-0.014	11.57678436	-0.001209317
213	CRUZ	OK	-1.845E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
214	CRUZ	OK	-0.000000256	-0.014	11.57678436	-0.001209317
215	CRUZ	OK	-0.008027	-0.012	11.57678436	-0.001036557
216	CRUZ	OK	-2.354E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
217	CRUZ	OK	-0.000000926	-0.014	11.57678436	-0.001209317
218	CRUZ	OK	-1.835E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
219	CRUZ	OK	-8.705E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
22	PARAL	OK	-1.688	-3.154	61.36485063	-0.051397501
220	CRUZ	OK	-7.689E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
221	CRUZ	OK	-2.614E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
222	CRUZ	OK	-9.434E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
223	CRUZ	OK	-4.104E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
224	CRUZ	OK	-4.664E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
225	CRUZ	OK	-1.012E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
226	CRUZ	OK	-1.264E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
227	CRUZ	OK	-2.033E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
228	CRUZ	OK	-0.00002383	-0.00003721	11.57678436	-3.21419E-06
229	CRUZ	OK	-0.000000111	-0.014	11.57678436	-0.001209317
23	COL 12X12	OK	-2.036	-58	128.4150031	-0.45166062
232	CRUZ	OK	-6.007E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
233	CRUZ	OK	-1.445E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
234	CRUZ	OK	-3.237E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
235	CRUZ	OK	-2.825E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
24	PARAL	OK	-0.016	-0.285	61.36485063	-0.004644353
240	CRUZ	OK	-2.717E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
241	CRUZ	OK	-3.183E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
242	CRUZ	OK	-1.694E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
243	CRUZ	OK	-2.797E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
244	CRUZ	OK	-0.000000825	-0.014	11.57678436	-0.001209317
245	CRUZ	OK	-4.405E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
246	CRUZ	OK	-2.842E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
247	CRUZ	OK	-3.419E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
248	CRUZ	OK	-1.466E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
249	CRUZ	OK	-2.395E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317

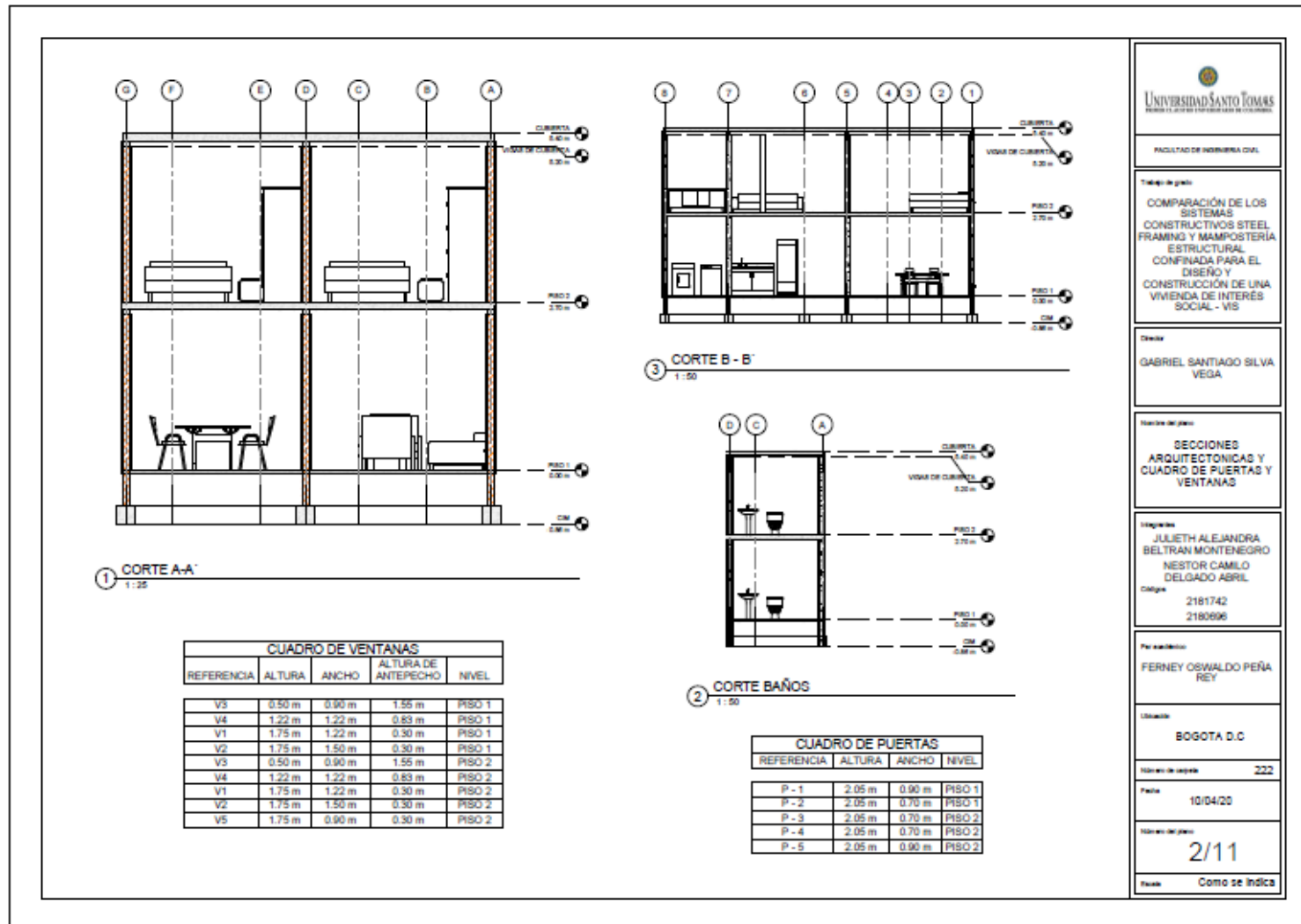
25	PARAL	OK	-1.11E-15	-8.349E-15	61.36485063	-1.36055E-16
250	CRUZ	OK	-0.000000735	-0.014	11.57678436	-0.001209317
251	CRUZ	OK	-3.395E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
252	CRUZ	OK	-2.295E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
253	CRUZ	OK	-1.079E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
254	CRUZ	OK	-6.343E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
255	CRUZ	OK	-2.54E-08	-0.004302	11.57678436	-0.000371606
256	CRUZ	OK	-2.116E-08	-0.004302	11.57678436	-0.000371606
257	CRUZ	OK	-1.749E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
258	CRUZ	OK	-8.438E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
259	CRUZ	OK	-6.125E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
26	PARAL	OK	-0.0006866	-0.263	61.36485063	-0.004285841
260	CRUZ	OK	-2.269E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
261	CRUZ	OK	-1.602E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
263	CRUZ	OK	-1.054E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
264	CRUZ	OK	-1.323E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
266	CRUZ	OK	-1.552E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
268	CRUZ	OK	-1.174E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
269	CRUZ	OK	-6.254E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
271	CRUZ	OK	-9.507E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
273	CRUZ	OK	-6.591E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
274	CRUZ	OK	-2.238E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
276	CRUZ	OK	-0.000000246	-0.014	11.57678436	-0.001209317
279	CRUZ	OK	-5.308E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
28	PARAL	OK	-0.186	-0.582	61.36485063	-0.009484257
280	CRUZ	OK	-1.473E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
282	CRUZ	OK	-8.542E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
284	CRUZ	OK	-2.02E-08	-0.004302	11.57678436	-0.000371606
287	CRUZ	OK	-5.154E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
289	CRUZ	OK	-2.022E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
29	PARAL	OK	-2.598E-14	-4.041E-14	61.36485063	-6.5852E-16
290	CRUZ	OK	-3.096E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
291	VIGA CANAL	OK	-2.573E-15	-1.434E-14	104.3336297	-1.37444E-16
292	CRUZ	OK	-3.575E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
294	CRUZ	OK	-3.371E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
296	CRUZ	OK	-9.724E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317
297	CRUZ	OK	-1.234E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
298	CRUZ	OK	-0.003619	-0.005629	11.57678436	-0.000486232
299	CRUZ	OK	-1.974E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
3	COL 12X12	OK	-3.845	-68.874	128.4150031	-0.5363392
300	CRUZ	OK	-1.586E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
31	PARAL	OK	-3.553E-16	-2.167E-14	61.36485063	-3.53134E-16
32	CANAL VANO	OK	-3.118	-4.778	44.21758591	-0.108056555
33	PARAL	OK	-5.245E-14	-8.518E-14	61.36485063	-1.38809E-15
34	COL 12X12	OK	-1.602	-54.813	128.4150031	-0.426842648
349	PARAL	OK	-1.633E-15	-1.76E-12	61.36485063	-2.86809E-14
35	PARAL	OK	-0.044	-0.287	61.36485063	-0.004676944
350	PARAL	OK	-8.065E-15	-1.405E-12	61.36485063	-2.28958E-14
353	PARAL	OK	-1.877E-16	-3.879E-12	61.36485063	-6.32121E-14
354	PARAL	OK	-6.518E-13	-9.008E-12	61.36485063	-1.46794E-13
355	PARAL	OK	-6.91E-14	-4.337E-13	61.36485063	-7.06756E-15
356	PARAL	OK	-6.245E-18	-3.858E-12	61.36485063	-6.28699E-14
357	PARAL	OK	-6.939E-18	-2.854E-12	61.36485063	-4.65087E-14
358	PARAL	OK	-6.986E-13	-7.367E-12	61.36485063	-1.20052E-13
359	COL 12X12	OK	-1.324E-15	-2.369E-13	128.4150031	-1.8448E-15
36	COL 12X12	OK	-2.476	-29.102	128.4150031	-0.22662461
360	COL 12X12	OK	-2.902E-13	-1.064E-12	128.4150031	-8.28564E-15
361	COL 12X12	OK	-2.646E-13	-9.692E-13	128.4150031	-7.5474E-15
362	COL 12X12	OK	-7.674E-15	-0.314	128.4150031	-0.002445197
363	COL 12X12	OK	-6.091E-15	-3.681E-12	128.4150031	-2.86649E-14
364	COL 12X12	OK	-4.757E-16	-3.555E-12	128.4150031	-2.76837E-14
365	COL 12X12	OK	-1.94E-13	-7.241E-13	128.4150031	-5.63875E-15
366	COL 12X12	OK	-1.076E-13	-2.437E-12	128.4150031	-1.89775E-14
367	COL 12X12	OK	-6.4E-14	-7.274E-12	128.4150031	-5.66445E-14
368	CANAL VANO	OK	-3.087E-13	-4.802E-13	44.21758591	-1.08599E-14
369	CANAL VANO	OK	-3.123E-18	-0.002313	44.21758591	-5.23095E-05
37	COL 12X12	OK	-2.568	-28.758	128.4150031	-0.223945795
38	COL 12X12	OK	-1.133	-39.662	128.4150031	-0.308857992
39	CANAL VANO	OK	-4.376	-7.016	44.21758591	-0.158669901
4	VIGA TIPO C	OK	-7.027E-14	-4.604E-13	147.2641624	-3.12635E-15

40	COL 12X12	OK	-1.962	-33.092	128.4150031	-0.257695746
41	COL 12X12	OK	-0.663	-34.495	128.4150031	-0.26862126
42	COL 12X12	OK	-2.557	-4.695	128.4150031	-0.036561149
43	COL 12X12	OK	-2.576	-4.734	128.4150031	-0.036864851
44	COL 12X12	OK	-0.605	-23.075	128.4150031	-0.179690842
45	PARAL	OK	-3.13	-5.665	61.36485063	-0.092316692
46	PARAL	OK	-3.116	-5.58	61.36485063	-0.090931534
47	PARAL	OK	-2.948	-5.253	61.36485063	-0.085602751
48	PARAL	OK	-3.237	-5.785	61.36485063	-0.094272209
49	COL 12X12	OK	-0.612	-43.099	128.4150031	-0.335622777
5	COL 12X12	OK	-7.604	-82.623	128.4150031	-0.643406128
50	COL 12X12	OK	-1.191	-28.624	128.4150031	-0.222902303
51	COL 12X12	OK	-1.063	-27.617	128.4150031	-0.215060541
52	COL 12X12	OK	-1.046	-40.715	128.4150031	-0.317057968
53	COL 12X12	OK	-0.589	-38.904	128.4150031	-0.302955255
54	COL 12X12	OK	-0.212	-34.127	128.4150031	-0.265755552
55	COL 12X12	OK	-1.113	-2.13	128.4150031	-0.016586847
56	COL 12X12	OK	-1.093	-2.177	128.4150031	-0.016952848
57	COL 12X12	OK	-0.205	-30.479	128.4150031	-0.237347656
58	PARAL	OK	-1.017	-2.079	61.36485063	-0.03387933
59	PARAL	OK	-1.859	-3.553	61.36485063	-0.057899595
6	VIGA TIPO C	OK	-9.318E-15	-2.665E-13	147.2641624	-1.80967E-15
60	PARAL	OK	-0.783	-1.661	61.36485063	-0.027067613
61	PARAL	OK	-0.782	-1.637	61.36485063	-0.026676509
62	PARAL	OK	-0.515	-1.145	61.36485063	-0.01865889
63	PARAL	OK	-2.51	-4.598	61.36485063	-0.074928888
64	PARAL	OK	-2.334	-4.289	61.36485063	-0.069893432
65	PARAL	OK	-0.814	-1.65	61.36485063	-0.026888357
66	PARAL	OK	-0.489	-1.25	61.36485063	-0.020369967
67	PARAL	OK	-1.428	-2.776	61.36485063	-0.045237623
68	COL 12X12	OK	-0.873	-38.01	128.4150031	-0.295993451
69	COL 12X12	OK	-1.026	-46.655	128.4150031	-0.363314246
7	COL 12X12	OK	-4.188	-85.823	128.4150031	-0.668325335
70	COL 12X12	OK	-0.924	-42.255	128.4150031	-0.329050337
71	COL 12X12	OK	-0.715	-34.483	128.4150031	-0.268527813
72	COL 12X12	OK	-0.908	-28.274	128.4150031	-0.220176765
73	COL 12X12	OK	-1.014	-29.824	128.4150031	-0.232247006
74	COL 12X12	OK	-1.107	-31.286	128.4150031	-0.243631968
75	COL 12X12	OK	-0.997	-27.488	128.4150031	-0.214055985
76	COL 12X12	OK	-0.814	-25.137	128.4150031	-0.195748155
77	COL 12X12	OK	-1.116	-25.244	128.4150031	-0.196581391
78	PARAL	OK	-0.312	-3.231	61.36485063	-0.052652291
79	PARAL	OK	-0.045	-0.611	61.36485063	-0.00995684
8	COL 12X12	OK	-0.582	-46.672	128.4150031	-0.363446629
80	PARAL	OK	-0.079	-0.698	61.36485063	-0.01137459
81	PARAL	OK	-0.127	-2.712	61.36485063	-0.044194681
82	COL 12X12	OK	-1.317	-25.782	128.4150031	-0.200770933
83	COL 12X12	OK	-1.105	-20.919	128.4150031	-0.162901526
84	PARAL	OK	-0.07	-1.673	61.36485063	-0.027263164
85	PARAL	OK	-0.004704	-0.379	61.36485063	-0.006176174
86	PARAL	OK	-0.003059	-0.434	61.36485063	-0.007072453
87	PARAL	OK	-0.1	-1.677	61.36485063	-0.027328348
88	COL 12X12	OK	-0.387	-19.041	128.4150031	-0.148277067
89	PARAL	OK	-0.00375	-0.156	61.36485063	-0.002542172
9	COL 12X12	OK	-5.469	-50.621	128.4150031	-0.394198487
90	PARAL	OK	-0.0006101	-0.164	61.36485063	-0.00267254
91	CANAL VANO	OK	-1.596	-4.799	44.21758591	-0.108531479
92	COL 12X12	OK	-0.272	-15.331	128.4150031	-0.119386362
93	CRUZ	OK	-4.084E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
96	CRUZ	OK	-3.116E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
97	CRUZ	OK	-3.176E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
98	CRUZ	OK	-2.439E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
99	CRUZ	OK	-1.008E-07	-0.008182	11.57678436	-0.000706759

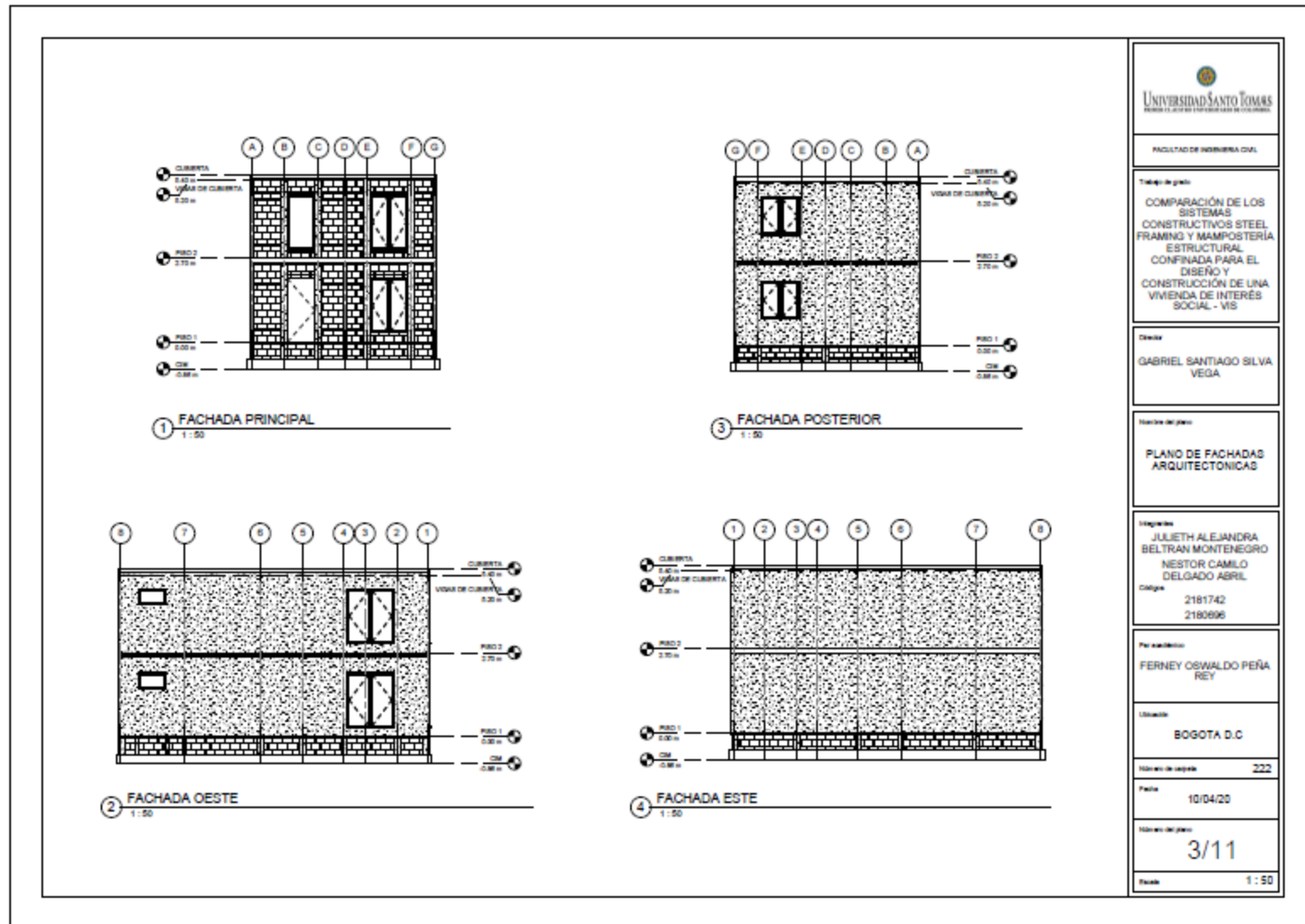
Anexo 2. Planos arquitectónicos y estructurales de la vivienda, en Steel framing y mampostería confinada.



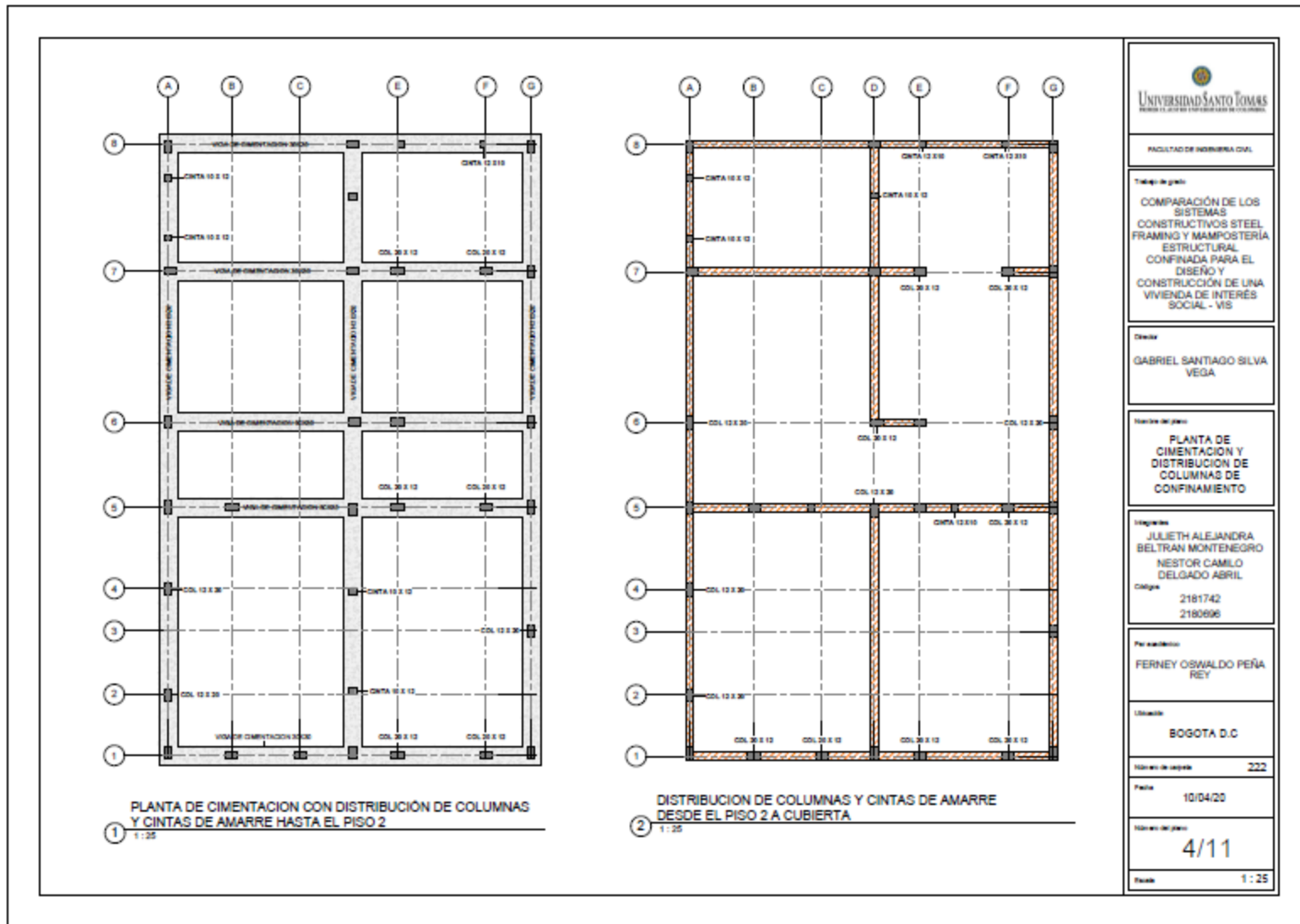
Anexo 2. Plano arquitectónico vivienda de dos pisos, por Murillo, F, 2020.



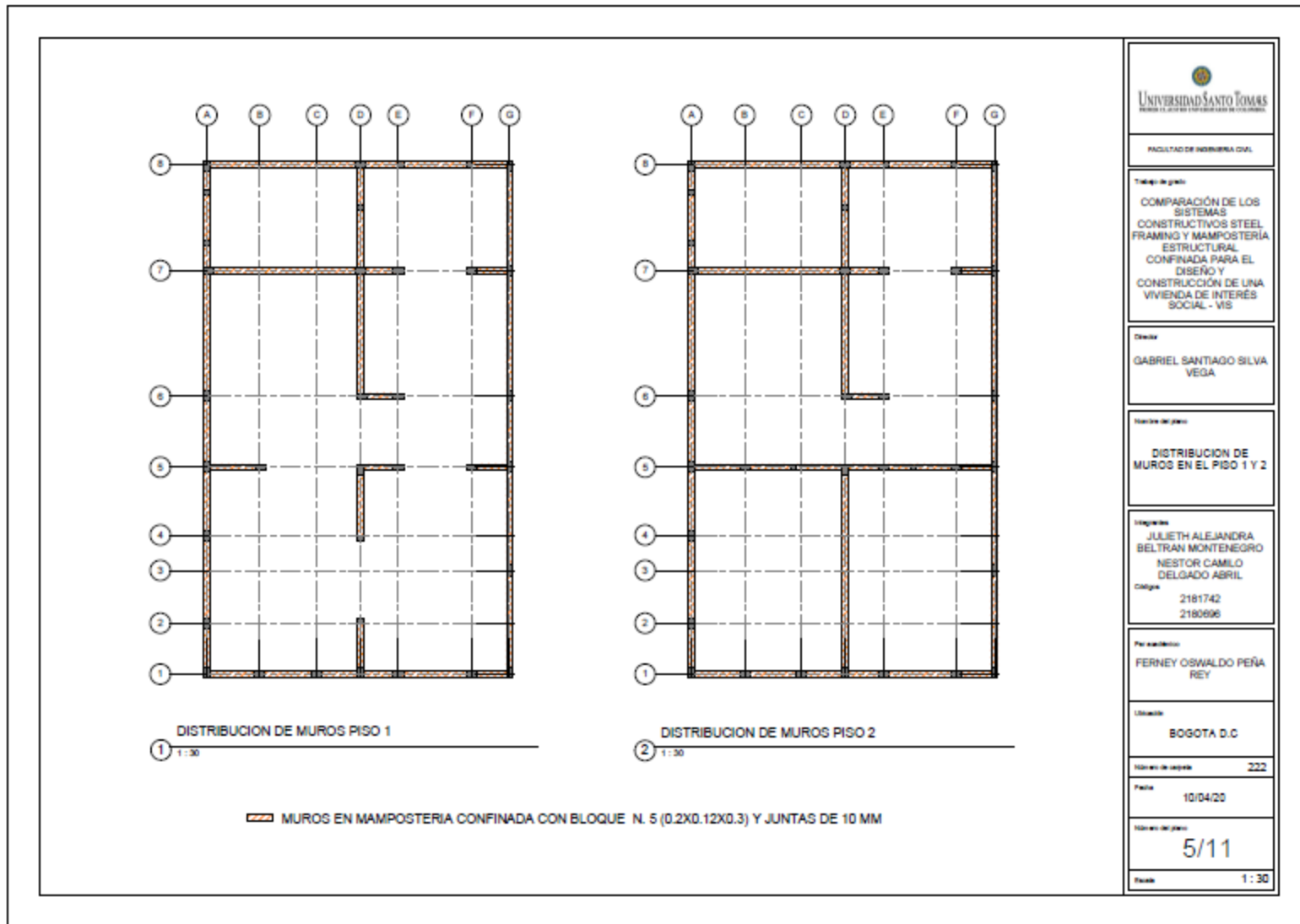
Anexo 6. Plano arquitectónico vivienda de dos pisos, por Murillo, F, 2020.



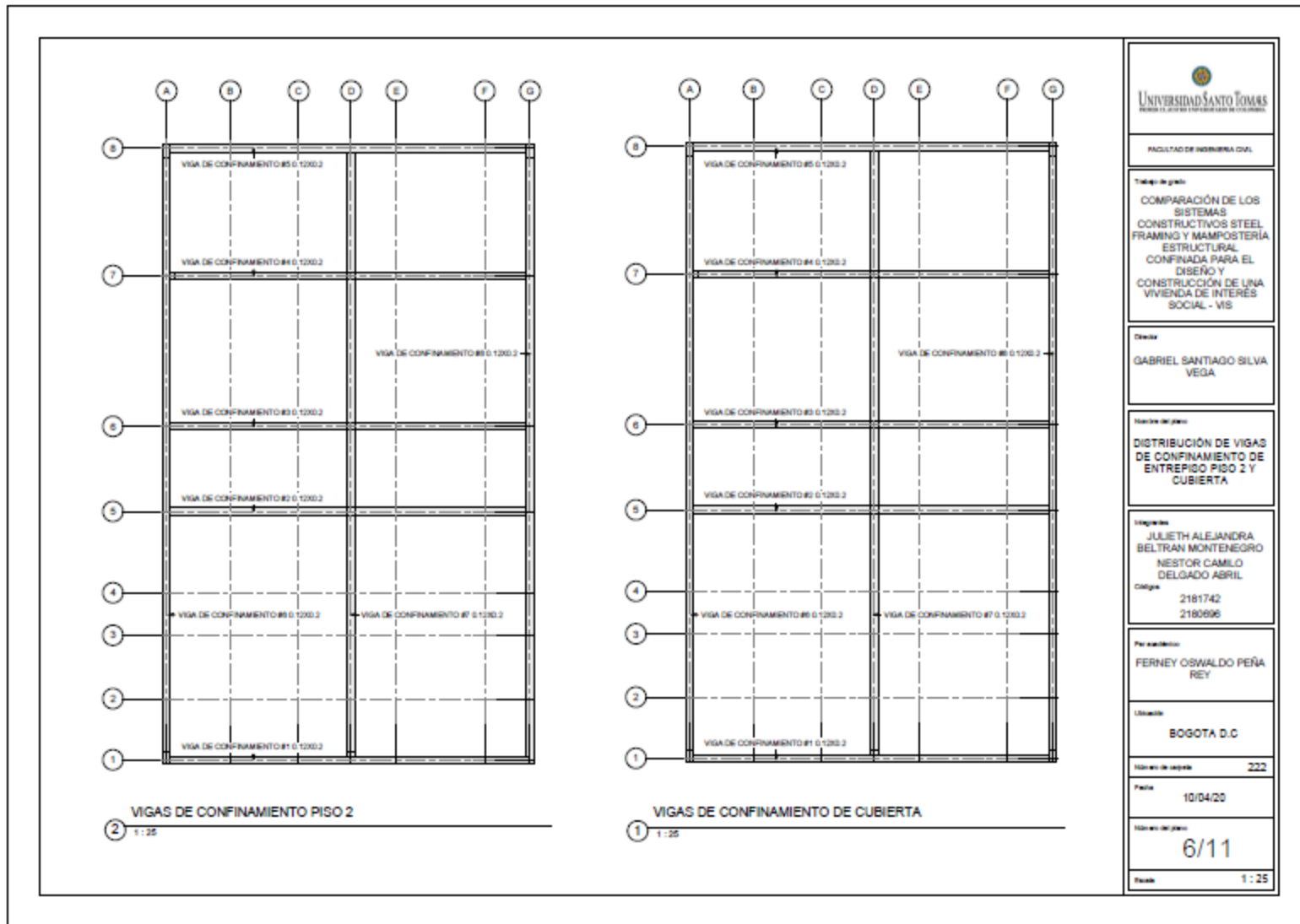
Anexo 2. Plano arquitectónico vivienda de dos pisos, por Murillo, F, 2020.



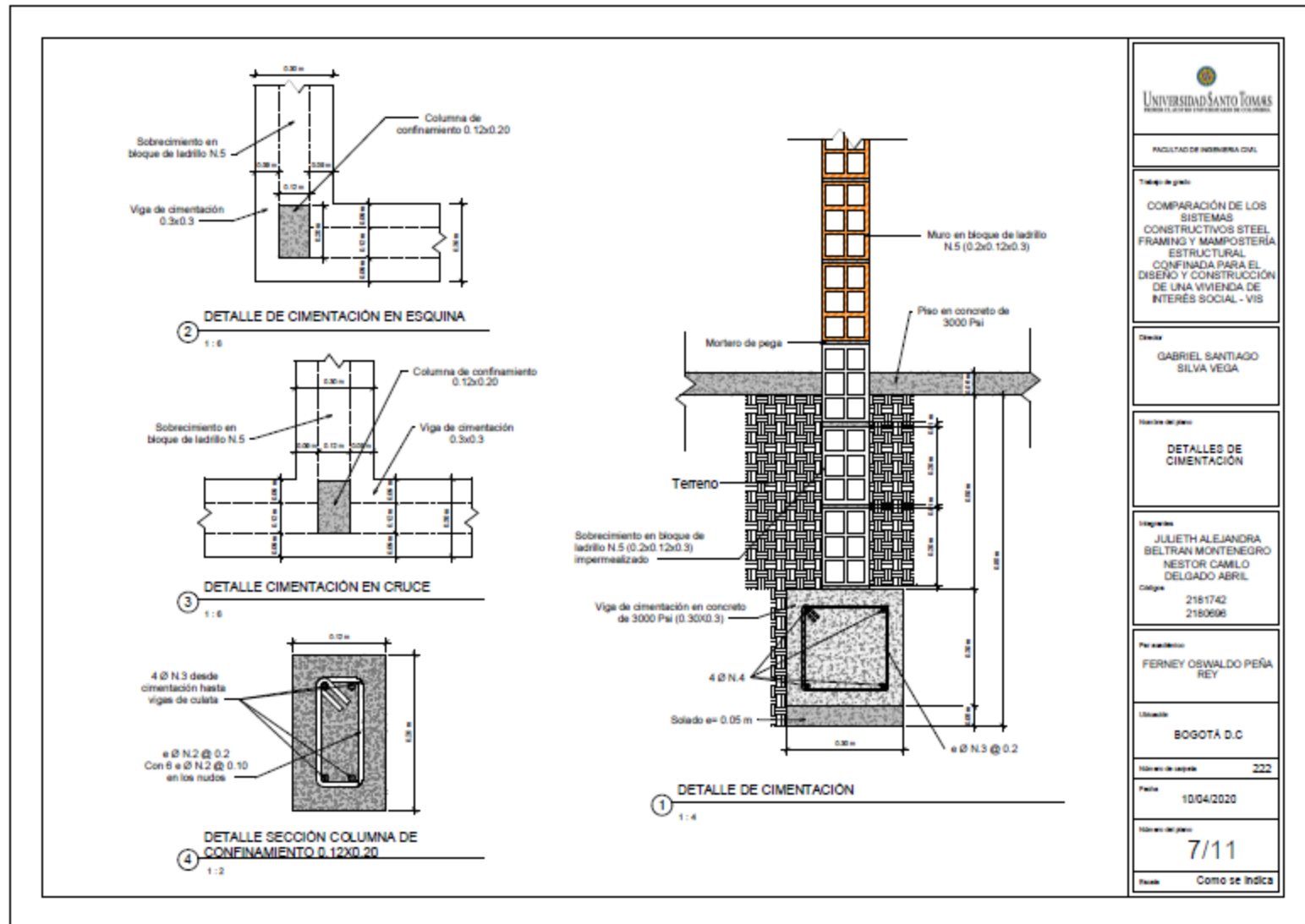
Anexo 2. Plano mampostería confinada, por los autores, 2020.



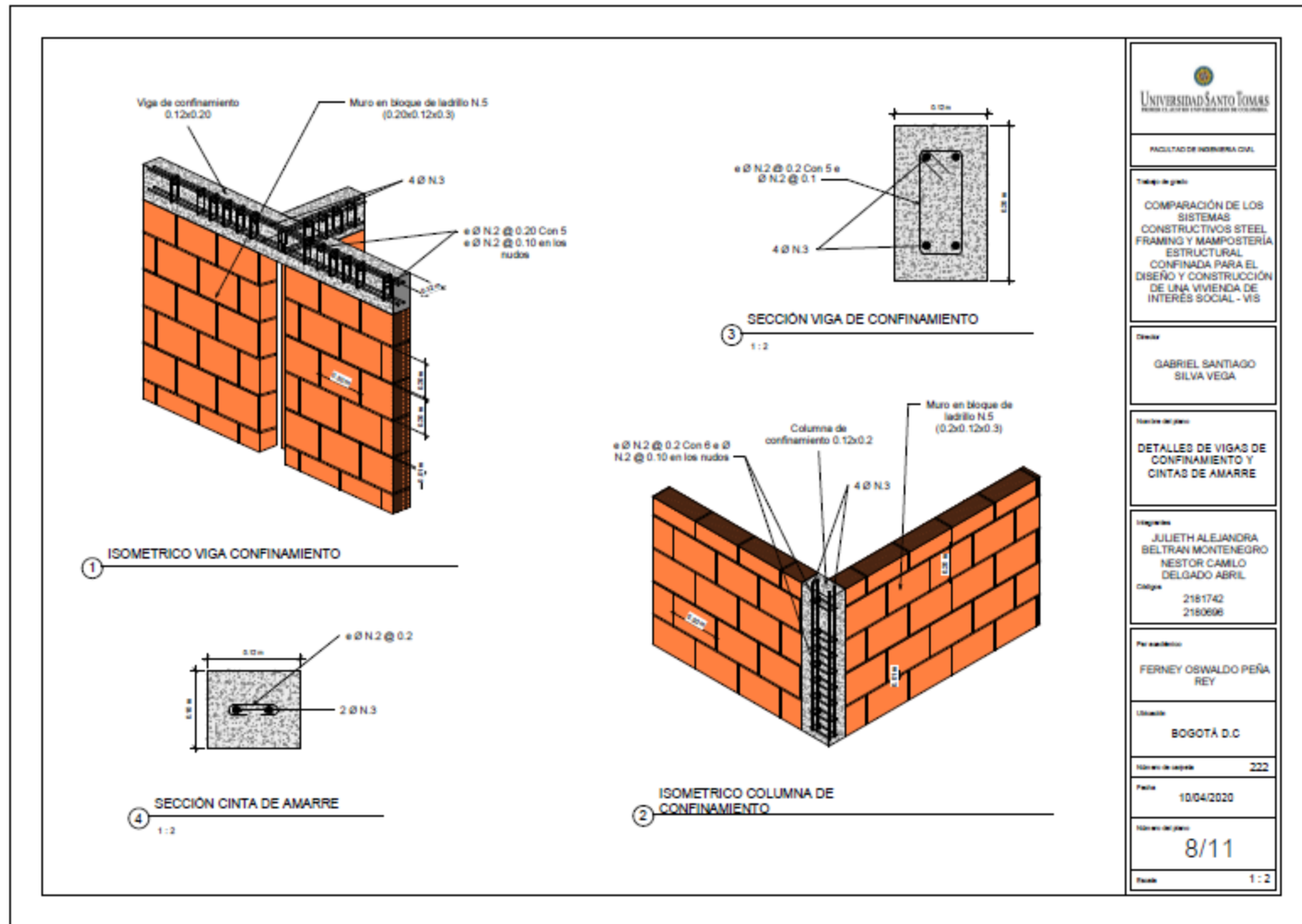
Anexo 2. Plano mampostería confinada, por los autores, 2020.



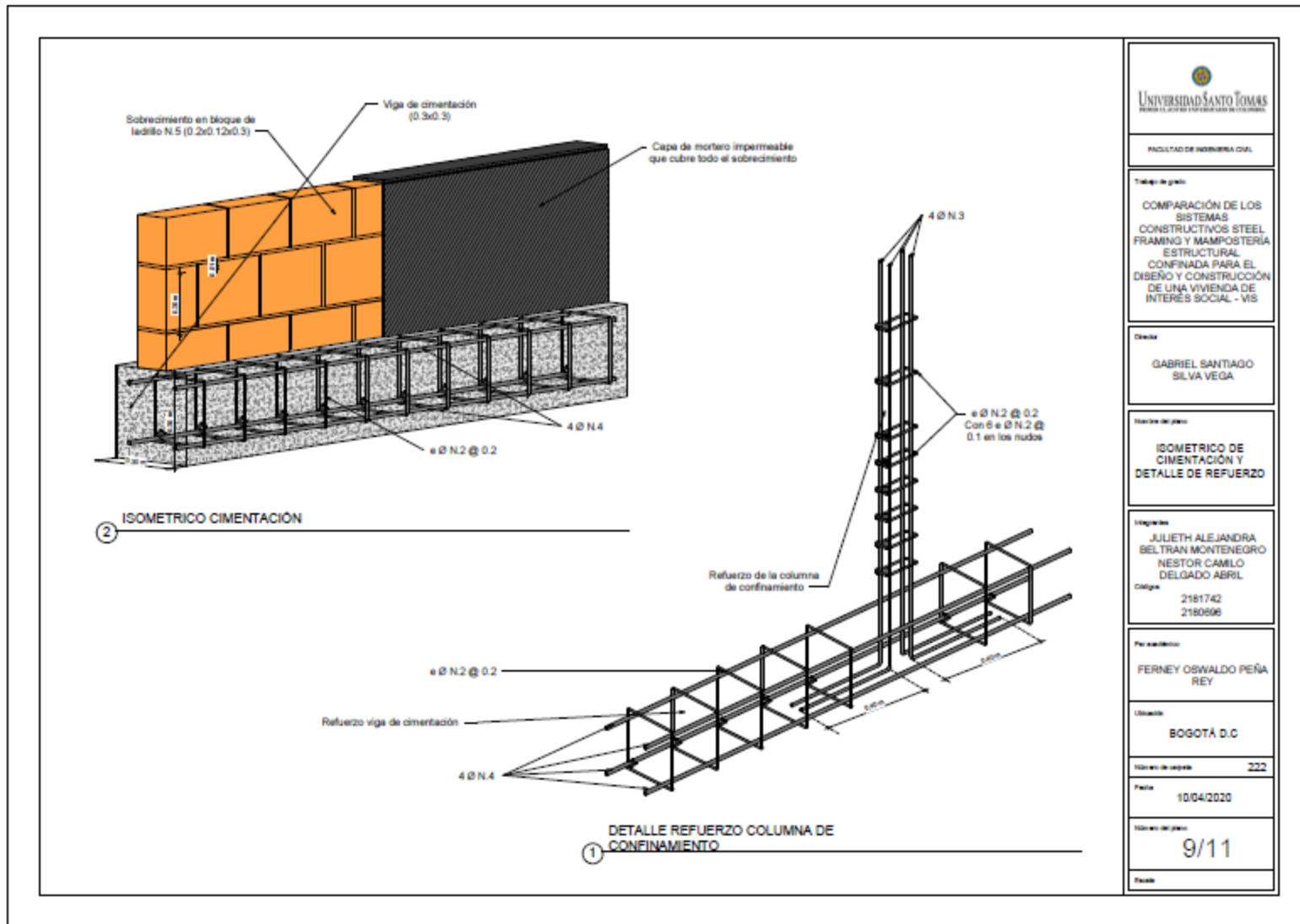
Anexo 2. Plano mampostería confinada, por los autores, 2020.



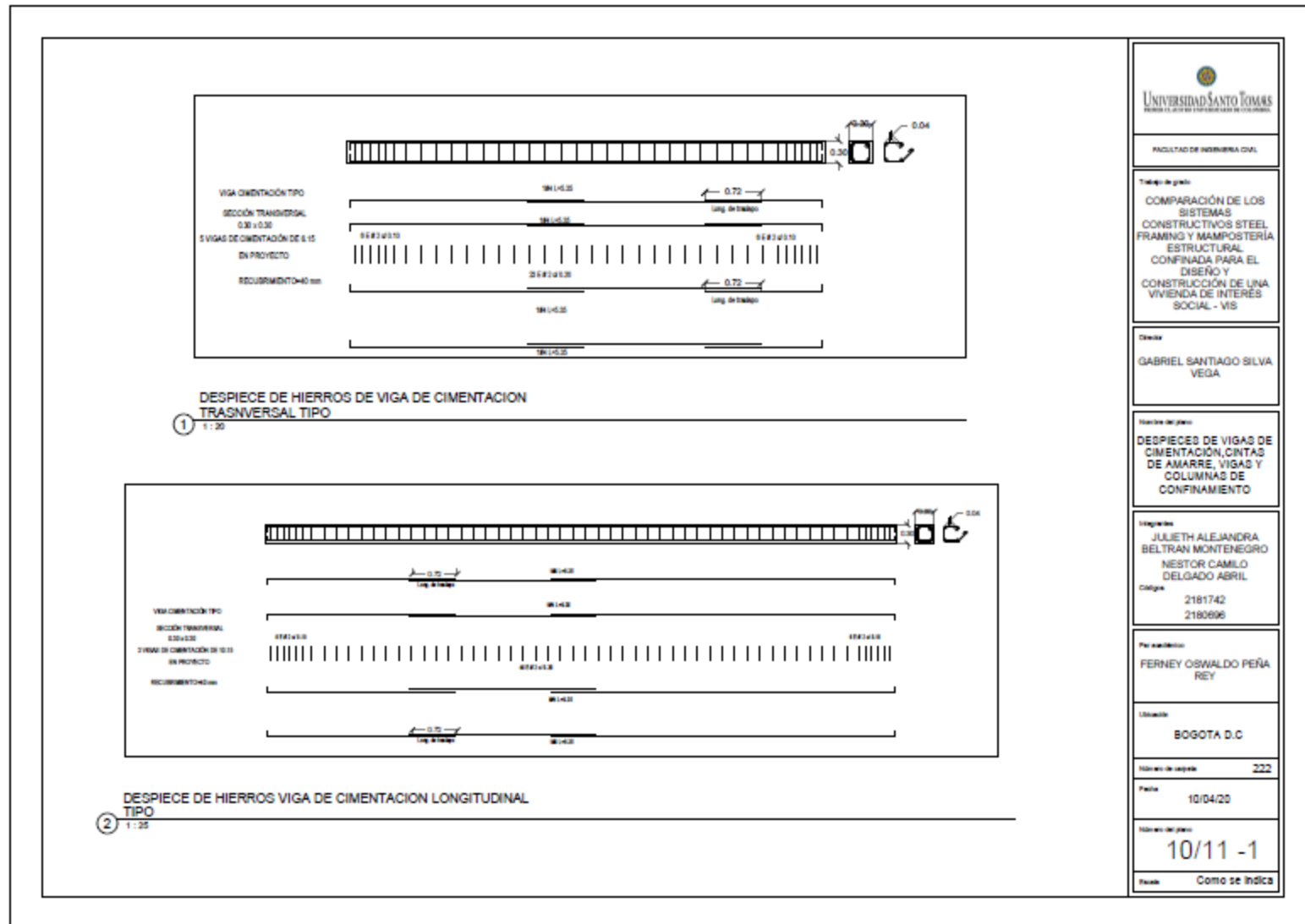
Anexo 2. Plano mampostería confinada, por los autores, 2020.



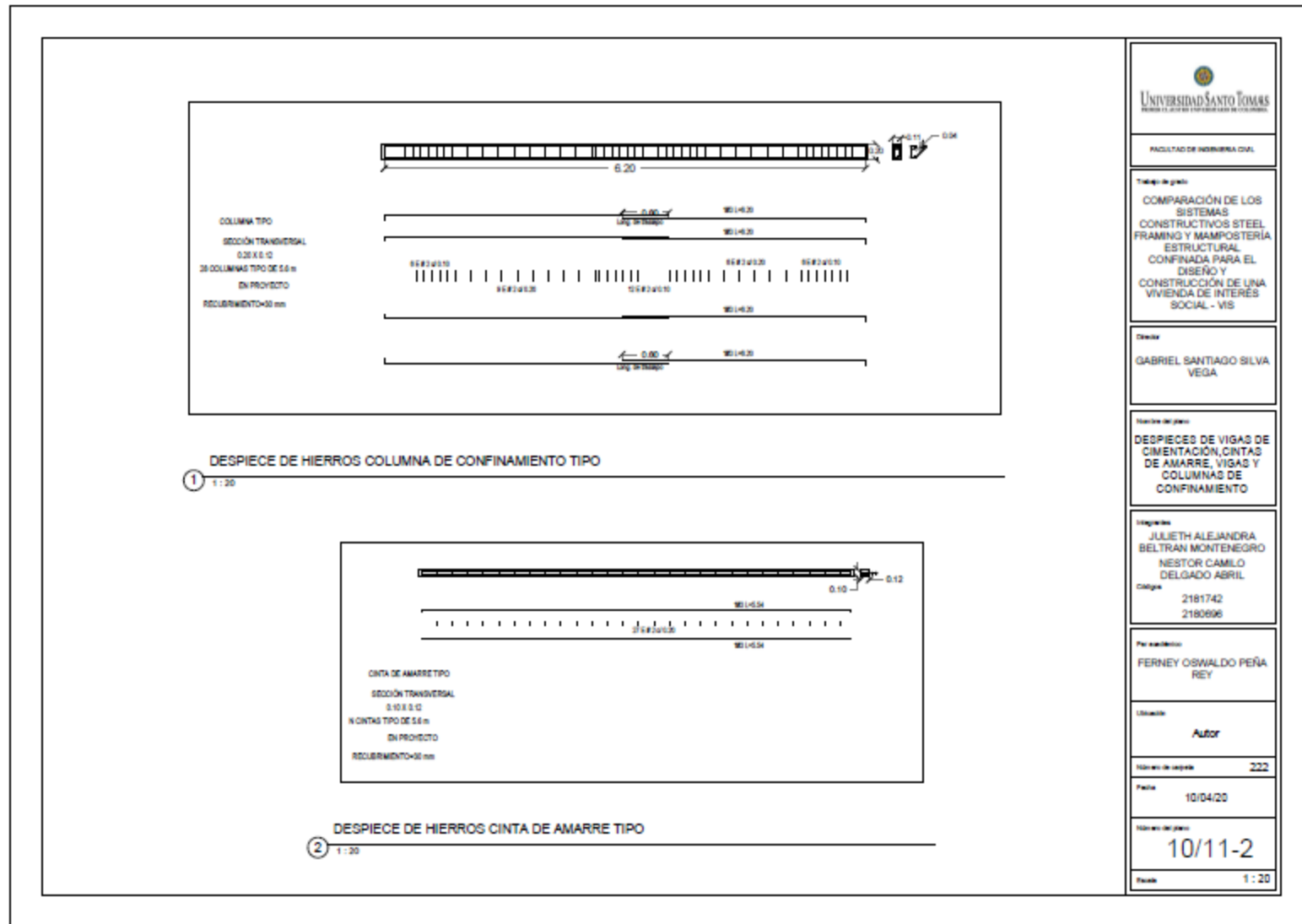
Anexo 2. Plano mampostería confinada, por los autores, 2020.

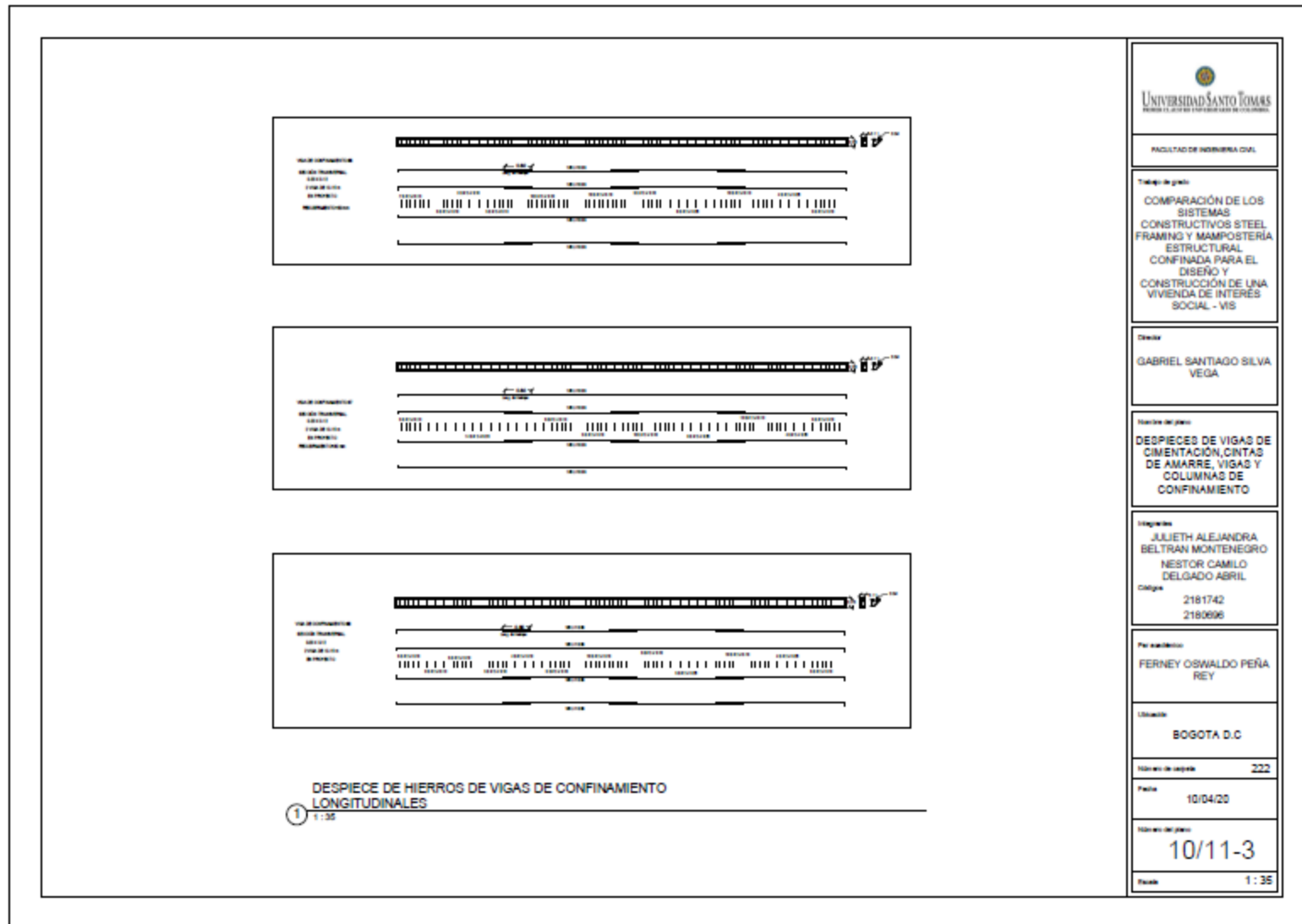


Anexo 2. Plano mampostería confinada, por los autores, 2020.

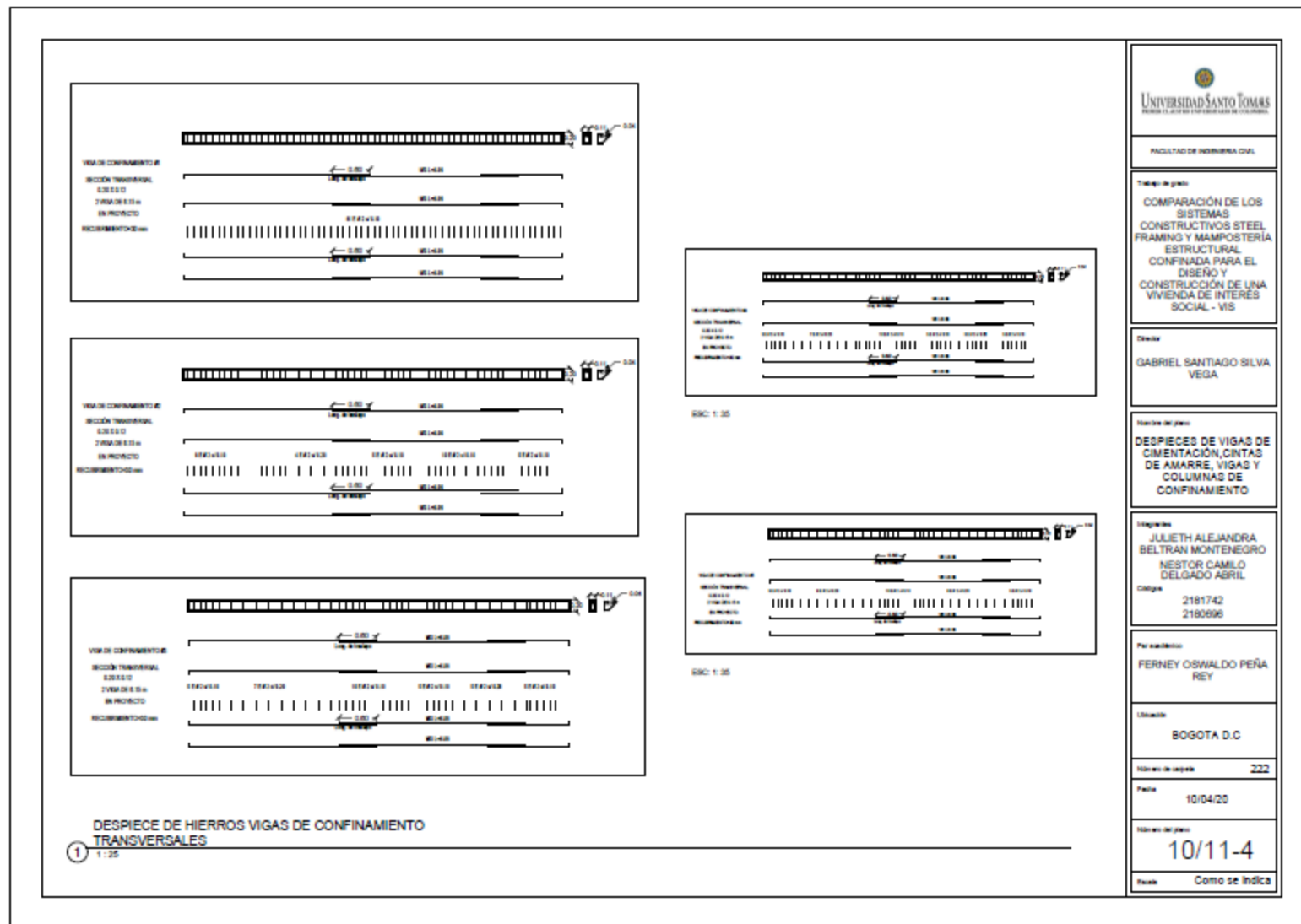


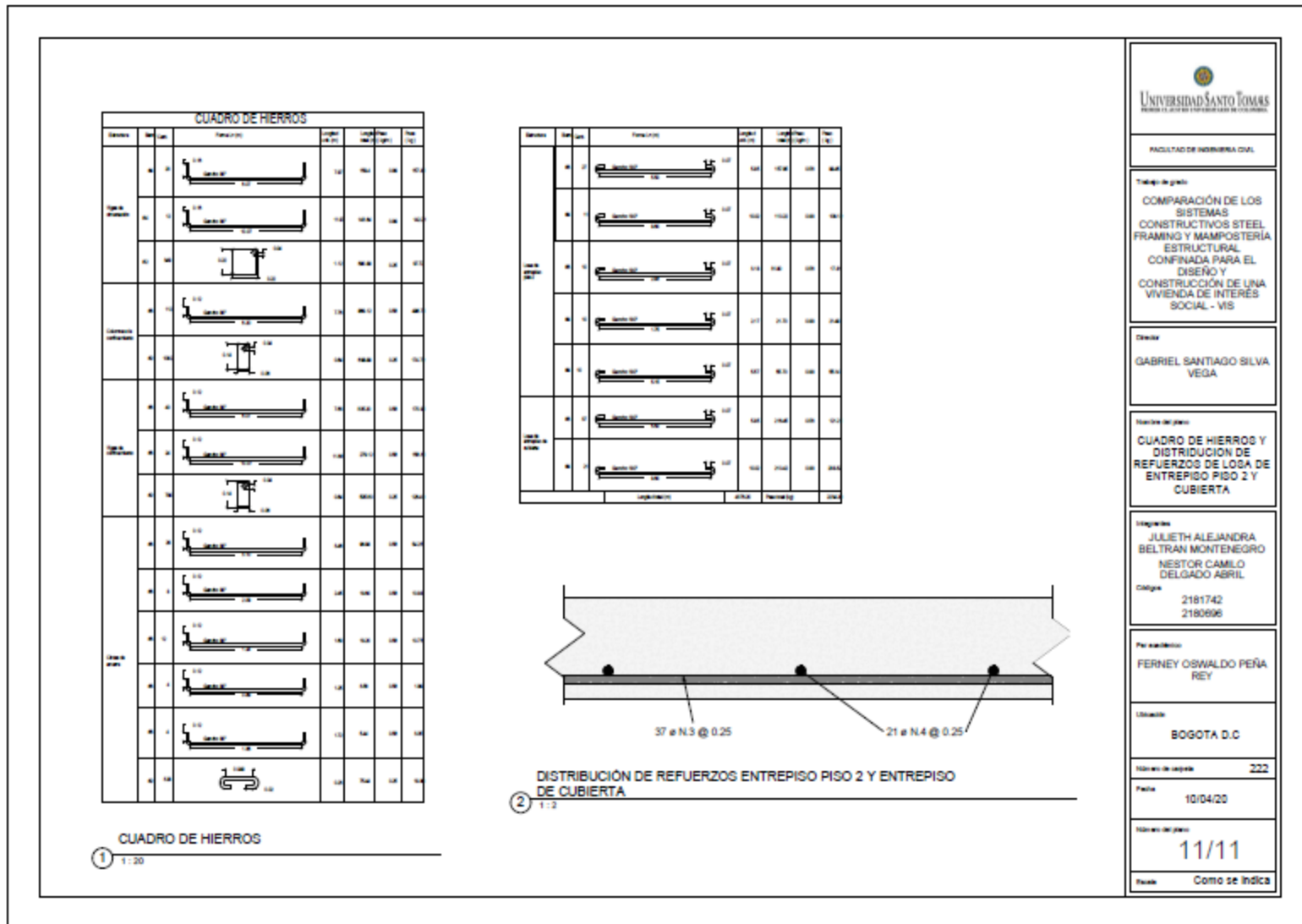
Anexo 2. Plano mampostería confinada, por los autores, 2020.

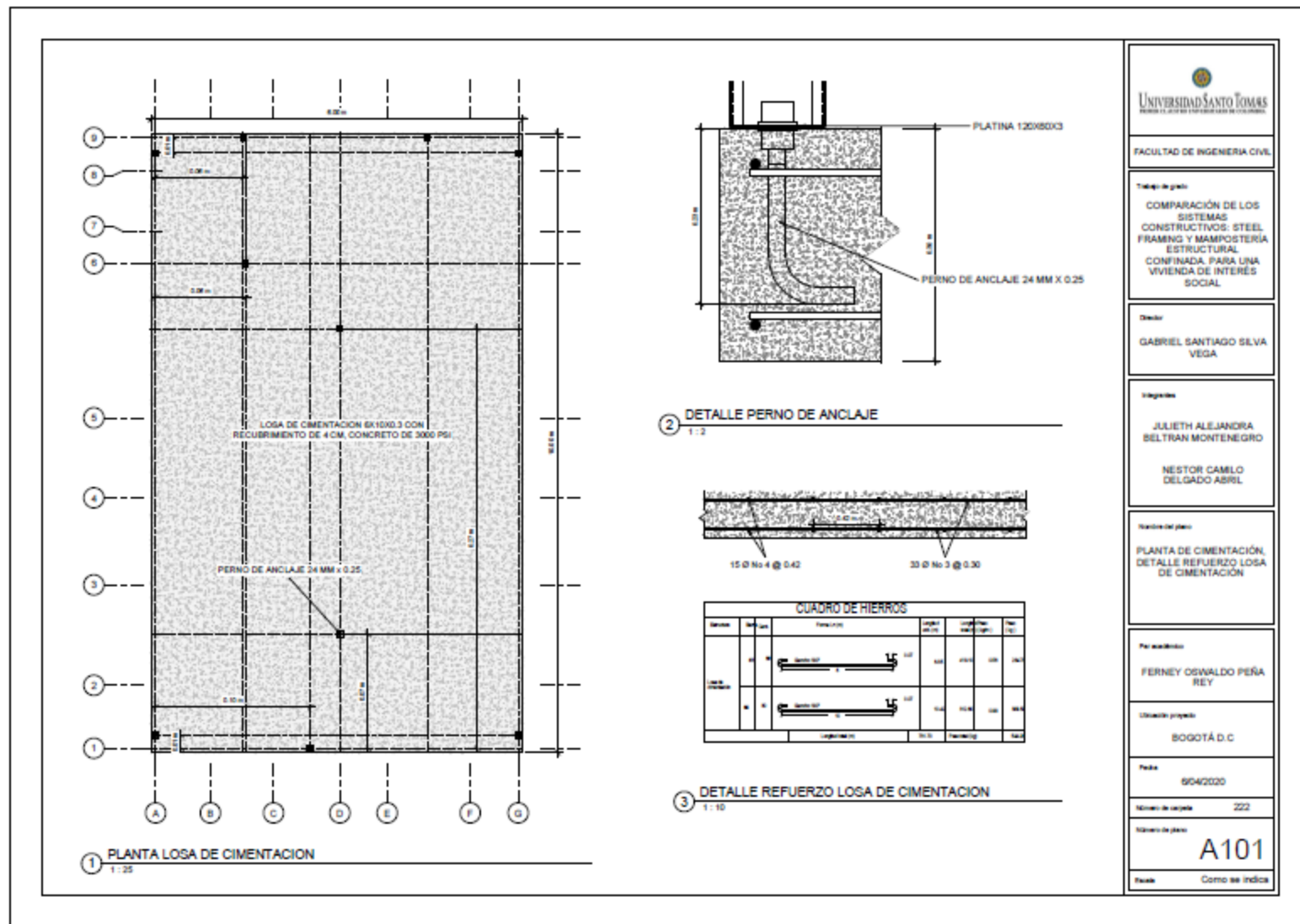




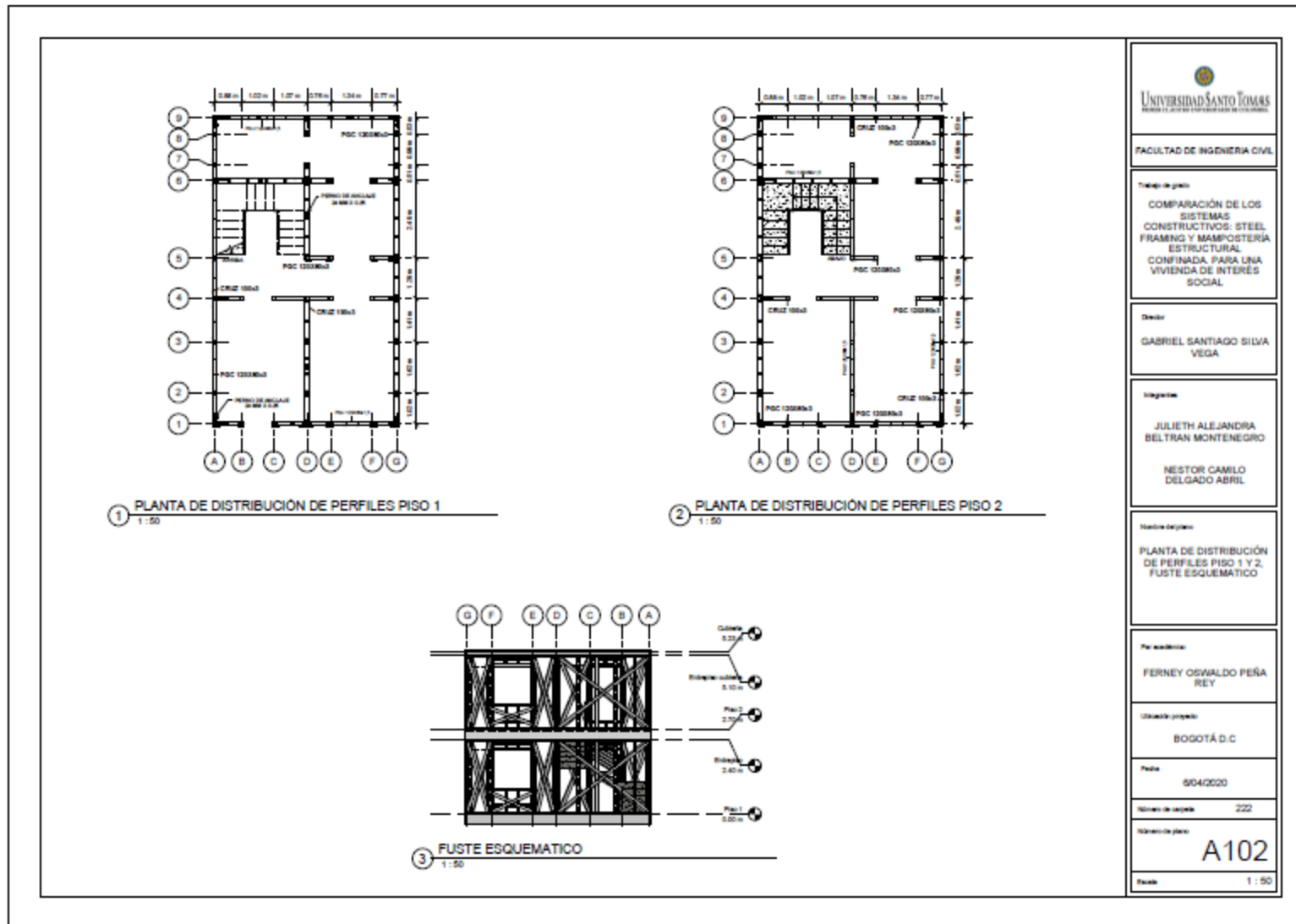
Anexo 2. Plano mampostería confinada, por los autores, 2020.



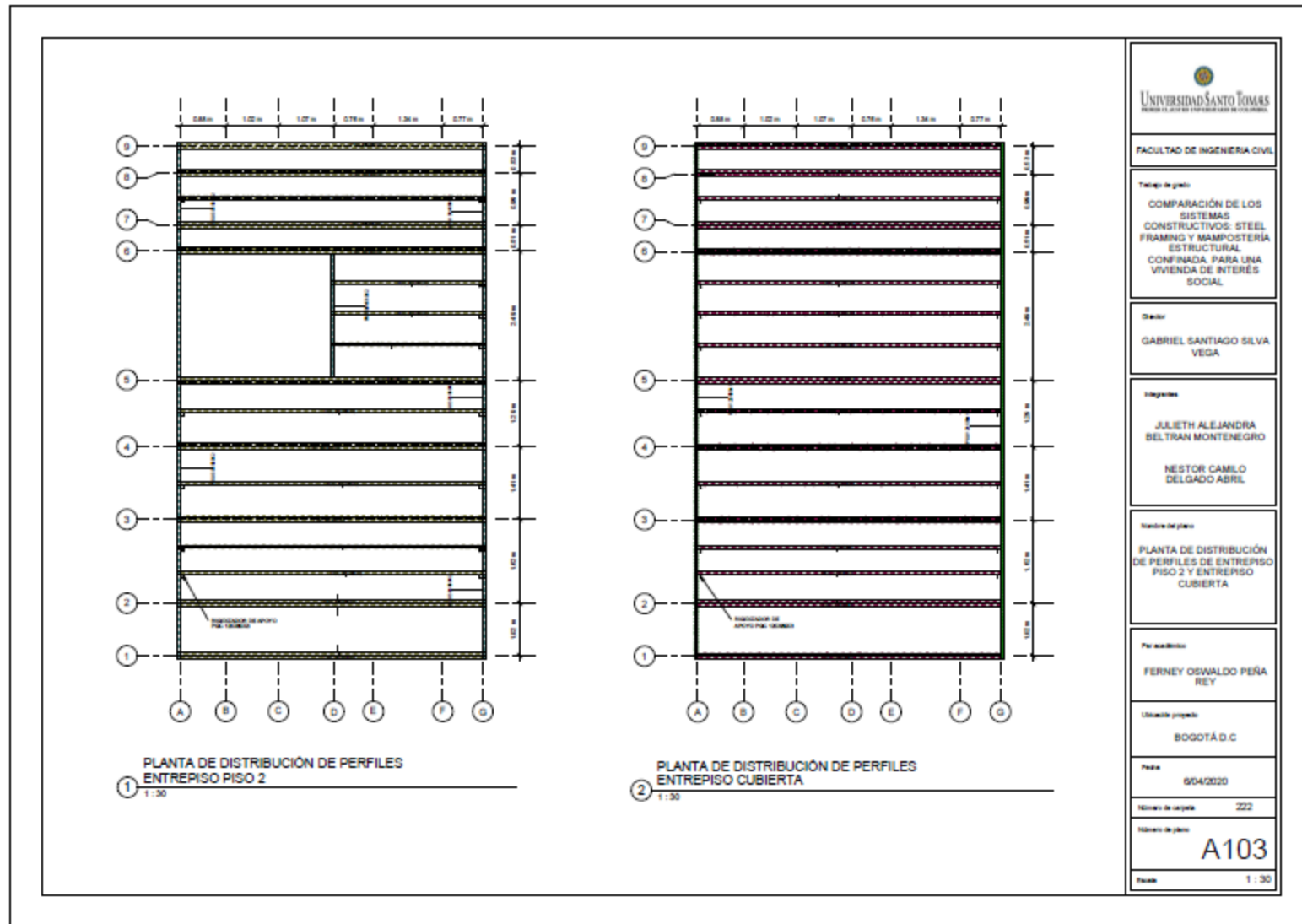




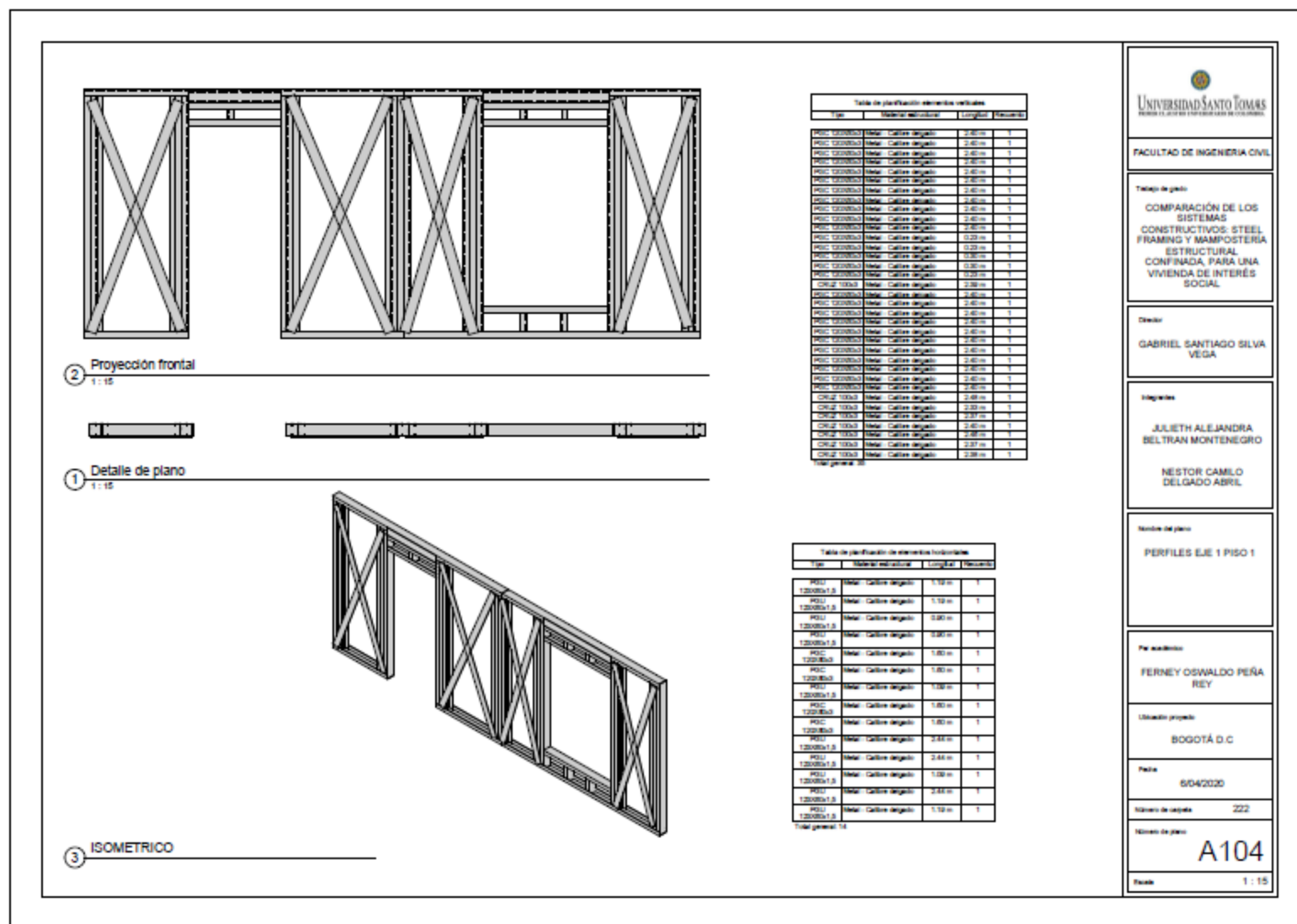
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



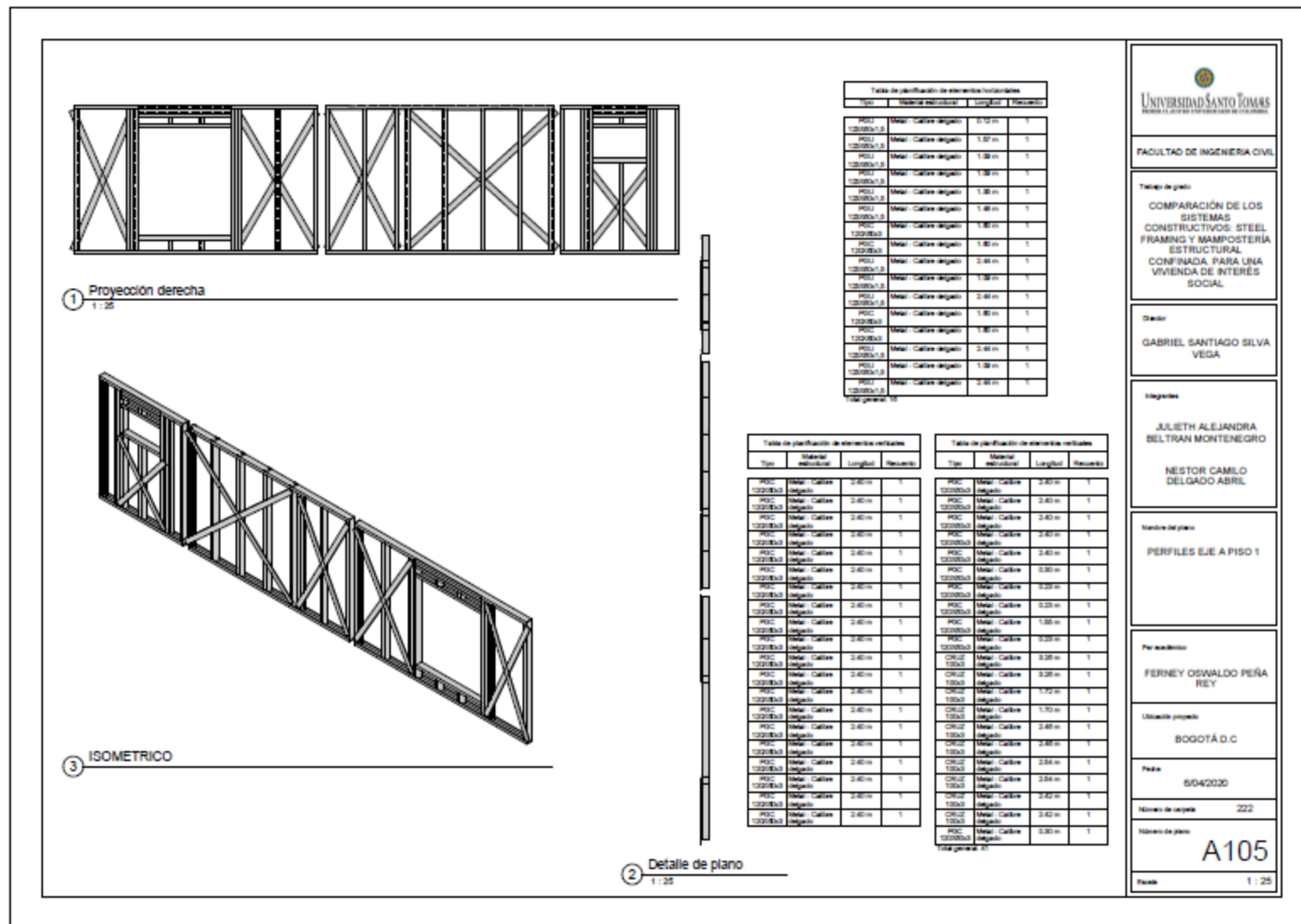
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.

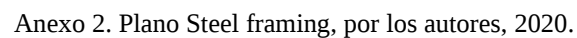


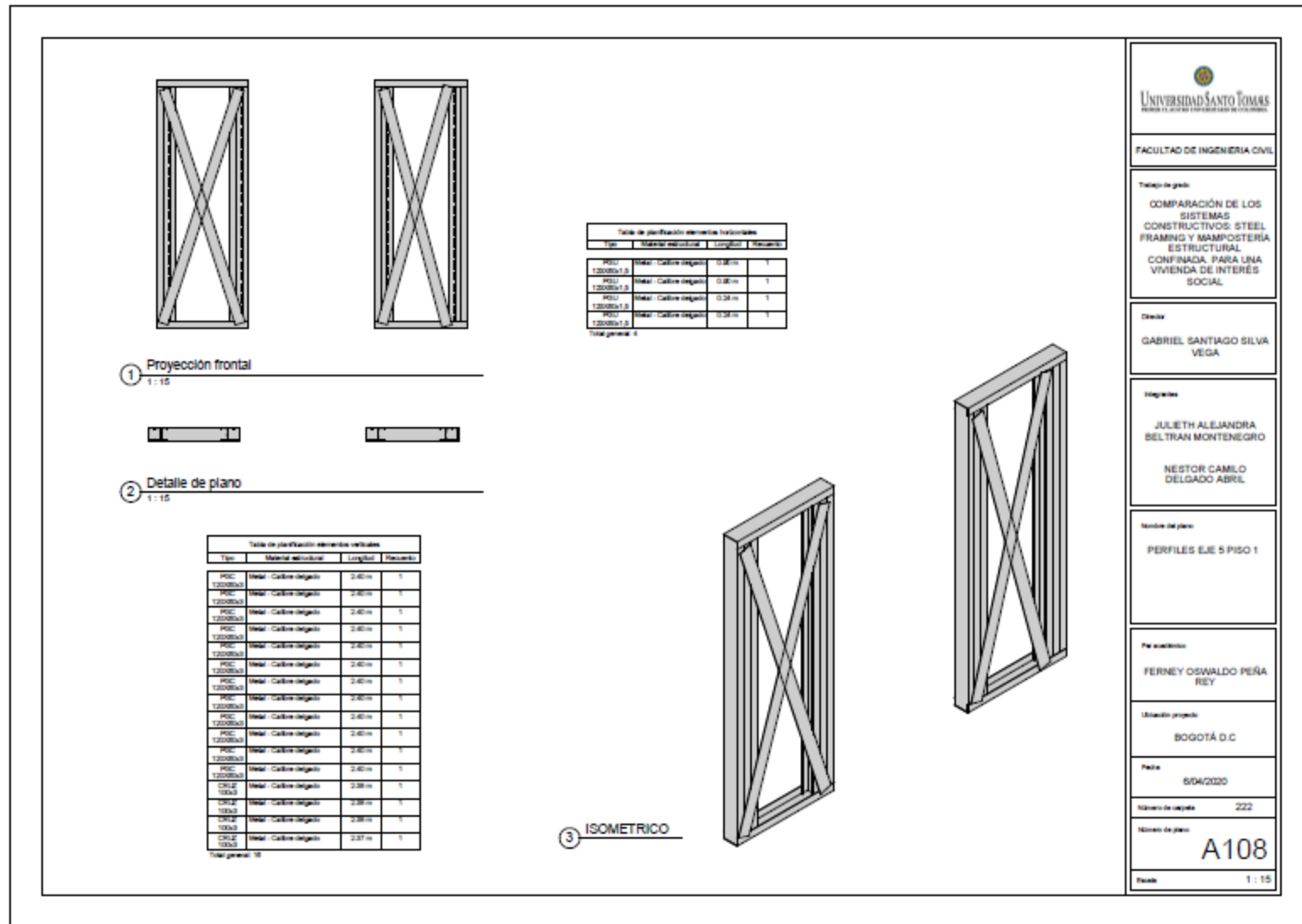
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



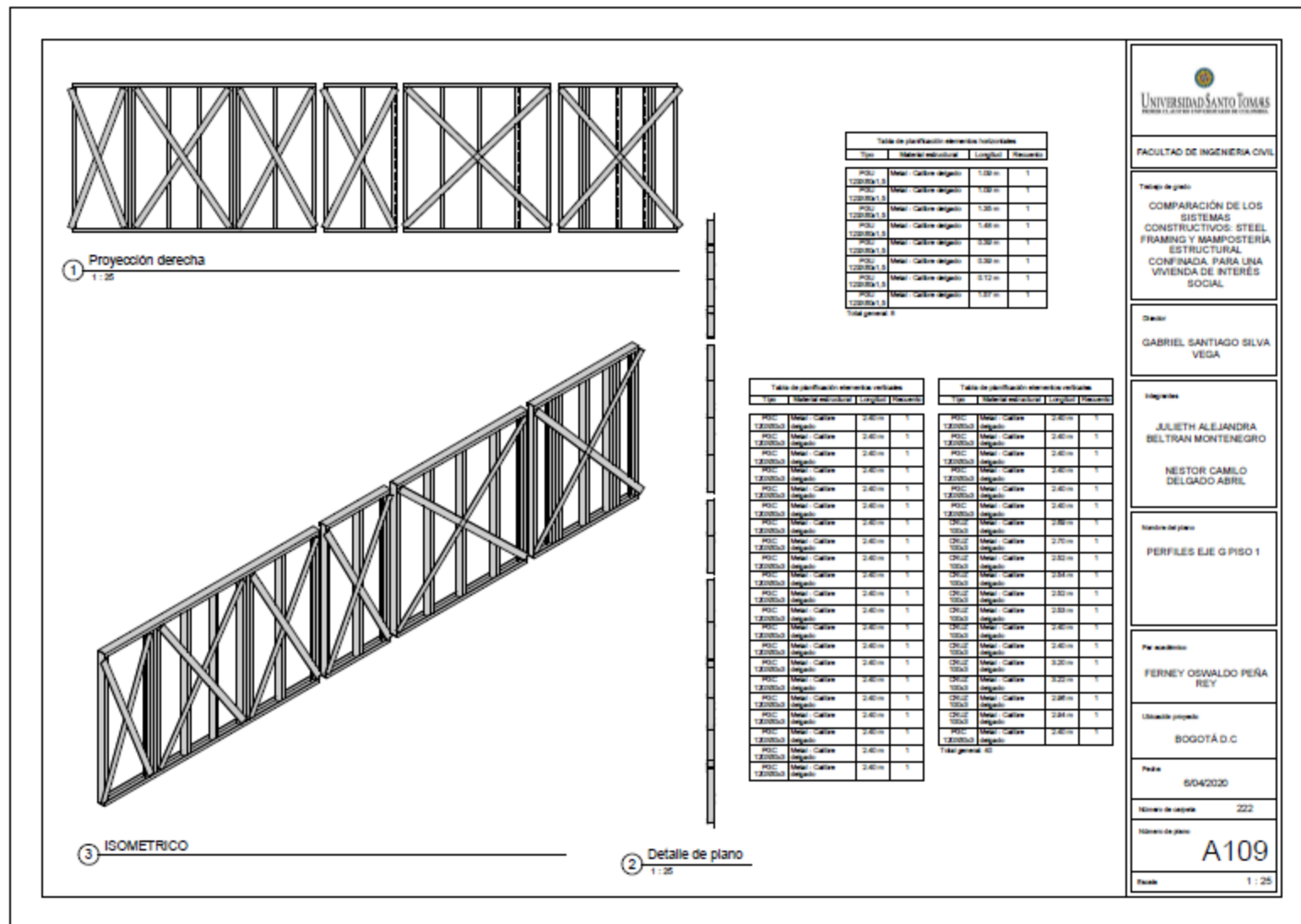
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.

Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.

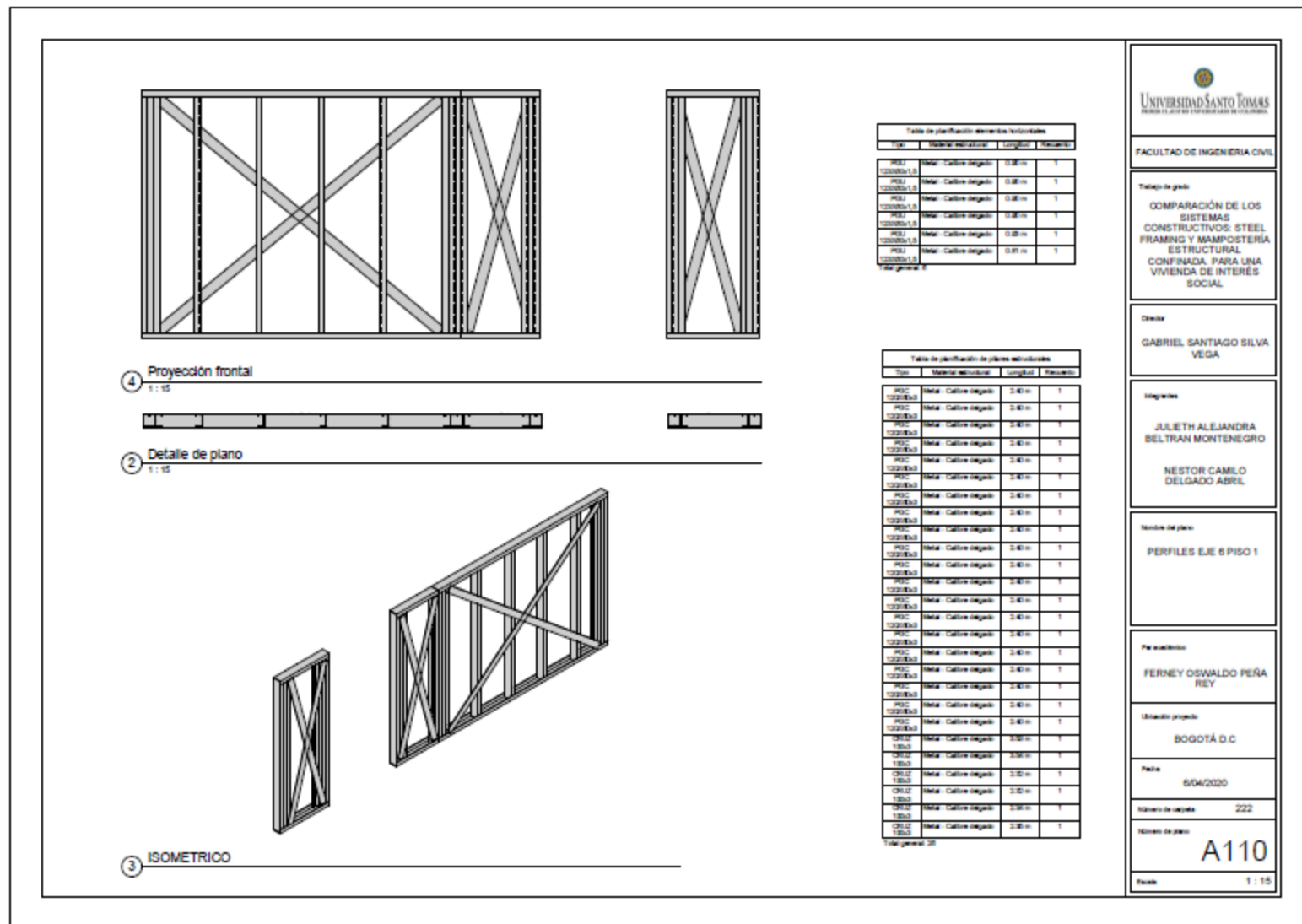




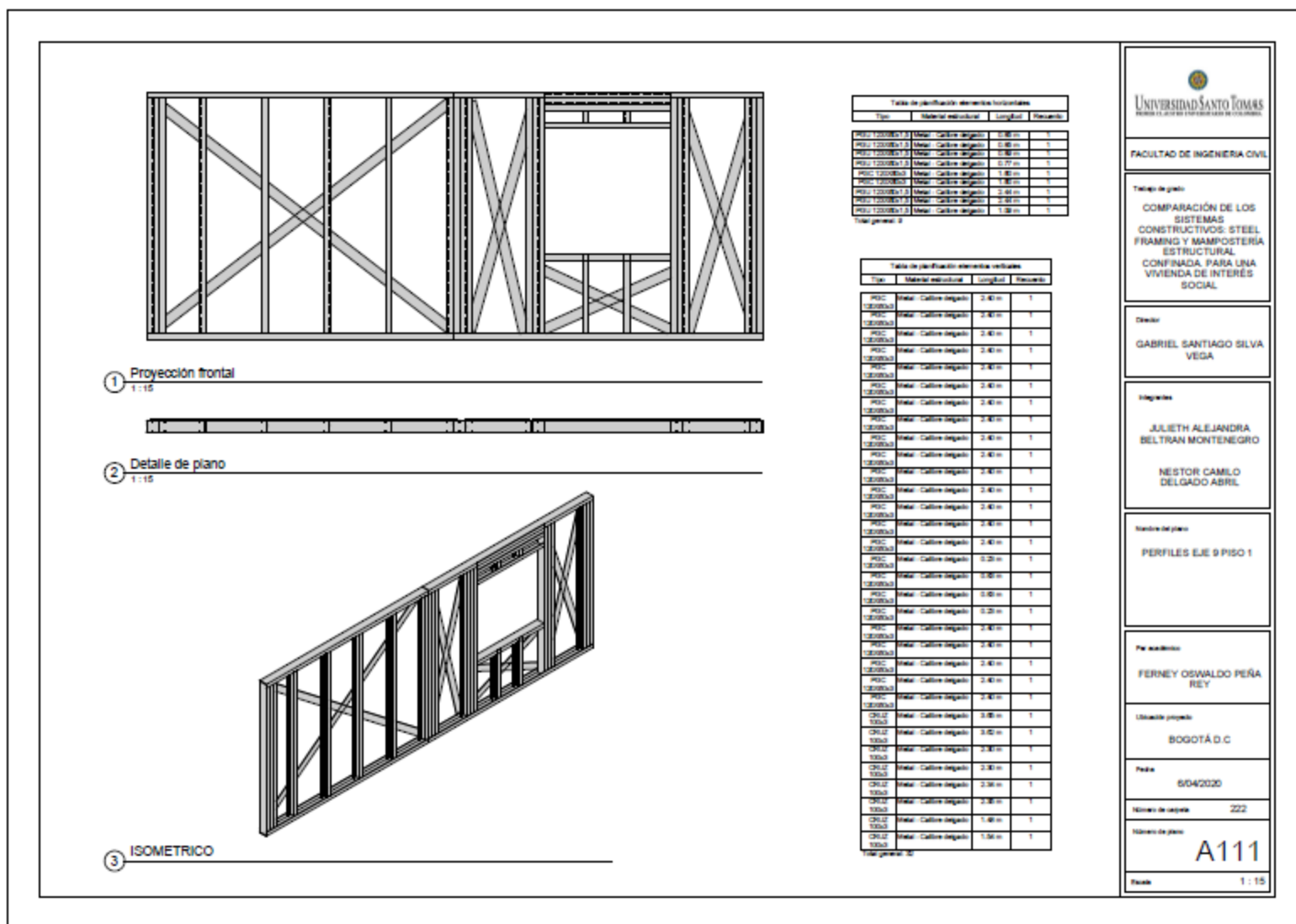
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



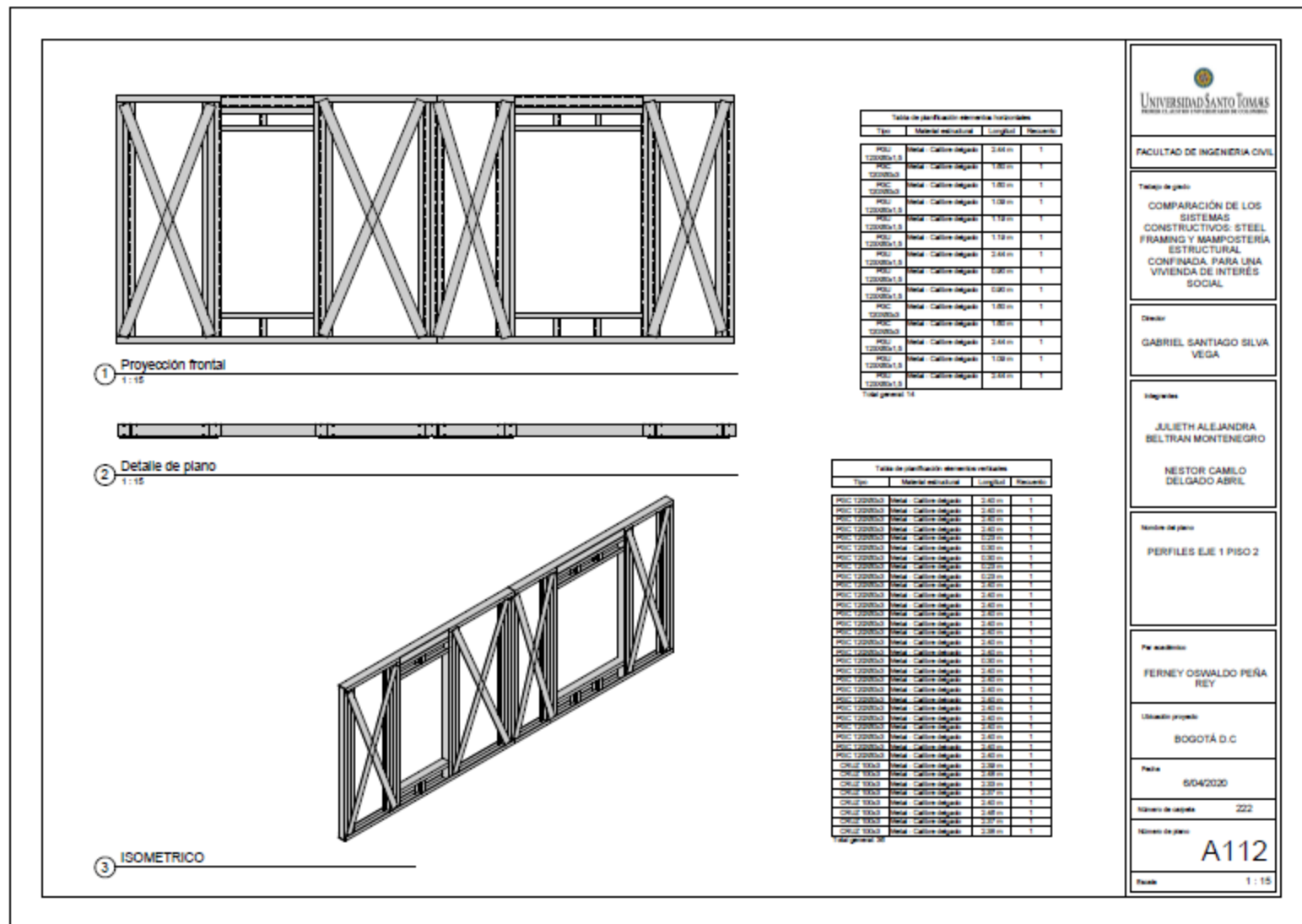
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



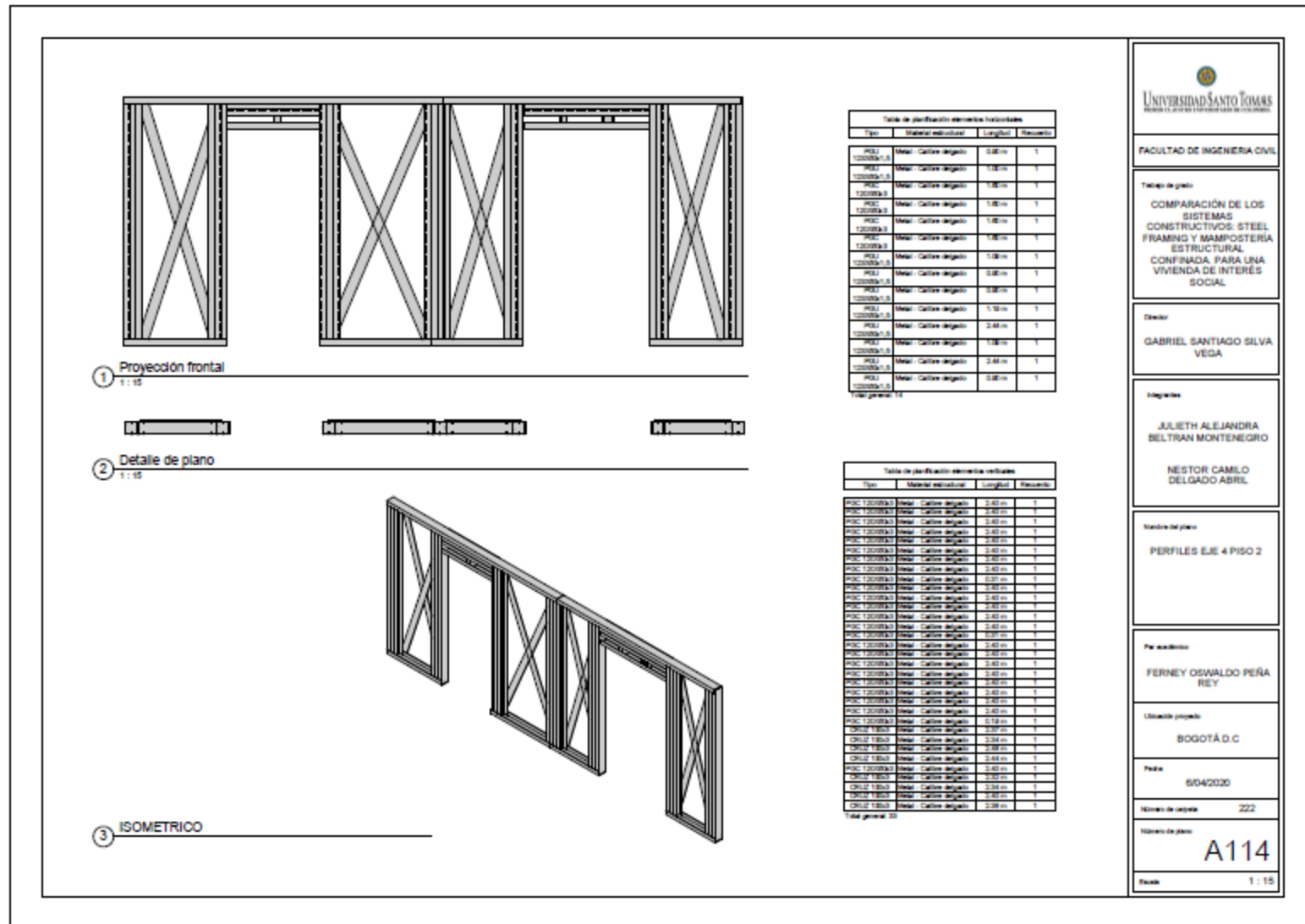
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



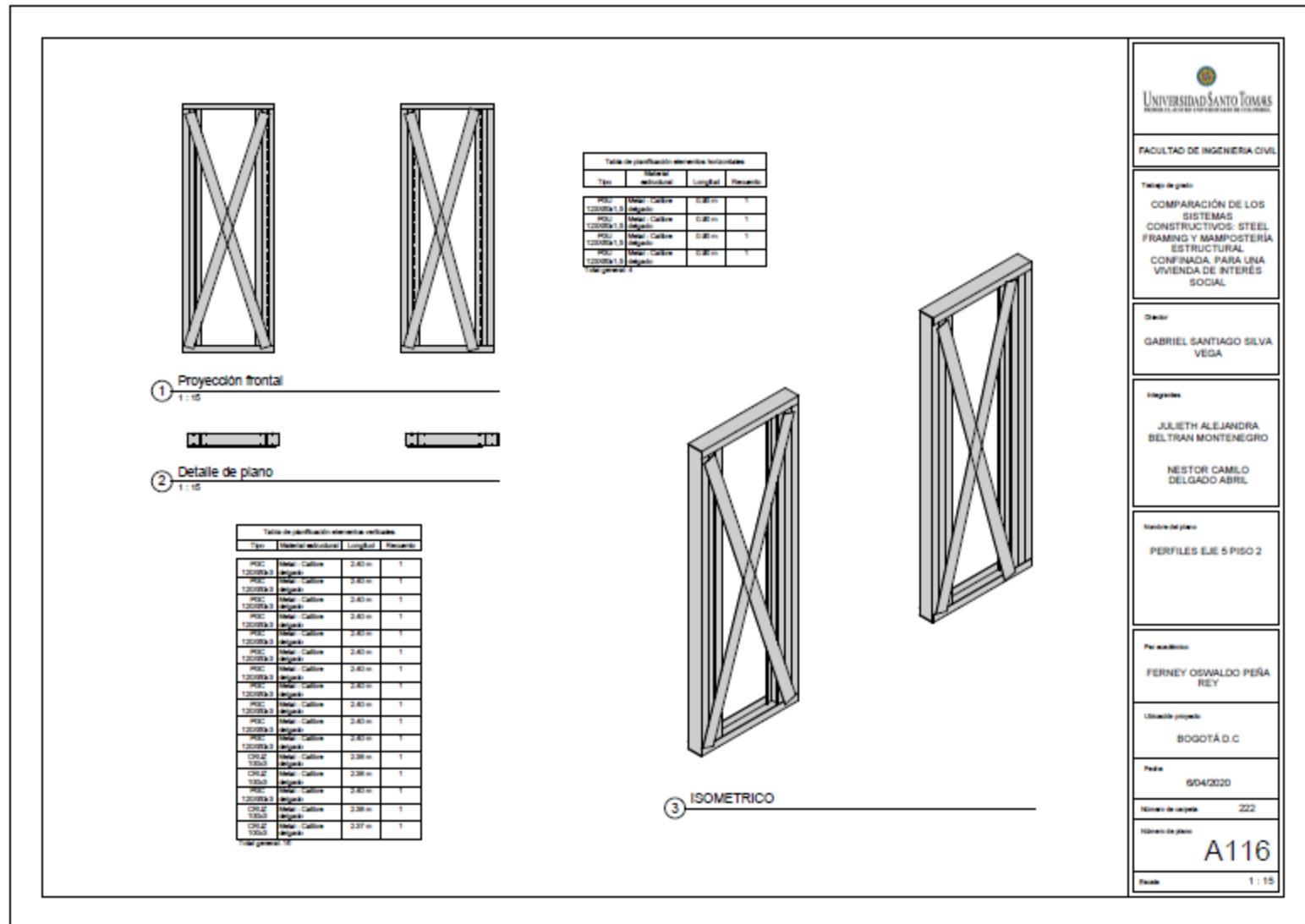
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



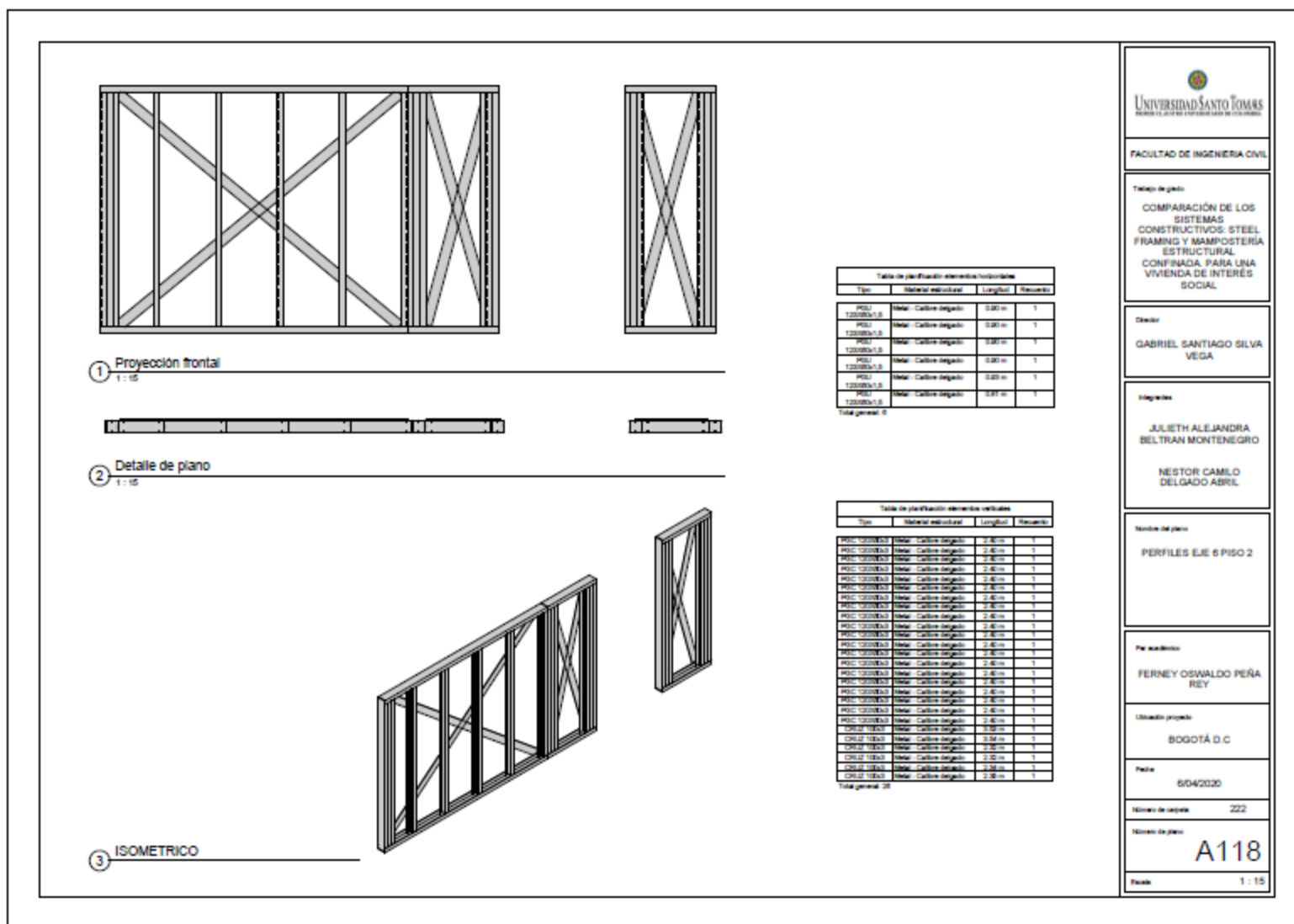
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



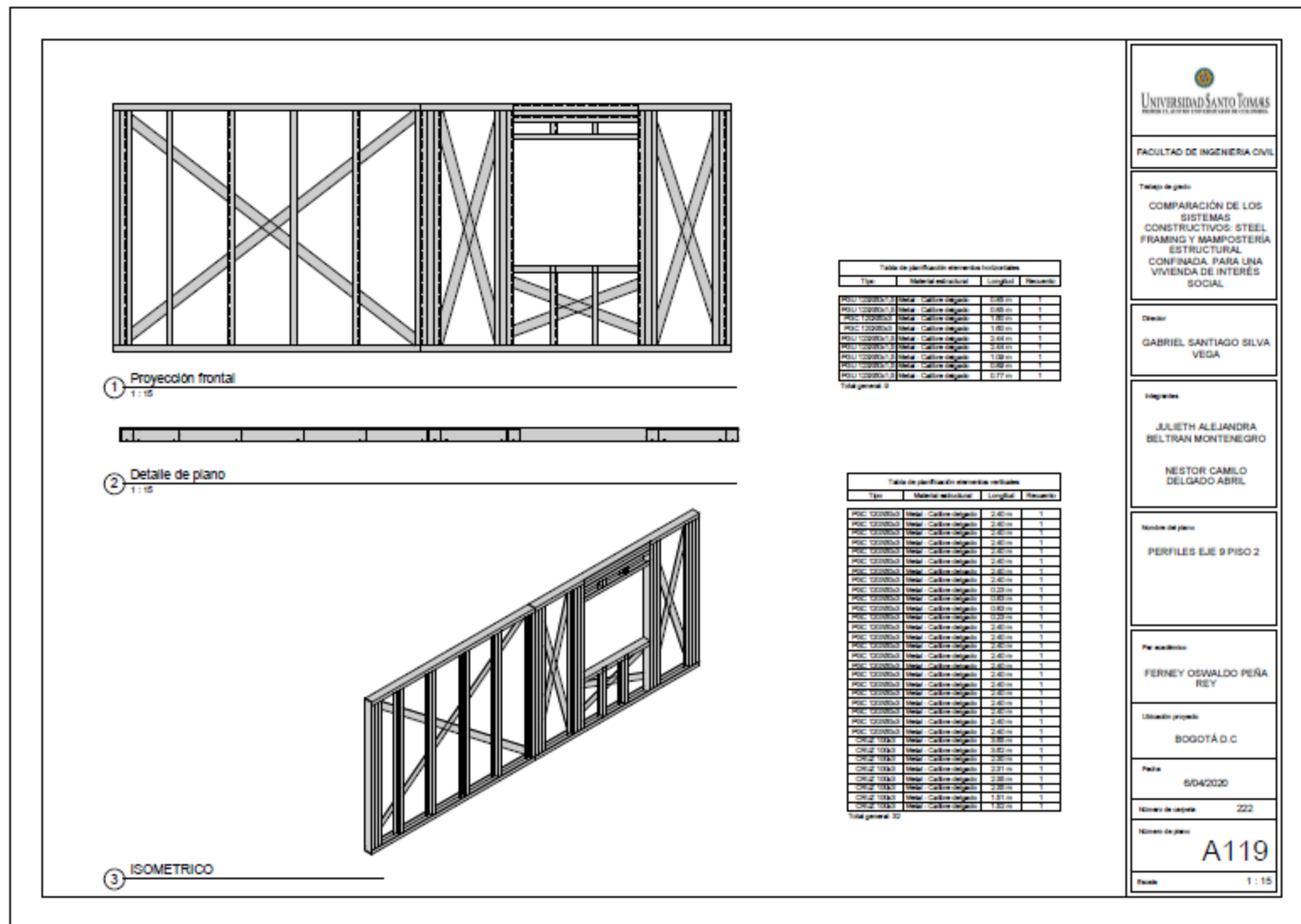
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



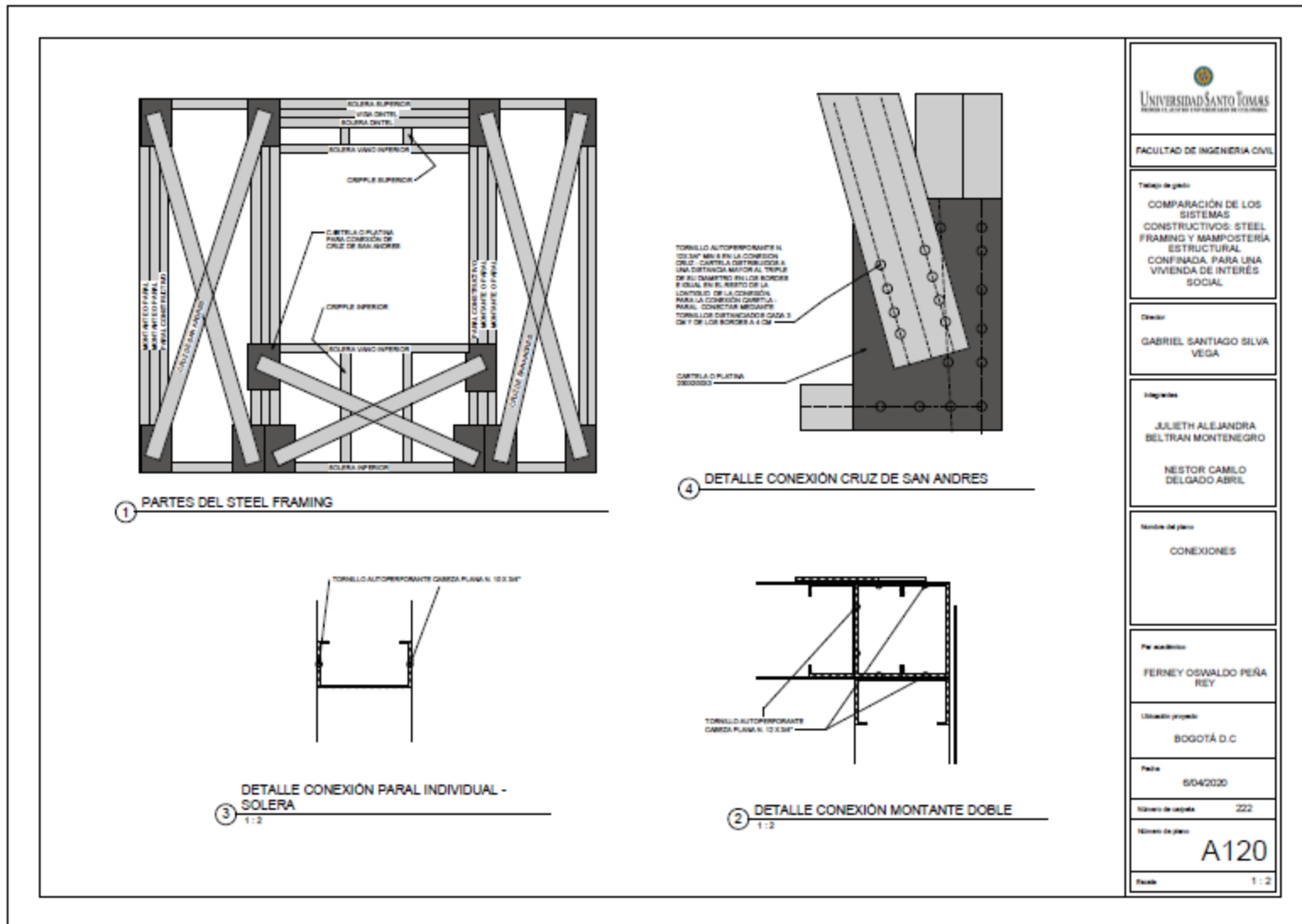
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



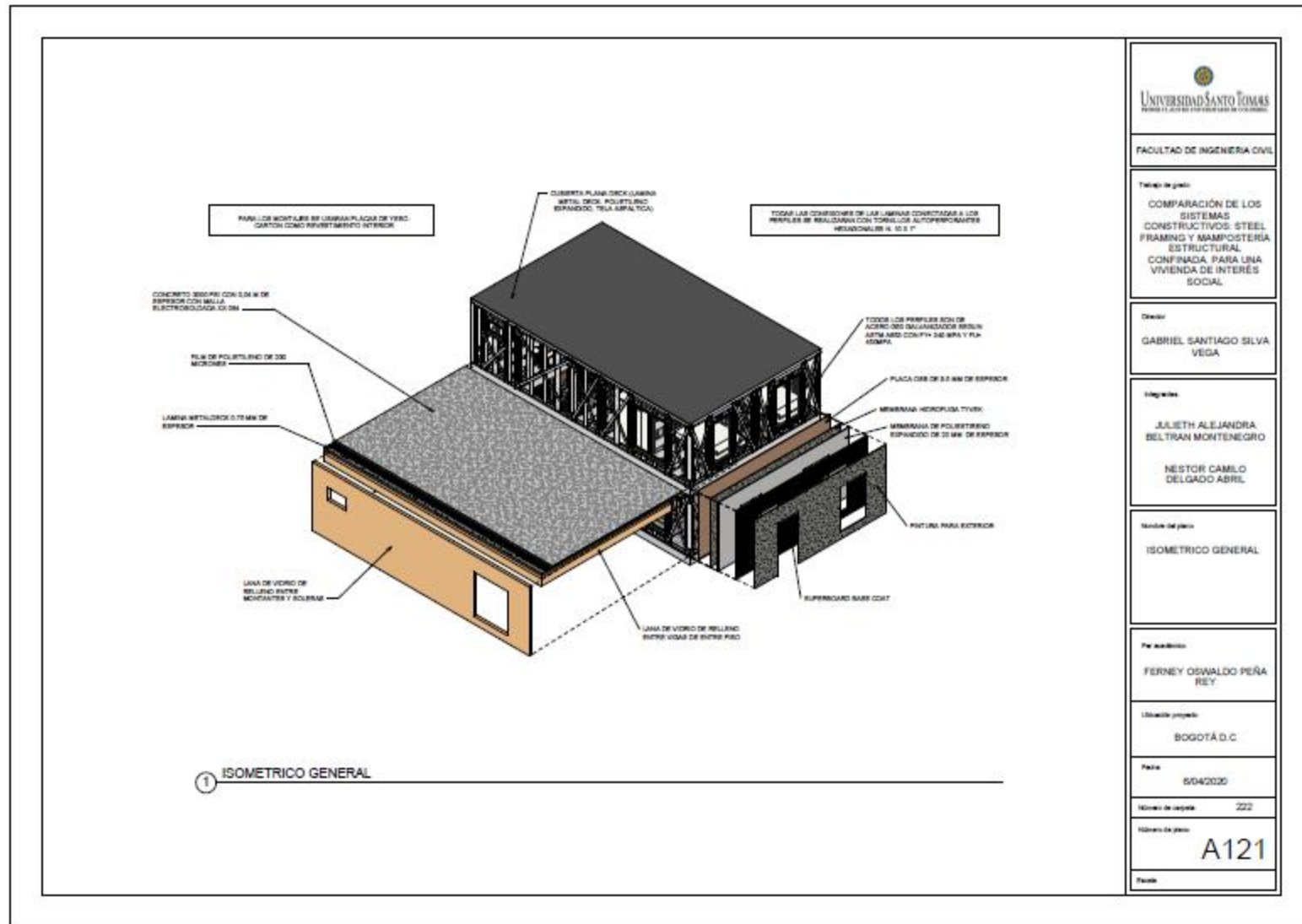
Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020.



Anexo 2. Plano Steel framing, por los autores, 2020

Anexo 3. Análisis de precios unitarios (APU) de las actividades del presupuesto de la estructura en Steel framing y mampostería confinada.

- Steel framing:

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)						
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)		
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN:	BOGOTÁ D.C		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA		
A. DATOS GENERALES.						
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL				
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL		
CÓDIGO		2181742		2180696		
ACTIVIDAD		Localización y replanteo		UNIDAD	M2	
B. DATOS ESPECÍFICOS.						
CAPÍTULO		1	ÍTEM		1	
I. MATERIALES EN OBRA						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO		
Estacas 5cmx5cmx100cm	ML	\$ 266	1.000	\$ 266.00		
Hilo Nylon 3 mm	UND	\$ 1,000	0.833	\$ 833.33		
Puntilla con cabeza 2" por 500 gr	KG	\$ 6,200	0.008	\$ 51.67		
Caballote 60cmx15cmx60cm	UND	\$ 3,000	0.133	\$ 400.00		
				SUBTOTAL		
				\$ 1,551.00		
II. HERRAMIENTA Y EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
Herramienta menor		\$ 188.89	1.00	\$ 189		
Equipo de topografía		\$ 117,000	250.00	\$ 468		
				SUBTOTAL		
				\$ 656.89		
III. TRANSPORTES						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO	
NA	M3-KM				\$ -	
				SUBTOTAL		
				\$ -		
IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
TOPOGRAFO	1	\$ 152,595.00	1.86	\$ 283,470.98	250	\$ 1,133.88
AYUDANTE	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	250	\$ 754.98
				SUBTOTAL		
				\$ 1,888.87		
TOTAL PRECIO UNITARIO					\$ 4,096.75	

Anexo 3. APU localización y replanteo, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN:	BOGOTÁ D.C	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO		2181742		2180696	
ACTIVIDAD		Excavación manual		UNIDAD	M3
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		2		ÍTEM	1

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
NA				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL				\$	-

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor		\$ 7,950.65	1.00	\$ 7,950.65	
SUBTOTAL				\$	7,950.65

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
NA	M3-KM				
SUBTOTAL				\$	-

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	4.00	\$ 32,320.04
AYUDANTE	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	4.00	\$ 47,186.51
SUBTOTAL				\$	79,506.55	

TOTAL PRECIO UNITARIO		\$	87,457.20
------------------------------	--	----	-----------

Anexo 3. APU excavación manual, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN:	BOGOTÁ D.C	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO		2181742		2180696	
ACTIVIDAD		Cargue y transporte de material excavado		UNIDAD	M3
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		2		ÍTEM	2

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
NA				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL				\$	-

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor		\$ 4,718.65	1.00	\$ 4,718.65	
SUBTOTAL				\$	4,718.65

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
Material de excavación	M3-KM	1	1	\$ 1,261	\$ 1,261
SUBTOTAL				\$	1,260.70

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	4.00	\$ 47,186.51
SUBTOTAL				\$	47,186.51	

TOTAL PRECIO UNITARIO				\$	53,165.86
------------------------------	--	--	--	----	-----------

Anexo 3. APU cargue y transporte de material excavado, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN:	BOGOTÁ D.C	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO		2181742		2180696	
ACTIVIDAD		Hierro	UNIDAD	KG	
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		2	ÍTEM	Básico	

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Hierro N. 3	KG	\$ 2,715.00	1.05	\$ 2,850.75	
Hierro N.4	KG	\$ 2,819.00	1.05	\$ 2,959.95	
Alambre negro para amarre	KG	\$ 5,000.00	0.02	\$ 100.00	
				\$ -	
SUBTOTAL				\$	5,910.70

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Herramienta menor		\$ 55.91	1.00	\$ 55.91
SUBTOTAL				\$ 55.91

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
NA					
SUBTOTAL					\$ -

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	200	\$ 646.40
AYUDANTE	1	\$ 48,294.00	1.95	\$ 94,373.02	200	\$ 471.87
SUBTOTAL						\$ 1,118.27

TOTAL PRECIO UNITARIO					\$ 7,084.88
-----------------------	--	--	--	--	-------------

Anexo 3. APU hierro (básico), por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACION:	BOGOTÁ D.C	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO		2181742		2180696	
ACTIVIDAD		Concreto de 3000 psi		UNIDAD	M3
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		2	ÍTEM		Básico

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Cemento	KG	601.65	350	\$ 210,577.36	
Arena de río	M3	101,150.00	0.56	\$ 56,644.00	
Triturado 3/4 "	M3	54,600.00	0.84	\$ 45,864.00	
Agua	LT	83.00	180	\$ 14,940.00	
				SUBTOTAL	\$ 328,025.36

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Mezcladora de concreto 1.5 bultos a gasolina		\$ 31,802	12	\$ 2,650
Herramienta menor		\$ 2,650	1	\$ 2,650
				SUBTOTAL
				\$ 5,300.38

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
NA					
					SUBTOTAL
					\$ -

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	12	\$ 10,773.35
AYUDANTES	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	12	\$ 15,728.84
						SUBTOTAL
						\$ 26,502.18

TOTAL PRECIO UNITARIO					\$ 359,827.93
------------------------------	--	--	--	--	---------------

Anexo 3. APU concreto 3000 psi (básico), por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACION:	BOGOTÁ D.C	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO		2181742		2180696	
ACTIVIDAD		Solado base de e= 0.05 m		UNIDAD	M3
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		2	ÍTEM		Básico

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Cemento	KG	601.65	160	\$ 96,263.94	
Arena de río	M3	101,150.00	0.55	\$ 55,632.50	
Triturado 3/4 "	M3	54,600.00	1.03	\$ 56,238.00	
Agua	LT	83.00	125	\$ 10,375.00	
				SUBTOTAL	\$ 218,509.44

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Mezcladora de concreto 1.5 bultos a gasolina		\$ 31,802	12	\$ 2,650
Herramienta menor		\$ 2,650	1	\$ 2,650
				SUBTOTAL
				\$ 5,300.38

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
NA					
					SUBTOTAL
					\$ -

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	12	\$ 10,773.35
AYUDANTES	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	12	\$ 15,728.84
						SUBTOTAL
						\$ 26,502.18

TOTAL PRECIO UNITARIO					\$ 250,312.00
------------------------------	--	--	--	--	---------------

Anexo 3. APU solado base e= 0.05m (básico), por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN:	BOGOTÁ D.C	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO		2181742		2180696	
ACTIVIDAD		Losa de cimentación		UNIDAD	M3
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		2	ÍTEM		3

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Concreto de 3000 psi	M3	\$ 359,827.93	1.10	\$ 395,810.72	
Hierro	KG	\$ 7,084.88	30.23	\$ 214,199.51	
Desenconfante	KG	\$ 9,455.00	0.01	\$ 134.47	
Formaleta para concreto	M2	\$ 21,983.00	0.71	\$ 15,632	
Solado base de e= 0.05 m	M3	\$ 250,312.00	0.17	\$ 41,718.67	
				SUBTOTAL	\$ 667,495.73

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Vibrador de concreto		\$ 16,227.00	4	\$ 4,056.75
Herramienta menor		\$ 7,950.65	1	\$ 7,950.65
				SUBTOTAL
				\$ 12,007.40

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
NA					
					SUBTOTAL
					\$ -

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478	1.86	\$ 129,280	4	\$ 32,320.04
AYUDANTES	2	\$ 48,294	1.95	\$ 188,746	4	\$ 47,186.51
						SUBTOTAL
						\$ 79,506.55

TOTAL PRECIO UNITARIO					\$ 759,009.68
------------------------------	--	--	--	--	---------------

Anexo 3. APU losa de cimentación, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACION:	BOGOTÁ D.C	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO		2181742		2180696	
ACTIVIDAD		Montajes de perfiles de acero		UNIDAD	M2
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		3		ÍTEM	1

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Perfiles de acero G50	KG	\$ 2,451.00	32.06	\$ 78,579.37	
Tornillos	UND	\$ 90.00	29.00	\$ 2,609.82	
Platinas	KG	\$ 2,093.00	1.61	\$ 3,378.38	
Lana de vidrio	M2	\$ 11,286.00	1.05	\$ 11,850.30	
Lámina de yeso carton	M2	\$ 8,589.85	1.10	\$ 9,448.84	
Pintura para interior	GAL	\$ 18,780	0.13	\$ 2,504.00	
Placa OSB	M2	\$ 14,747	1.10	\$ 16,222	
Membrana hidrofuga Tyvek	M2	\$ 2,163	1.05	\$ 2,271	
Membrana de poliestireno expandido	M2	\$ 5,974	1.10	\$ 6,571	
Base coat - cemento plástico	GAL	\$ 41,900	0.20	\$ 8,380	
Pintura para exterior	GAL	\$ 73,900	0.07	\$ 5,487	
SUBTOTAL				\$ 147,301.61	

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Atornilladora		\$ 25,800.00	20.00	\$ 1,290.00
Cortadora de metal		\$ 9,000.00	20.00	\$ 450.00
Pinza de presión		\$ 318.40	20.00	\$ 15.92
Herramienta menor		\$ 1,031.00	1.00	\$ 1,031.00
Sierra circular de mano		\$ 9,000.00	20.00	\$ 450.00
SUBTOTAL				\$ 3,236.92

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
NA					
SUBTOTAL					\$ -

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	20.00	\$ 6,464.01
AYUDANTES	3	\$ 48,294.00	1.95	\$ 283,119.05	20.00	\$ 14,155.95
SUBTOTAL						\$ 20,619.96

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 171,158.49
-----------------------	---------------

Anexo 3. APU montajes de perfiles de acero, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)						
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)		
DD	MM	AA	LOCALIZACION:	BOGOTÁ D.C		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA		
A. DATOS GENERALES.						
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL				
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL		
CÓDIGO		2181742		2180696		
ACTIVIDAD		Anclajes		UNIDAD	UND	
B. DATOS ESPECIFICOS.						
CAPÍTULO		3		ÍTEM	2	
I. MATERIALES EN OBRA						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO		
Perno de anclaje de 24 mm x 0,25	KG	\$ 9,271.00	0.99	\$ 9,220.81		
Platina	KG	\$ 2,093.00	0.17	\$ 354.97		
Tornillos	UND	\$ 90.00	4.00	\$ 360.00		
				\$ -		
SUBTOTAL				\$ 9,935.79		
II. HERRAMIENTA Y EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
Taladro perforador		\$ 14,900.00	20	\$ 745.00		
Herramienta menor		\$ 559.13	1	\$ 559.13		
Atornilladora		\$ 25,800.00	20	\$ 1,290.00		
				\$ -		
SUBTOTAL				\$ 2,594.13		
III. TRANSPORTES						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO	
NA						
SUBTOTAL					\$ -	
IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	20	\$ 6,464.01
AYUDANTE	1	\$ 48,294.00	1.95	\$ 94,373.02	20	\$ 4,718.65
SUBTOTAL					\$ 11,182.66	
TOTAL PRECIO UNITARIO					\$ 23,712.58	

Anexo 3. APU anclajes, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)						
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)		
DD	MM	AA	LOCALIZACION:	BOGOTÁ D.C		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA		
A. DATOS GENERALES.						
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL				
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL		
CÓDIGO		2181742		2180696		
ACTIVIDAD		Entrepiso		UNIDAD	M2	
B. DATOS ESPECIFICOS.						
CAPÍTULO		3		ÍTEM	3	
I. MATERIALES EN OBRA						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO		
Perfiles de acero G50	KG	\$ 2,451	25.17	\$ 61,704		
Tornillos	UND	\$ 90	6.97	\$ 628		
Lana de vidrio	M2	\$ 11,286	1.10	\$ 12,415		
Lamina de acero con espesor de 0.75 mm	M2	\$ 43,826	1.05	\$ 46,017		
Film de polietileno	M2	\$ 608.72	1.05	\$ 639		
Concreto de 3000 psi	M3	\$ 359,828	0.06	\$ 21,590		
Lámina yeso- cartón	M2	\$ 8,590	1.05	\$ 9,019		
Malla electrosoldada XX-0.84	M2	\$ 4,887	1.1	\$ 5,375		
				SUBTOTAL	\$ 157,386.80	
II. HERRAMIENTA Y EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
Atornilladora		\$ 25,800.00	18	\$ 1,433.33		
Cortadora de metal		\$ 9,000.00	18	\$ 500.00		
Pinza de presión		\$ 159.20	18	\$ 8.84		
Herramienta menor		\$ 1,146	1	\$ 1,146		
Sierra circular de mano		\$ 9,000.00	18	\$ 500.00		
				SUBTOTAL	\$ 3,587.73	
III. TRANSPORTES						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO	
NA						
				SUBTOTAL	\$ -	
IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	18	\$ 7,182.23
AYUDANTES	3	\$ 48,294.00	1.95	\$ 283,119.05	18	\$ 15,728.84
				SUBTOTAL		\$ 22,911.07
TOTAL PRECIO UNITARIO					\$ 183,885.60	

Anexo 3. APU entrepiso piso 2, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
12	4	2020	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN:	BOGOTÁ D.C	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL TRABAJO		COMPARAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO		2181742		2180696	
ACTIVIDAD		Entrepiso cubierta		UNIDAD	M2
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		3		ÍTEM	4

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Perfiles de acero G50	KG	\$ 2,451.00	18.24	\$ 44,699.17	
Tornillos	UND	\$ 90.00	6.08	\$ 547.04	
Lana de vidrio	M2	\$ 11,286.00	1.10	\$ 12,414.60	
Placa yeso-cartón	M2	\$ 8,589.85	1.05	\$ 9,019	
Lamina de acero con espesor de 0.75 mm	M2	\$ 43,825.99	1.05	\$ 46,017	
Lámina de Poliestireno expandido	M2	\$ 5,974	1.05	\$ 6,272	
Impermeabilizante	KG	\$ 15,085.00	0.25	\$ 3,771	
Tela asfáltica	M2	\$ 24,290.00	1.05	\$ 25,504.50	
				SUBTOTAL	\$ 148,245.49

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Atornilladora		\$ 25,800.00	18	\$ 1,433.33	
Cortadora de metal		\$ 9,000.00	18	\$ 500.00	
Pinza de presión		\$ 159.20	18	\$ 8.84	
Herramienta menor		\$ 1,146	1	\$ 1,146	
Sierra circular de mano		\$ 9,000.00	18	\$ 500.00	
				SUBTOTAL	\$ 3,587.73

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
NA					
				SUBTOTAL	\$ -

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	18	\$ 7,182
AYUDANTES	3	\$ 48,294.00	1.95	\$ 283,119.05	18	\$ 15,729
				SUBTOTAL		\$ 22,911.07

TOTAL PRECIO UNITARIO					\$ 174,744.29
------------------------------	--	--	--	--	---------------

Anexo 3. APU entrepiso de cubierta, por los autores, 2020.

- Mampostería confinada:

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
			PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	
DD	MM	AA	LOCALIZACIÓN:		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°				DE	
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		Localización y replanteo		UNIDAD	m2
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO	1		ÍTEM		1.1

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Estacas 5cmx5cmx100cm	Und	\$ 500.00	2.56	\$ 1,281.59	
Hilo Nylon 3 mm	Und	\$ 2,500.00	0.03	\$ 80.10	
Puntilla con cabeza 2" por 500 gr	Kg	\$ 6,200.00	0.08	\$ 508.09	
Caballote 60cmx15cmx60cm	Und	\$ 3,000.00	0.13	\$ 384.48	
				SUBTOTAL	\$ 2,254.26

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Cinta métrica	Menor	\$ 53.74	1	\$ 53.74	
Nivel	Menor	\$ 53.74	1	\$ 53.74	
Martillo de uña 8 onzas con mango en madera	Menor	\$ 53.74	1	\$ 53.74	
				SUBTOTAL	\$ 161.23

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
				SUBTOTAL	\$ -

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	124.85	\$ 1,035.53
Ayudante	1	\$ 48,294.00	1.95	\$ 94,373.02	124.85	\$ 755.92
				SUBTOTAL		\$ 1,791.45

TOTAL PRECIO UNITARIO				\$ 4,206.93
------------------------------	--	--	--	-------------

Anexo 3. APU Localización y replanteo, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD		MM		AA	
FECHA		PROYECTO:		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
		LOCALIZACION:			
		DIRECTOR:		ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°		DE			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		Excavación manual		UNIDAD m3	
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		2		ÍTEM 2.1	

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
N/A				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL				\$	-

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor	Menor	\$ 7,950.65	1	\$ 7,950.65	
SUBTOTAL				\$	7,950.65

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	4	\$ 32,320.04
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	4	\$ 47,186.51
SUBTOTAL						\$ 79,506.55

TOTAL PRECIO UNITARIO		\$	87,457.20
------------------------------	--	----	-----------

Anexo 3. APU Excavación manual, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
	FECHA		LOCALIZACION:		
			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO			COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)		
CONTRATO N°			DE		
PROPONENTE			JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL
CÓDIGO					2180696
ACTIVIDAD			Cargue y transporte de material excavado	UNIDAD	m3
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		2	ÍTEM		2.2

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
N/A				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL				\$	-

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor	Menor	\$ 4,718.65	1	\$ 4,718.65	
SUBTOTAL				\$	4,718.65

III. TRANSPORTES					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	VALOR UNITARIO
SUELO DE EXCAVACIÓN	M3-KM	1	1	\$ 1,260.70	\$ 1,260.70
SUBTOTAL				\$	1,260.70

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Ayudante	2	\$ 48,294.00	\$ 1.95	\$ 188,746.03	4.00	\$ 47,186.51
SUBTOTAL				\$	47,186.51	

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 53,165.86
------------------------------	--------------

Anexo 3. APU Cargue y transporte de material excavado, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
			LOCALIZACION:		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°				DE	
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		SOLADO DE 0,05 m PARA BASE		UNIDAD	M3
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		2		ÍTEM	2.4

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Cemento Portland	Kg	\$ 601.65	210	\$ 126,346.42	
Arena de río	m3	\$ 101,150.00	0.5	\$ 50,575.00	
Triturado 3/4"	m3	\$ 54,600.00	1	\$ 54,600.00	
Agua 3 ln	Lt	\$ 83.00	0.09	\$ 7.47	
SUBTOTAL				\$	231,528.89

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR	MENOR	\$ 2,650.22	1	\$ 2,650.22
Mezcladora de concreto de 1,5 bultos a	EQUIPO	\$ 31,802.00	12	\$ 2,650.17
SUBTOTAL				\$ 5,300.38

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 236,829.27
------------------------------	---------------

Anexo 3. APU Solado de e=0,05 m para base, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA									
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)									
DD		MM		AA		PROYECTO:		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
FECHA				LOCALIZACION:					
				DIRECTOR:				ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.									
OBJETO DEL CONTRATO				COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)					
CONTRATO N°								DE	
PROPONENTE				JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO				NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO								2180696	
ACTIVIDAD				VIGAS DE CIMENTACIÓN				UNIDAD	
								M3	
B. DATOS ESPECIFICOS.									
CAPÍTULO		2		ÍTEM				2.3	

I. MATERIALES EN OBRA						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO		
CONCRETO 3000 PSI	m3	\$ 329,391.51	1	\$ 329,391.51		
ARMADO DE VARILLAS DE ACERO	Kg	\$ 106,452.45	1	\$ 106,452.45		
ENCOFRADO	m2	\$ 34,019.00	10.27	\$ 349,375.13		
DESENCOFRANTE	KG	\$ 9,455.00	0.01	\$ 94.55		
				SUBTOTAL	\$ 785,313.64	

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
HERRAMIENTA MENOR	MENOR	\$ 2,650.22	1	\$ 2,650.22	
VIBRADOR DE CONCRETO	EQUIPO	\$ 16,227.00	12	\$ 1,352.25	
				SUBTOTAL	\$ 4,002.47

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	12	\$ 10,773.35
AYUDANTE	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	12	\$ 15,728.84
				SUBTOTAL		\$ 26,502.18

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 815,818.29
------------------------------	---------------

Anexo 3. APU Vigas de cimentación, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
			LOCALIZACION:		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°				DE	
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		CONSTRUCCIÓN DE SOBRECIMIENTO		UNIDAD m2	
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		3		ÍTEM 3.1	

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Ladrillo #5 Estándar 12x20x30 cm	UND	\$ 850.00	12.5	\$ 10,625.00	
Cemento	Kg	\$ 601.65	0.273	\$ 164.25	
Arena de peña	m3	\$ 101,150.00	0.000825	\$ 83.45	
Agua	Lt	\$ 83.00	0.18	\$ 14.94	
SUBTOTAL				\$	10,887.64

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Herramienta menor	Menor	\$ 1,445.57	1	\$ 1,445.57
SUBTOTAL				\$ 1,445.57

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	22	\$ 5,876.37
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	22	\$ 8,579.37
SUBTOTAL						\$ 14,455.74

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 26,788.95
------------------------------	--------------

Anexo 3. APU Construcción de sobrecimiento, por los autores, 2020.



			PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL
DD	MM	AA	LOCALIZACION:	
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA
A. DATOS GENERALES.				
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)		
CONTRATO N°				DE
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL
CÓDIGO				2180696
ACTIVIDAD		Construcción de piso de concreto		UNIDAD
				m3
B. DATOS ESPECIFICOS.				
CAPÍTULO		3	ÍTEM	
			3.2	

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor	Menor	\$ 2,650.22	1	\$ 2,650.22	
Vibrador de concreto	Equipo	\$ 16,227.00	12	\$ 1,352.25	
				SUBTOTAL	\$ 4,002.47

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 1,104,115.26
------------------------------	-----------------

Anexo 3. APU Construcción de piso de concreto, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
			LOCALIZACION:		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°				DE	
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		Construcción de muros portantes y no portantes		UNIDAD	m2
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		3		ÍTEM	3.3

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Ladrillo #5 Estándar 12x20x30 cm	UND	\$ 850.00	12.5	\$ 10,625.00	
Cemento	Kg	\$ 601.65	0.273	\$ 164.25	
Arena de peña	m3	\$ 101,150.00	0.00087	\$ 88.00	
Agua	Lt	\$ 83.00	0.18	\$ 14.94	
SUBTOTAL				\$	10,892.19

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Herramienta menor	Menor	\$ 1,445.57	1	\$ 1,445.57
SUBTOTAL				\$ 1,445.57

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	22	\$ 5,876.37
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	22	\$ 8,579.37
SUBTOTAL						\$ 14,455.74

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 26,793.50
------------------------------	--------------

Anexo 3. APU Construcción de muros portantes y no portantes, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
			LOCALIZACION:		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°				DE	
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		Construcción de Columnas de confinamiento y Columnetas		UNIDAD	m3
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		3		ÍTEM	3.4

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Concreto de 3000 PSI	m3	\$ 329,391.51	1	\$ 329,391.51	
Armado de hierros	Kg	\$ 499,192.67	1	\$ 499,192.67	
Formaleta	m2	\$ 34,019.00	26.7	\$ 908,307.30	
Desencofrante	Kg	\$ 9,455.00	0.01	\$ 94.55	
				SUBTOTAL	\$ 1,736,986.04

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Herramienta menor	Menor	\$ 2,650.22	1	\$ 2,650.22
Vibrador de concreto	Equipo	\$ 16,227.00	12	\$ 1,352.25
				SUBTOTAL
				\$ 4,002.47

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	12	\$ 10,773.35
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	12	\$ 15,728.84
						SUBTOTAL
						\$ 26,502.18

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 1,767,490.69
------------------------------	------------------------

Anexo 3. APU Construcción de columnas de confinamiento, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
FECHA			LOCALIZACION:		
			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°		DE			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		Construcción de Vigas de Confinamiento		UNIDAD	m3
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		3	ÍTEM		3.5

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Concreto de 3000 PSI	m3	\$ 329,391.51	1	\$ 329,391.51	
Armado de Hierros	Kg	\$ 876,045.60	1	\$ 876,045.60	
Formaleta	m2	\$ 34,019.00	18.31	\$ 622,887.89	
Desencofrante	Kg	\$ 9,455.00	0.01	\$ 94.55	
				SUBTOTAL	\$ 1,828,419.55

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor	Menor	\$ 2,650.22	1	\$ 2,650.22	
				SUBTOTAL	\$ 2,650.22

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	12	\$ 10,773.35
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	12	\$ 15,728.84
						SUBTOTAL
						\$ 26,502.18

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 1,857,571.95
------------------------------	-----------------

Anexo 3. APU Construcción de vigas de confinamiento, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
			LOCALIZACION:		
FECHA			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°				DE	
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		Construcción de cintas de Amarre		UNIDAD	m3
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		3		ÍTEM	3.6

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Concreto de 3000 PSI	m3	\$ 329,391.51	1	\$ 329,391.51	
Armado de Hierros	Kg	\$ 319,021.51	1	\$ 319,021.51	
Formaleta	m2	\$ 34,019.00	37	\$ 1,258,703.00	
Desencofrante	Kg	\$ 9,455.00	0.01	\$ 94.55	
				SUBTOTAL	\$ 1,907,210.57

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor	Menor	\$ 2,650.22	1	\$ 2,650.22	
				SUBTOTAL	\$ 2,650.22

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	12	\$ 10,773.35
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	12	\$ 15,728.84
						SUBTOTAL
						\$ 26,502.18

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 1,936,362.97
------------------------------	-----------------

Anexo 3. APU Construcción de cintas de amarre, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
FECHA			LOCALIZACION:		
			DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°		DE			
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		Construcción de Entrepiso		UNIDAD	m3
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		3		ÍTEM	3.7

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Concreto de 3000 PSI	m3	\$ 329,391.51	1	\$ 329,391.51	
Armado de Hierros	Kg	\$ 102,687.25	1	\$ 102,687.25	
Formaleta	m2	\$ 34,019.00	8.17	\$ 277,935.23	
Desencofrante	Kg	\$ 9,455.00	0.01	\$ 94.55	
				SUBTOTAL	\$ 710,108.54

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor	Menor	\$ 2,650.22	1	\$ 2,650.22	
				SUBTOTAL	\$ 2,650.22

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	12	\$ 10,773.35
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	12	\$ 15,728.84
						SUBTOTAL
						\$ 26,502.18

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 739,260.94
------------------------------	---------------

Anexo 3. APU Construcción de entrepiso, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
			LOCALIZACION:		
	FECHA		DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO		COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)			
CONTRATO N°				DE	
PROPONENTE		JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL	
CÓDIGO				2180696	
ACTIVIDAD		Construcción de Entrepiso de Cubierta		UNIDAD	m3
B. DATOS ESPECÍFICOS.					
CAPÍTULO		3		ÍTEM	3.7

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Concreto de 3000 PSI	m3	\$ 329,391.51	1	\$ 329,391.51	
Armado de Hierros	Kg	\$ 102,687.25	1	\$ 102,687.25	
Formaleta	m2	\$ 34,019.00	8.17	\$ 277,935.23	
Desencofrante	Kg	\$ 9,455.00	0.01	\$ 94.55	
				SUBTOTAL	\$ 710,108.54

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
Herramienta menor	Menor	\$ 2,650.22	1	\$ 2,650.22	
				SUBTOTAL	\$ 2,650.22

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DÍA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	12	\$ 10,773.35
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	12	\$ 15,728.84
						SUBTOTAL
						\$ 26,502.18

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 739,260.94
------------------------------	----------------------

Anexo 3. APU Construcción de entrepiso de cubierta, por los autores, 2020.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DD	MM	AA	PROYECTO:	COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	
			LOCALIZACION:		
	FECHA		DIRECTOR:	ING. GABRIEL SILVA	
A. DATOS GENERALES.					
OBJETO DEL CONTRATO			COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEEL FRAMING Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL CONFINADA PARA EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)		
CONTRATO N°			DE		
PROPONENTE			JULIETH ALEJANDRA BELTRÁN MONTENEGRO		NESTOR CAMILO DELGADO ABRIL
CÓDIGO					2180696
ACTIVIDAD			Pañete doble cara 1:4 (1.5 cm) y pintura	UNIDAD	M2
B. DATOS ESPECIFICOS.					
CAPÍTULO		4	ÍTEM		4.1

I. MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
Cemento	Kg	\$ 601.65	5.46	\$ 3,285.01	
Arena de peña	m3	\$ 101,150.00	0.02	\$ 1,760.01	
Agua	Lt	\$ 83.00	3.60	\$ 298.80	
Pintura para exterior	Gal	\$ 73,900	0.08	\$ 6,057	
Pintura para interior	Gal	\$ 18,780	0.07	\$ 1,252	
SUBTOTAL				\$	12,652.54

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Herramienta menor	Menor	\$ 795.07	1	\$ 795.07
SUBTOTAL				\$ 795.07

IV. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO-DIA	PRESTACIONES	SALARIO-TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
Oficial	1	\$ 69,478.00	1.86	\$ 129,280.15	60	\$ 2,154.67
Ayudante	2	\$ 48,294.00	1.95	\$ 188,746.03	60	\$ 3,145.77
SUBTOTAL				\$	5,300.44	

TOTAL PRECIO UNITARIO	\$ 18,748.04
------------------------------	--------------

Anexo 3. APU Pañete 1:4 (espesor 1.5 cm) y pintura, por los autores, 2020.

Anexo 4. Chequeo a tensión de los elementos estructurales del Steel framing

Es posible determinar la resistencia a tensión de todas las secciones, ya que los datos son dados por SAP2000, al corresponder a características geométricas y de material de los perfiles. Donde se hace necesario solo determinar el área neta de las secciones, la cual corresponderá al área bruta

menos el número de perforaciones de la sección (según número de tornillos de la conexión) multiplicados por su diámetro y el espesor de los perfiles.

Material	Fy	Fu
Text	KN/m2	KN/m2
A653SGr50	344737.89	448159.26

Anexo 4. Valores de Fu y Fy de los perfiles de la estructura en Steel framing, por los autores, 2020

- Para la cruz de san Andrés:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General							
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area	dperf	Area
Text	Text	Text	m	m	m2	m	m2
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Ag	dper	An
CRUZ	MAT	Rectangular	0.1	0.003	0.0003	0.0063	0.0002622

Anexo 4. Valores de área para la sección de la cruz de san Andrés, por los autores, 2020

Section	SectionType	Ag	An	Fluencia en sección brut	Rotura en sección net	Capacidad a tens
CRUZ	Rectangular	0.0003	0.0002622	93.0792303	88.13051848	88.13051848

Anexo 4. Capacidad a tensión de la sección de la cruz de san Andrés, por los autores, 2020

Ya con la capacidad a tensión se evalúa el requisito de diseño donde $\phi T_n > T_u$, el cual cumple para una sección de 100x3 mm que se trata del único cambio en dimensiones efectuado por términos de cumplimiento, en esta etapa. A continuación, se muestra parte de la tabla (demasiados elementos) donde se verifica el cumplimiento de que la resistencia a tensión sea mayor a la tensión última, que debe recibir el elemento:

Frame	Section	Valoracion Tensión	Máx. de P	Mín. de P	Máx. de Capacidad a tensión	Máx. de IS Tensión
100	CRUZ	OK	17.722	0.0003271	88.13051848	0.201088117
101	CRUZ	OK	22.177	0.008808	88.13051848	0.251638143
102	CRUZ	OK	24.252	0.322	88.13051848	0.275182768
103	CRUZ	OK	30.517	0.008801	88.13051848	0.346270515
104	CRUZ	OK	30.906	0.022	88.13051848	0.350684423

Anexo 4. Chequeo del requisito de diseño a tensión de la cruz de san Andrés, por los autores, 2020

- Para el paral:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General									
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Radius	LipDepth	Area	dperf	Area
Text	Text	Text	m	m	m	m	m2	m	m2
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Radius	LipDepth	Ag	dperf	An
PARAL	A653SQGr50	Cold Formed C	0.12	0.06	0.005	0.015	0.000743	0.0048	0.0007142

Anexo 4. Valores de área para la sección del paral, por los autores, 2020

Section	SectionType	Ag	An	Fluencia en sección brut	Rotura en sección net	Capacidad a tens
PARAL	Cold Formed C	0.000743	0.0007142	230.526227	240.0565076	230.526227

Anexo 4. Capacidad a tensión de la sección del paral, por los autores, 2020

Frame	Section	Valoracion Tensión	Máx. de P	Mín. de P	Máx. de Capacidad a tensión	Máx. de IS Tensión
117	PARAL	OK	0.204	7.816E-15	230.526227	0.000884932
119	PARAL	OK	0.204	0.066	230.526227	0.000884932
120	PARAL	OK	0.204	7.994E-15	230.526227	0.000884932
121	PARAL	OK	0.204	8.882E-16	230.526227	0.000884932
133	PARAL	OK	0.204	6.883E-16	230.526227	0.000884932
134	PARAL	OK	0.204	4.396E-15	230.526227	0.000884932

Anexo 4. Chequeo del requisito de diseño a tensión del paral, por los autores, 2020

- Para la sección Col 12x12, que en realidad corresponde a un montante o paral doble en C de 120x60x3:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General							
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area	dperf	Area
Text	Text	Text	m	m	m2	m	m2
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Ag	dperf	An
COL 12X12	A653SQGr50	Box/Tube	0.12	0.12	0.001404	0.0055	0.001272

Anexo 4. Valores de área para la sección de Col 12x12, por los autores, 2020

Section	SectionType	Ag	An	Fluencia en sección brut	Rotura en sección net	Capacidad a tens
COL 12X12	Tube	0.001404	0.001272	435.6107978	427.543934	427.543934

Anexo 4. Capacidad a tensión de la sección Col 12x12, por los autores, 2020

Frame	Section	Valoración Tensión	Máx. de P	Mín. de P	Máx. de Capacidad a tensión	Máx. de IS Tensión
1	COL 12X12	OK	12.996	7.996	427.543934	0.030396876
11	COL 12X12	OK	36.639	10.809	427.543934	0.085696456
111	COL 12X12	OK	6.117	5.869	427.543934	0.014307302
112	COL 12X12	OK	7.614	1.723	427.543934	0.017808696
124	COL 12X12	OK	17.28	9.462	427.543934	0.040416899

Anexo 4. Chequeo del requisito de diseño a tensión de la sección Col 12x12, por los autores, 2020

- Para la sección Canal vano:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General									
SectionName	Material	Shape	t3	t2	tw	Radius	Area	dperf	Area
Text	Text	Text	m	m	m	m	m2	m	m2
SectionName	Material	Shape	t3	t2	tw	Radius	Area	dperf	Area
CANAL VANO	A653SQGr50	Cold Formed C	0.123	0.06	0.0015	0.002	0.000356	0.0048	0.0003272

Anexo 4. Valores de área para la sección de canal vano, por los autores, 2020

Section	SectionType	Ag	An	Fluencia en sección brut	Rotura en sección net	Capacidad a tens
CANAL VANC	Cold Formed C	0.000356	0.0003272	110.45402	109.9782824	109.9782824

Anexo 4. Capacidad a tensión de la sección de canal vano, por los autores, 2020

Frame	Section	Valoración Tensión	Máx. de P	Mín. de P	Máx. de Capacidad a tensión	Máx. de IS Tensión
168	CANAL VANC	OK	0.024	0.015	109.9782824	0.000218225
32	CANAL VANC	OK	0.077	0.046	109.9782824	0.000700138
368	CANAL VANC	OK	4.785E-13	3.076E-13	109.9782824	4.35086E-15
369	CANAL VANC	OK	0.006475	6.939E-18	109.9782824	5.88753E-05
39	CANAL VANC	OK	0.132	0.085	109.9782824	0.001200237

Anexo 4. Chequeo del requisito de diseño a tensión de la sección de canal vano, por los autores, 2020

- Para la sección viga 30x12, que en realidad corresponde a un perfil de viga de entrepiso doble en C de 300x12x2:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

SectionName	Material	Shape	t3	t2	tw	Area	dperf	Area
Text	Text	Text	m	m	m	m2	m	m2
SectionNam	Materia	Shape	t3	t2	tw	Ag	dper	An
VIGA 30X12	A653SQGr50	Box/Tube	0.3	0.12	0.002	0.001664	0.0055	0.001598

Anexo 4. Valores de área para la sección viga 30x12, por los autores, 2020

Section	SectionType	Ag	An	Fluencia en sección brut	Rotura en sección net	Capacidad a tens
VIGA 30X12	Tube	0.001664	0.001598	516.2794641	537.1188731	516.2794641

Figura 8. Capacidad a tensión de la sección viga 30x12, por los autores, 2020

Frame	Section	Valoracion Tensión	Máx. de P	Mín. de P	Máx. de Capacidad a tensión	Máx. de IS Tensión
173	VIGA 30X12	OK	1.467E-11	6.661E-17	516.2794641	2.84148E-14
179	VIGA 30X12	OK	12.91	2.776E-16	516.2794641	0.025005837
181	VIGA 30X12	OK	7.336E-12	6.994E-16	516.2794641	1.42094E-14
185	VIGA 30X12	OK	7.41E-12	2.481E-15	516.2794641	1.43527E-14
189	VIGA 30X12	OK	1.335E-13	5.806E-15	516.2794641	2.58581E-16

Anexo 4. Chequeo del requisito de diseño a tensión de la sección viga 30x12, por los autores, 2020

- Para la sección viga canal:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

SectionName	Material	Shape	t3	t2	tw	Radius	Area	dperf	Area
Text	Text	Text	m	m	m	m	m2	m	m2
SectionNam	Materia	Shape	t3	t2	tw	Radiu	Ag	dper	An
VIGA CANAL	A653SQGr50	Channel	0.304	0.06	0.002	0.003	0.00084	0.0055	0.000796

Anexo 4. Valores de área para la sección viga canal, por los autores, 2020

Section	SectionType	Ag	An	Fluencia en sección brut	Rotura en sección net	Capacidad a tens
VIGA CANAL	Channel	0.00084	0.000796	260.6218448	267.5510782	260.6218448

Anexo 4. Capacidad a tensión de la sección viga canal, por los autores, 2020

Frame	Section	Valoracion Tensión	Máx. de P	Mín. de P	Máx. de Capacidad a tensión	Máx. de IS Tensión
171	VIGA CANAL	OK	1.369E-13	1.561E-18	260.6218448	5.25282E-16
172	VIGA CANAL	OK	7.278E-12	4.996E-17	260.6218448	2.79255E-14
291	VIGA CANAL	OK	3.456E-15	7.275E-16	260.6218448	1.32606E-17

Anexo 4. Chequeo del requisito de diseño a tensión de la sección viga canal, por los autores, 2020

- Para la sección viga tipo C:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

SectionName	Material	Shape	t3	t2	tw	Radius	LipDepth	Area	dperf	Area
Text	Text	Text	m	m	m	m	m	m2	m	m2
SectionNam	Materia	Shape	t3	t2	tw	Radiu	LipDept	Ag	dper	An
VIGA TIPO C	A653SQR50	Cold Formed C	0.3	0.06	0.002	0.003	0.018	0.000882	0.0055	0.000816

Anexo 4. Valores de área para la sección viga tipo C, por los autores, 2020

Section	SectionType	Ag	An	Fluencia en sección brut	Rotura en sección net	Capacidad a tens
VIGA TIPO C	Cold Formed C	0.000882	0.000816	273.6529371	274.2734671	273.6529371

Anexo 4. Capacidad a tensión de la sección viga tipo C, por los autores, 2020

Frame	Section	Valoracion Tensión	Máx. de P	Mín. de P	Máx. de Capacidad a tensión	Máx. de IS Tensión
175	VIGA TIPO C	OK	6.557E-13	2.067E-13	273.6529371	2.3961E-15
176	VIGA TIPO C	OK	6.158E-13	1.939E-13	273.6529371	2.2503E-15
178	VIGA TIPO C	OK	2.147E-12	1.017E-13	273.6529371	7.8457E-15
2	VIGA TIPO C	OK	8.745E-13	1.249E-17	273.6529371	3.19565E-15

Anexo 4. Chequeo del requisito de diseño a tensión de la sección viga tipo C, por los autores, 2020

Anexo 5. Chequeo a flexión de los elementos estructurales del Steel framing

- Resistencia nominal a flexión:

Para determinar el S_e de cada sección primero fue necesario determinar la inercia efectiva que sería la resultante de la diferencia entre la inercia total de la misma (dato de SAP2000) y la de sus perforaciones, por lo mismo, se empleó el teorema de Steiner, y para determinar el centro de luz o de gravedad para cada eje del perfil, se realizó el cálculo correspondiente para hallar los centros geométricos de cada una, como sigue:

PROPIEDADES EFECTIVAS DE LAS SECCIONES																		
Sección	A	X	Y	AX	AY	Xcg	ycg	I22	I33	Dperf	Iperf (Ix=Iy)	Aperf	dx	dy	I22 perf	I33 perf	I22 efectiva	I33 efectiva
CANAL VANO	0.00009	0.03	8E-04	2.7E-06	6.8E-08	0.0133	0.0615	1.301E-07	9E-07	0.0048	2.61E-11	1.8E-05	0.0167	0.0608	5E-09	7E-08	1.2E-07	7.32E-07
	0.00024	0.0008	0.062	1.8E-07	1.5E-05													
	0.00009	0.03	0.122	2.7E-06	1.1E-05													
	0.00042			5.58E-06	2.6E-05													
COL 12X12						0.06	0.06	3.205E-06	3E-06	0.0055	4.49E-11	2.4E-05	0.0585	0.03	8E-08	2E-08	3.3E-07	8.57E-08
										0.0048	2.61E-11	1.8E-05	0.0300	0.0585	2E-08	6E-08	6.5E-08	2.48E-07
CRUZ						0.0015	0.05	2.25E-10	3E-07	0.0055	4.49E-11	2.4E-05	0	0.025	4E-11	1E-08	1.4E-10	2.2E-07
PARAL	0.00018	0.03	0.002	5.4E-06	2.7E-07	0.0201	0.06	3.598E-07	2E-06	0.0048	2.61E-11	1.8E-05	0.0099	0.0585	2E-09	6E-08	3.6E-07	1.64E-06
	0.000036	0.0585	0.009	2.11E-06	3.2E-07													
	0.000342	0.0015	0.06	5.13E-07	2.1E-05													
	0.00018	0.03	0.119	5.4E-06	2.1E-05													
	0.000036	0.0585	0.111	2.11E-06	4E-06													
	0.000774			1.55E-05	4.6E-05													
VIGA 30X12						0.06	0.15	4.70E-06	2E-05	0.0055	4.49E-11	2.4E-05	0.03	0.149	2E-08	5E-07	8.6E-08	2.11E-06
										0.0055	4.49E-11	2.4E-05	0.059	0.03	8E-08	2E-08	3.3E-07	8.57E-08
VIGA CANAL						0.0093	0.152	2.164E-07	1E-05	0.0055	4.49E-11	2.4E-05	0.0207	0.151	1E-08	5E-07	2E-07	8.89E-06
	0.00012	0.03	0.001	3.6E-06	1.2E-07													
	0.00006	0.001	0.152	6E-07	9.1E-05													
	0.00012	0.03	0.303	3.6E-06	3.6E-05													
	0.00084			7.8E-06	0.00013													
VIGA TIPO C	0.00012	0.03	0.001	3.6E-06	1.2E-07	0.0123	0.15	3.498E-07	1E-05	0.0055	4.49E-11	2.4E-05	0.0177	0.149	8E-09	5E-07	3.3E-07	9.94E-06
	0.000026	0.059	0.009	1.53E-06	2.2E-07													
	0.000592	0.001	0.15	5.92E-07	8.9E-05													
	0.00012	0.03	0.299	3.6E-06	3.6E-05													
	0.000026	0.059	0.292	1.53E-06	7.6E-06													
	0.000884			1.09E-05	0.00013													

Anexo 5. Propiedades efectivas de las secciones, por los autores, 2020.

La resistencia nominal a flexión para las secciones corresponde, a los siguientes valores:

Section	SectionType	Se2	Resistencia nominal a flexión	Se3	Resistencia nominal a flexión
CANAL VANC	Cold Formed C	9.02754E-06	2.800920246	1.1907E-05	3.694323194

Anexo 5. Resistencia nominal sección canal vano, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Se2	Resistencia nominal a flexión	Se3	Resistencia nominal a flexión
COL 12X12	Tube	4.69057E-05	14.55316901	4.78579E-05	14.8485983

Anexo 5. Resistencia nominal sección col 12x12, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Se2	Resistencia nominal a flexión	Se3	Resistencia nominal a flexión
CRUZ	Rectangular	9.01093E-08	0.027957681	4.40425E-06	1.3664794

Anexo 5. Resistencia nominal sección cruz, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Se2	Resistencia nominal a flexión	Se3	Resistencia nominal a flexión
PARAL	Cold Formed C	1.77569E-05	5.509334068	2.73182E-05	8.475860542

Anexo 5. Resistencia nominal sección paral, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Se2	Resistencia nominal a flexión	Se3	Resistencia nominal a flexión
VIGA 30X12	Tube	7.1355E-05	22.1388965	0.000112029	34.75843056

Anexo 5. Resistencia nominal sección viga 30x12, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Se2	Resistencia nominal a flexión	Se3	Resistencia nominal a flexión
VIGA CANAL	Channel	2.10993E-05	6.54634188	5.84769E-05	18.14327387

Anexo 5. Resistencia nominal sección viga canal, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Se2	Resistencia nominal a flexión	Se3	Resistencia nominal a flexión
VIGA TIPO C	Cold Formed C	2.72525E-05	8.455466146	6.63E-05	20.57049826

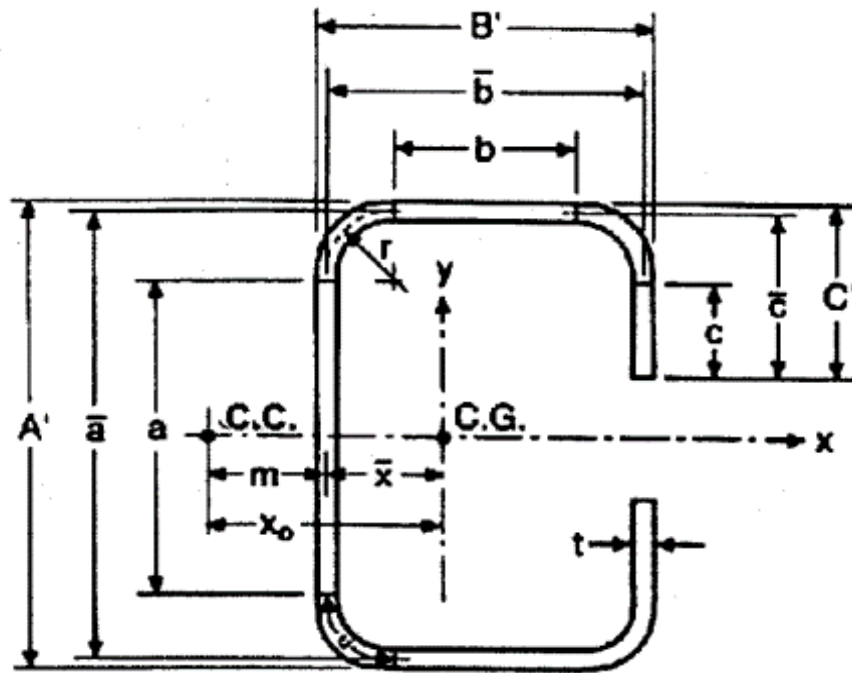
Anexo 5. Resistencia nominal sección viga tipo c, por los autores, 2020.

- Resistencia a pandeo lateral torsional:

TABLE: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties				
Material	UnitWeight	UnitMass	E1	G12
Text	KN/m3	KN-s2/m4	KN/m2	KN/m2
A653SQGr50	76.97286394	7.84904738	203395357.7	78228983.75

Anexo 5. Módulo de elasticidad y cortante del acero, por los autores, 2020.

Con base a lo anterior es de notar que contamos con casi todos los valores para aplicar la fórmula que determina F_e , faltando solamente el valor de X_o y C_w , los cuales dependen de las propiedades geométricas de las secciones y son nulos para aquellas que presentan dos ejes de simetría (Cruz de san Andrés, Col 12x12, y viga 30x12), debido a que el centro de cortante coincide con el centro de gravedad. Estos parámetros fueron hallados gracias a fórmulas de Carlos Peña, encontradas en el enlace: “<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9979/Capitulo3.pdf>”, para lo cual obtuvimos:



Anexo 5. Método lineal para el cálculo de propiedades geométricas C_w y X_o , recuperado de:

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9979/Capitulo3.pdf>, por Peña, R (2000).

PERFIL	A'	B'	C'	r	t	A	α	a	b	c
CANAL VANO	0.123	0.06	0	0.003	0.0015	0.0004	0	0.1155	0.05625	0
CRUZ	0.05	0	0	0	0.002	0.0001	0	0.048	0	0
PARAL	0.12	0.06	0.015	0.003	0.003	0.0008	1	0.111	0.051	0.0105
VIGA CANAL	0.304	0.06	0	0.003	0.002	0.0008	0	0.296	0.056	0
VIGA TIPO C	0.3	0.06	0.018	0.003	0.002	0.0009	1	0.292	0.052	0.014

Anexo 5. Cálculo de propiedades geométricas C_w y X_o , siguiendo fórmulas de Peña, R (2000), por los autores,

2020.

$\bar{a}$	$\bar{b}$	$\bar{c}$	u	ξ	$\bar{x}$	m	x_o	C_w
0.1215	0.05925	0	0.004712	0	0.01467	0.02208	-0.036752	3.386E-10
0.048	0	0	0	0	0	0	0	0
0.117	0.057	0.0135	0.004712	0.000364	0.01818	0.02732	-0.045498	1.057E-09
0.302	0.059	0	0.004712	0	0.00829	0.01592	-0.02421	3.717E-09
0.298	0.058	0.017	0.004712	0.004345	0.01171	0.02169	-0.033399	6.324E-09

Anexo 5. Cálculo de propiedades geométricas C_w y X_o , siguiendo fórmulas de Peña, R (2000), por los autores, 2020.

Los valores de F_e , para cada sección:

SectionName	Area	Xcg	Ycg	TorsConst	Ly-Lt	R33	R22	Xo	ro	Cw	E	G	oey	ot	Fe
Text	m ²	m	m	m ⁴	m	m	m	m	m	m ⁶	KN/m ²	KN/m ²			kN/m ²
SectionNam	Ag	Xcg	Ycg	TorsConst	Ly-Lt	R33	R22	Xo	ro	Cw	E	G	Oey	Ot	Fe
CANAL VANO	0.000356	0.013286	0.0615	2.69E-07	1.3015	0.049417	0.019084	-0.03675	0.064475	3.39E-10	203395357.7	78228983.8	431609.756	14506741.9	4079216.08
COL 12X12	0.001404	0.06	0.0600	0.00004805	2.4	0.047781	0.047781	0	0.067573	0	203395357.7	78228983.8	795662.276	58634538	12131142.2
CRUZ	0.0003	0.0015	0.0500	8.83E-10	4.4	0.028868	0.000866	0	0.028881	0	203395357.7	78228983.8	77.7626788	276047.038	8028.61117
PARAL	0.000743	0.020058	0.0600	2.299E-09	2.4	0.047961	0.02167	-0.0455	0.06957	1.06E-09	203395357.7	78228983.8	163657.578	152416.116	277837.749
VIGA 30X12	0.001664	0.06	0.1500	1.20E-05	1.3015	0.107701	0.053134	0	0.120095	0	203395357.7	78228983.8	3345780.61	39115439.9	18048350.5
VIGA CANAL	0.00084	0.009286	0.1520	1.11E-09	0.9835	0.108958	0.016049	-0.02421	0.112763	3.72E-09	203395357.7	78228983.8	534549.598	730306.142	902100.14
VIGA TIPO C	0.000882	0.012285	0.1500	1.181E-09	1.3015	0.109802	0.019873	-0.0334	0.116477	6.32E-09	203395357.7	78228983.8	468036.046	634085.408	763170.449

Anexo 5. Valores de F_e para cada sección, por los autores, 2020.

Aplicando las condicionales para determinar F_c , según los valores de F_e :

SectionName	Se	Fe	fy*2.78	fy*0.56	Control	Fc
Text	m ³	kN/m ²				kN/m ²
SectionNam	Se	Fe	Columna	Columna3	Columna2	Fc
CANAL VANO	1.1907E-05	4079216.08	958371.334	193053.2184	Determine resistencia a pandeo lateral torsional con F.4.3.3.1.1(a)	No
COL 12X12	4.78579E-05	12131142.2	958371.334	193053.2184	Determine resistencia a pandeo lateral torsional con F.4.3.3.1.1(a)	No
CRUZ	4.40425E-06	8028.61117	958371.334	193053.2184	Fc=Fe	8028.611173
PARAL	2.73182E-05	277837.749	958371.334	193053.2184	Fc con (F.4.3.3-8)	251021.4772
VIGA 30X12	0.000112029	18048350.5	958371.334	193053.2184	Determine resistencia a pandeo lateral torsional con F.4.3.3.1.1(a)	No
VIGA CANAL	5.84769E-05	902100.14	958371.334	193053.2184	Fc con (F.4.3.3-8)	342381.0792
VIGA TIPO C	6.63E-05	763170.449	958371.334	193053.2184	Fc con (F.4.3.3-8)	334979.0328

Anexo 5. Valores de F_c para cada sección, por los autores, 2020.

Los valores de resistencia a pandeo lateral torsional, para cada sección son:

Section	SectionType	Resistencia nominal a flexión	Fc	Capacidad Pandeo lateral torsional
CANAL VANC	Cold Formed C	3.694323194	No	3.694323194

Anexo 5. Resistencia a pandeo lateral torsional sección canal vano, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Resistencia nominal a flexión	Fc	Capacidad Pandeo lateral torsional
COL 12X12	Tube	14.8485983	No	14.8485983

Anexo 5. Resistencia a pandeo lateral torsional sección col 12x12, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Fc	Capacidad Pandeo lateral torsional
CRUZ	Rectangular	8028.611173	0.03182398

Anexo 5. Resistencia a pandeo lateral torsional sección cruz, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Fc	Capacidad Pandeo lateral torsional
PARAL	Cold Formed C	251021.4772	6.171712179

Anexo 5. Resistencia a pandeo lateral torsional sección paral, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Resistencia nominal a flexión	Fc	Capacidad Pandeo lateral torsional
VIGA 30X12	Tube	34.75843056	No	34.75843056

Anexo 5. Resistencia a pandeo lateral torsional sección viga 30x12, por los autores, 2020.

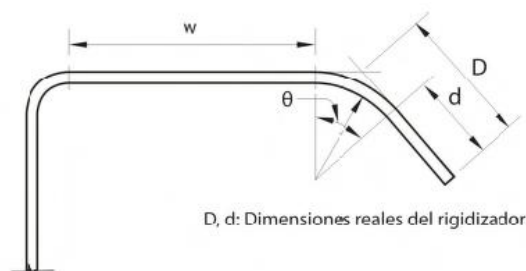
Section	SectionType	Fc	Capacidad Pandeo lateral torsional
VIGA CANAL	Channel	342381.0792	18.01923684

Anexo 5. Resistencia a pandeo lateral torsional sección viga canal, por los autores, 2020.

Section	SectionType	Fc	Capacidad Pandeo lateral torsional
VIGA TIPO C	Cold Formed C	334979.0328	19.98818758

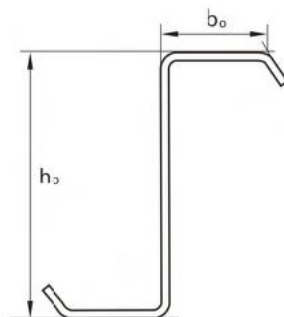
Anexo 5. Resistencia a pandeo lateral torsional sección viga tipo c, por los autores, 2020.

- Resistencia al pandeo distorsional:



Anexo 5. Ángulo θ , recuperado de reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, por

Asosísmica, 2010.



Anexo 5. Valores de b_o y h_o , recuperado de reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, por Asosísmica, 2010.

Contando con todos los valores, tenemos F_d para cada sección igual a:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General							
SectionName	E	My	Kd	θ	t	b_o	F_d
Text	KN/m2	kN-m			m	m	kN/m2
SectionNam	E	My	Kd	θ	t	b_o	F_d
CANAL VANO	203395357.7	0.96010029	0.5	1	0.002	0.06	102128.191
COL 12X12	203395357.7	18.414749	0.5	1	0.003	0.12	57447.1073
CRUZ	203395357.7	0.05171068	0.5	1	0.002	0.002	91915371.7
PARAL	203395357.7	3.10543103	1.13948547	1	0.003	0.06	523681.155
VIGA 30X12	203395357.7	26.9929768	0.5	1	0.003	0.3	9191.53717
VIGA CANAL	203395357.7	1.47101114	0.5	1	0.002	0.06	102128.191
VIGA TIPO C	203395357.7	2.52728671	0.90540219	1	0.002	0.06	184934.175

Anexo 5. Valores de F_d para cada sección, por los autores, 2020.

Los valores de M_{crd} y los casos para hallar finalmente M_n por pandeo distorsional ($M_{n pd}$), son iguales a:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General									
SectionName	I33	Sf	I22	Sfy	My	F_d	M_{crd}	λ_d	$M_{n pd}$
Text	m4	m3	m4	m3	kN-m	kN/m2	kN-m		kN-m
SectionNam	I33	Sf	I22	Sfy	My	F_d	M_{crd}	λ_d	$M_{n pd}$
CANAL VANO	8.66E-07	1.40797E-05	1.301E-07	2.78502E-06	0.96010029	102128.191	1.43793171	0.81712627	0.85862679
COL 12X12	0.000003205	5.34167E-05	0.000003205	5.34167E-05	18.414749	57447.1073	3.06863298	2.44968604	6.84208812
CRUZ	2.50E-07	0.000005	2.25E-10	0.00000015	0.05171068	91915371.7	459.576858	0.01060745	0.05171068
PARAL	0.000001763	2.93833E-05	3.598E-07	9.00809E-06	3.10543103	523681.155	15.3874979	0.44923847	3.10543103
VIGA 30X12	1.90E-05	0.000126667	4.70E-06	7.83E-05	26.9929768	9191.53717	1.16426137	4.81504273	5.34983077
VIGA CANAL	0.000009972	6.56053E-05	2.164E-07	4.26704E-06	1.47101114	102128.191	6.70014683	0.46856066	1.47101114
VIGA TIPO C	1.10.E-05	7.33333E-05	3.498E-07	7.33104E-06	2.52728671	184934.175	13.5618395	0.43168599	2.52728671

Anexo 5. Resistencia al pandeo distorsional para cada sección, por los autores, 2020.

- Resistencia a flexión:

Se selecciona finalmente la resistencia a flexión para cada eje siendo para el eje x o 33, la menor entre la nominal y la de pandeo lateral torsional, mientras que para el eje 22 o y, se selecciona la menor entre la nominal y la distorsional.

Section	Resistencia nominal a flexión	Resistencia nominal a flexión	Capacidad Pandeo lateral torsion	Capacidad Pandeo distorsion	Capacidad a flexión	Capacidad a flexión
CANAL VANC	2.800920246	3.694323194	3.694323194	0.772764114	0.772764114	3.694323194

Anexo 5. Resistencia a flexión sección canal vano, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal a flexión	Resistencia nominal a flexión	Capacidad Pandeo lateral torsion	Capacidad Pandeo distorsion	Capacidad a flexión	Capacidad a flexión
COL 12X12	14.55316901	14.8485983	14.8485983	6.157879305	6.157879305	14.8485983

Anexo 5. Resistencia a flexión sección col 12x12, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal a flexión	Resistencia nominal a flexión	Capacidad Pandeo lateral torsion	Capacidad Pandeo distorsion	Capacidad a flexión	Capacidad a flexión
CRUZ	0.027957681	1.3664794	0.03182398	0.046539615	0.027957681	0.03182398

Anexo 5. Resistencia a flexión sección cruz, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal a flexión	Resistencia nominal a flexión	Capacidad Pandeo lateral torsion	Capacidad Pandeo distorsion	Capacidad a flexión	Capacidad a flexión
PARAL	5.509334068	8.475860542	6.171712179	2.794887926	2.794887926	6.171712179

Anexo 5. Resistencia a flexión sección paral, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal a flexión	Resistencia nominal a flexión	Capacidad Pandeo lateral torsion	Capacidad Pandeo distorsion	Capacidad a flexión	Capacidad a flexión
VIGA 30X12	22.1388965	34.75843056	34.75843056	4.814847692	4.814847692	34.75843056

Anexo 5. Resistencia a flexión sección viga 30x12, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal a flexión	Resistencia nominal a flexión	Capacidad Pandeo lateral torsion	Capacidad Pandeo distorsion	Capacidad a flexión	Capacidad a flexión
VIGA CANAL	6.54634188	18.14327387	18.01923684	1.323910029	1.323910029	18.01923684

Anexo 5. Resistencia a flexión sección viga canal, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal a flexión	Resistencia nominal a flexión	Capacidad Pandeo lateral torsion	Capacidad Pandeo distorsion	Capacidad a flexión	Capacidad a flexión
VIGA TIPO C	8.455466146	20.57049826	19.98818758	2.274558041	2.274558041	19.98818758

Anexo 5. Resistencia a flexión sección viga tipo c, por los autores, 2020.

El chequeo a flexión de los elementos se realizó verificando el criterio de que ($M_u/\phi M_n \leq 1$), de manera resumida los resultados para cada elemento fueron:

Frame	Section	Valoración Flexión (2)	Valoración Flexión (3)	Máx. de M2	Máx. de M3_2	Mín. de M2_2	Mín. de M3	Máx. de Capacidad a flexión (2)	Máx. de Capacidad a flexión (3)	Máx. de IS Flexión (2)	Máx. de IS Flexión (3)
168	CANAL VANO	OK	OK	0.0362	1.347E-15	0	-1.8E-15	0.772764114	3.694323194	0.046844825	4.80196E-16
32	CANAL VANO	OK	OK	0.0971	7.501E-15	-2.07E-17	-6.6E-15	0.772764114	3.694323194	0.125652833	2.03041E-15
368	CANAL VANO	OK	OK	3.1E-05	0.8075	-3.1E-05	-0.4625	0.772764114	3.694323194	4.0051E-05	0.218578602
369	CANAL VANO	OK	OK	0.5639	0.1773	-0.5639	-0.27	0.772764114	3.694323194	0.72971815	0.073085105
39	CANAL VANO	OK	OK	1E-17	3.552E-15	-0.041	-3.8E-15	0.772764114	3.694323194	0.053056294	1.0194E-15

Anexo 5. Chequeo capacidad a flexión de la sección canal vano, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Flexión (2)	Valoración Flexión (3)	Máx. de M2	Máx. de M3_2	Mín. de M2_2	Mín. de M3	Máx. de Capacidad a flexión (2)	Máx. de Capacidad a flexión (3)	Máx. de IS Flexión (2)	Máx. de IS Flexión (3)
1	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
10	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
108	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
109	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0
11	COL 12X12	OK	OK	0	0	0	0	6.157879305	14.8485983	0	0

Anexo 5. Chequeo capacidad a flexión de la sección col 12x12, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Flexión (2)	Valoración Flexión (3)	Máx. de M2	Máx. de M3_2	Mín. de M2_2	Mín. de M3	Máx. de Capacidad a flexión (2)	Máx. de Capacidad a flexión (3)	Máx. de IS Flexión (2)	Máx. de IS Flexión (3)
100	CRUZ	OK	OK	0	0.0024	0	-2E-18	0.027957681	0.03182398	0	0.075414828
101	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
102	CRUZ	OK	OK	0	0.0038	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.119406811
103	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778
104	CRUZ	OK	OK	0	0.0066	0	0	0.027957681	0.03182398	0	0.207390778

Anexo 5. Chequeo capacidad a flexión de la sección cruz, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Flexión (2)	Valoración Flexión (3)	Máx. de M2	Máx. de M3_2	Mín. de M2_2	Mín. de M3	Máx. de Capacidad a flexión (2)	Máx. de Capacidad a flexión (3)	Máx. de IS Flexión (2)	Máx. de IS Flexión (3)
117	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
119	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
120	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
121	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0
133	PARAL	OK	OK	0	0	0	0	2.794887926	6.171712179	0	0

Anexo 5. Chequeo capacidad a flexión de la sección paral, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Flexión (2)	Valoración Flexión (3)	Máx. de M2	Máx. de M3_2	Mín. de M2_2	Mín. de M3	Máx. de Capacidad a flexión (2)	Máx. de Capacidad a flexión (3)	Máx. de IS Flexión (2)	Máx. de IS Flexión (3)
173	VIGA 30X12	OK	OK	1E-13	9.5719	-1.74E-13	-11.2419	4.814847692	34.75843056	3.6159E-14	0.323429448
174	VIGA 30X12	OK	OK	7.7E-14	8.3605	-5.45E-14	-14.0144	4.814847692	34.75843056	1.60005E-14	0.403194269
177	VIGA 30X12	OK	OK	5.3E-14	8.4612	-5.45E-14	-14.6873	4.814847692	34.75843056	1.13254E-14	0.422553601
179	VIGA 30X12	OK	OK	1.4E-13	6.1652	-1.38E-13	-8.919	4.814847692	34.75843056	2.9326E-14	0.256599618
181	VIGA 30X12	OK	OK	8.6E-14	5.6869	-1.05E-13	-8.6832	4.814847692	34.75843056	2.17037E-14	0.249815652

Anexo 5. Chequeo capacidad a flexión de la sección viga 30x12, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Flexión (1)	Valoración Flexión (3)	Máx. de M2	Máx. de M3_2	Mín. de M2_2	Mín. de M3	Máx. de Capacidad a flexión (2)	Máx. de Capacidad a flexión (3)	Máx. de IS Flexión (2)	Máx. de IS Flexión (3)
171	VIGA CANAL	OK	OK	5E-14	2.3613	-8.33E-14	-3.0133	1.323910029	18.01923684	6.29197E-14	0.167226838
172	VIGA CANAL	OK	OK	6E-14	7.891	-5.21E-14	-5.7564	1.323910029	18.01923684	4.29032E-14	0.437920877
291	VIGA CANAL	OK	OK	2E-14	0	-2.71E-14	-16.886	1.323910029	18.01923684	2.0447E-14	0.937131808

Anexo 5. Chequeo capacidad a flexión de la sección viga canal, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Flexión (1)	Valoración Flexión (3)	Máx. de M2	Máx. de M3_2	Mín. de M2_2	Mín. de M3	Máx. de Capacidad a flexión (2)	Máx. de Capacidad a flexión (3)	Máx. de IS Flexión (2)	Máx. de IS Flexión (3)
175	VIGA TIPO C	OK	OK	1.3E-14	7.6638	-1.44E-14	0	2.274558041	19.98818758	6.32211E-15	0.383416454
176	VIGA TIPO C	OK	OK	1E-14	7.1969	-1.44E-14	-6E-15	2.274558041	19.98818758	6.32211E-15	0.360057658
178	VIGA TIPO C	OK	OK	1E-14	5.1764	-1.44E-14	0	2.274558041	19.98818758	6.32211E-15	0.258972955
180	VIGA TIPO C	OK	OK	0	0.4065	0	-3E-16	2.274558041	19.98818758	0	0.020337011
188	VIGA TIPO C	OK	OK	0	0.4065	0	-3E-16	2.274558041	19.98818758	0	0.020337011

Anexo 5. Chequeo capacidad a flexión de la sección viga tipo c, por los autores, 2020.

Anexo 6. Chequeo a cortante de los elementos estructurales del Steel framing

Los valores obtenidos de resistencia nominal al cortante, al aplicar las fórmulas dadas en la sección de diseño para cada tipo de perfil, son:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General											
SectionName	E	t	h	Aw2	Aw3	a	Kv	h/t	Fv	Vn2	Vn3
Text	KN/m2	m	m	m2	m2	m			kN/m2	kN	kN
SectionName	E	t	h	Aw2	Aw3	a	Kv	h/t	Fv	Vn2	Vn3
CANAL VANO	203395357.7	0.002	0.123	0.00018	0.000176	0	5.34	61.5	188782.525	32.2818118	31.5644382
COL 12X12	203395357.7	0.003	0.12	0.00072	0.00072	0	5.34	40	206842.734	141.48043	141.48043
CRUZ	203395357.7	0.002	0.1	0.00025	0.00025	0	5.34	50	206842.734	49.1251493	49.1251493
PARAL	203395357.7	0.003	0.12	0.000342	0.000324	0	5.34	40	206842.734	67.2032043	63.6661935
VIGA 30X12	203395357.7	0.003	0.3	0.0012	0.00048	0	5.34	100	98186.2614	111.932338	44.7729352
VIGA CANAL	203395357.7	0.002	0.304	0.000608	0.00024	0	5.34	152	42497.5162	24.5465653	9.68943369
VIGA TIPO C	203395357.7	0.002	0.3	0.000584	0.000208	0.6	6.34	150	51810.3119	28.744361	10.2377176

Anexo 6. Resistencia nominal a cortante de las secciones, por los autores, 2020.

El chequeo a cortante de los elementos se realizó verificando el criterio de que ($V_u / \phi V_n \leq 1$), de manera resumida los resultados para cada elemento fueron:

Frame	Section	Valoración cortante 2	Valoración cortante 3	Mín. de V2_2	Máx. de V2	Máx. de Capacidad cortante 2	Máx. de IS Cortante 2	Mín. de V3	Máx. de V3_2	Máx. de Capacidad cortante 3	Máx. de IS Cortante 3
168	CANAL VANO	OK	OK	-7.64E-15	4.4E-16	32.2818118	2.3657E-16	-0.089	0.088	31.5644382	0.002819629
32	CANAL VANO	OK	OK	-1.43E-14	1.44E-14	32.2818118	4.4483E-16	-0.194	0.216	31.5644382	0.006843144
368	CANAL VANO	OK	OK	-1.808	1.833	32.2818118	0.0567812	-5E-05	0.000183	31.5644382	5.79766E-06
369	CANAL VANO	OK	OK	-0.779	0.788	32.2818118	0.02441003	-0.958	3.333	31.5644382	0.105593516
39	CANAL VANO	OK	OK	-3.54E-15	7.17E-15	32.2818118	2.2223E-16	-0.096	0.087	31.5644382	0.003041397

Anexo 6. Chequeo capacidad a cortante de la sección canal vano, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración cortante 2	Valoración cortante 3	Mín. de V2_2	Máx. de V2	Máx. de Capacidad cortante 2	Máx. de IS Cortante 2	Mín. de V3	Máx. de V3_2	Máx. de Capacidad cortante 3	Máx. de IS Cortante 3
1	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
10	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
108	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
109	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0
11	COL 12X12	OK	OK	0	0	141.4804301	0	0	0	141.4804301	0

Anexo 6. Chequeo capacidad a cortante de la sección col 12x12, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración cortante 2	Valoración cortante 3	Mín. de V2_2	Máx. de V2	Máx. de Capacidad cortante 2	Máx. de IS Cortante 2	Mín. de V3	Máx. de V3_2	Máx. de Capacidad cortante 3	Máx. de IS Cortante 3
100	CRUZ	OK	OK	-0.005334	0.005334	49.12514933	0.00010858	0	0	49.12514933	0
101	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
102	CRUZ	OK	OK	-0.005469	0.005469	49.12514933	0.000111328	0	0	49.12514933	0
103	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0
104	CRUZ	OK	OK	-0.008729	0.008729	49.12514933	0.000177689	0	0	49.12514933	0

Anexo 6. Chequeo capacidad a cortante de la sección cruz, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración cortante 2	Valoración cortante 3	Mín. de V2_2	Máx. de V2	Máx. de Capacidad cortante 2	Máx. de IS Cortante 2	Mín. de V3	Máx. de V3_2	Máx. de Capacidad cortante 3	Máx. de IS Cortante 3
117	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
119	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
120	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
121	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0
133	PARAL	OK	OK	0	0	67.20320428	0	0	0	63.66619353	0

Anexo 6. Chequeo capacidad a cortante de la sección paral, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración cortante 2	Valoración cortante 3	Mín. de V2_2	Máx. de V2	Máx. de Capacidad cortante 2	Máx. de IS Cortante 2	Mín. de V3	Máx. de V3_2	Máx. de Capacidad cortante 3	Máx. de IS Cortante 3
173	VIGA 30X12	OK	OK	-21.779	20.534	111.932338	0.194572904	-1.203E-12	2.797E-12	44.7729352	6.24708E-14
174	VIGA 30X12	OK	OK	-22.568	22.827	111.932338	0.203935703	-1.965E-13	1.137E-13	44.7729352	4.38881E-15
177	VIGA 30X12	OK	OK	-24.041	24.378	111.932338	0.217792288	-1.148E-13	1.137E-13	44.7729352	2.56405E-15
179	VIGA 30X12	OK	OK	-26.459	43.76	111.932338	0.390950469	-1.462E-11	1.469E-11	44.7729352	3.281E-13
181	VIGA 30X12	OK	OK	-17.562	16.877	111.932338	0.156898358	-7.367E-13	4.891E-13	44.7729352	1.64541E-14

Anexo 6. Chequeo capacidad a cortante de la sección viga 30x12, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración cortante 2	Valoración cortante 3	Mín. de V2_2	Máx. de V2	Máx. de Capacidad cortante 2	Máx. de IS Cortante 2	Mín. de V3	Máx. de V3_2	Máx. de Capacidad cortante 3	Máx. de IS Cortante 3
171	VIGA CANAL	OK	OK	-6.806	5.96	24.54656535	0.277268934	-1.726E-12	1.841E-12	9.68943369	1.90001E-13
172	VIGA CANAL	OK	OK	-14.74	14.002	24.54656535	0.600491343	-1.836E-12	1.818E-12	9.68943369	1.89485E-13
291	VIGA CANAL	OK	OK	-19.555	18.481	24.54656535	0.796649133	-5.695E-14	1.139E-13	9.68943369	1.17551E-14

Anexo 6. Chequeo capacidad a cortante de la sección viga canal, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración cortante 2	Valoración cortante 3	Mín. de V2_2	Máx. de V2	Máx. de Capacidad cortante 2	Máx. de IS Cortante 2	Mín. de V3	Máx. de V3_2	Máx. de Capacidad cortante 3	Máx. de IS Cortante 3
175	VIGA TIPO C	OK	OK	-6.553	6.135	28.74436103	0.227975149	-3.782E-14	4.151E-14	10.23771763	4.05461E-15
176	VIGA TIPO C	OK	OK	-6.031	5.823	28.74436103	0.209815066	-4.424E-14	3.97E-14	10.23771763	4.32128E-15
178	VIGA TIPO C	OK	OK	-4.848	5.138	28.74436103	0.178748103	-2.856E-14	3.055E-14	10.23771763	2.98406E-15
180	VIGA TIPO C	OK	OK	-0.278	0.278	28.74436103	0.009671462	0	0	10.23771763	0
188	VIGA TIPO C	OK	OK	-0.278	0.278	28.74436103	0.009671462	0	0	10.23771763	0

Anexo 6. Chequeo capacidad a cortante de la sección viga tipo c, por los autores, 2020.

Anexo 7. Chequeo a compresión de los elementos estructurales del Steel framing

- Resistencia nominal por fluencia, pandeo flector, pandeo flexo-torsional y torsional:

Con base a las formulas dadas los valores de la resistencia nominal por fluencia, pandeo flector, pandeo flexo-torsional y torsional, para cada sección son:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General												
SectionName	Ae	R33	Xo	ro	E	ot	oex	bc	Fe (sin pt)	Fe (con pt y ft)	Fe (con pf y ft cons)	Fe
Text	m2	m	m	m	KN/m2				f.4.3.4-5	f.4.3.4-6	f.4.3.4-7	
SectionNam	Ae	R33	Xo	ro	E	Ot	Oex	bc	Fe1	Fe2	Fe3	Fec
CANAL VANO	0.00029448	0.049417	-0.03675	0.064475	203395357.7	14506741.9	2894044.4	0.67506736	2894044.4	2694350.94	2412715.982	2412715.98
COL 12X12	0.0011448	0.047781	0	0.067573	203395357.7	58634538	795662.276	1	795662.276	795662.2762	785009.8057	785009.806
CRUZ	0.0002360	0.028868	0	0.028881	203395357.7	276047.038	86410.9584	1	86410.9584	86410.9584	65810.35416	65810.3542
PARAL	0.00064278	0.047961	-0.0455	0.06957	203395357.7	152416.116	801668.386	0.5722894	801668.386	139788.6856	128067.4632	128067.463
VIGA 30X12	0.0014382	0.107701	0	0.120095	203395357.7	39115439.9	13746492.8	1	13746492.8	13746492.78	10171783.08	10171783.1
VIGA CANAL	0.0007164	0.108958	-0.02421	0.112763	203395357.7	730306.142	24638275	0.95390377	24638275	729280.7416	709282.2207	709282.221
VIGA TIPO C	0.0007344	0.109802	-0.0334	0.116477	203395357.7	634085.408	14288049.2	0.91777666	14288049.2	631682.9368	607141.2536	607141.254

Anexo 7. Valores de Fe para cada sección, por los autores, 2020.

Aplicando la fórmula para clasificar el Fe obtenido, se genera finalmente los valores de resistencia para cada sección:

SectionName	Fe	λ_c	F _n	P _n
Text				(F _l , P _f , p _{ft} , p _t)
SectionNam	Fec	λ_c	F _n	P _{n1}
CANAL VANO	2412715.98	0.37799966	324725.545	81.28140174
COL 12X12	785009.806	0.66268474	286855.2	279.1330582
CRUZ	65810.3542	2.28874493	57715.6806	11.57678436
PARAL	128067.463	1.64068462	112315.165	61.36485063
VIGA 30X12	10171783.1	0.18409668	339882.188	415.4957789
VIGA CANAL	709282.221	0.69716403	281280.712	171.2830768
VIGA TIPO C	607141.254	0.75352842	271817.089	169.6790998

Anexo 7. Valores de resistencia nominal por fluencia, pandeo flector, pandeo flexo-torsional y torsional para cada sección, por los autores, 2020.

- Resistencia al pandeo distorsional:

Los valores de la resistencia por pandeo distorsional en compresión, para cada sección son:

TABLE: Frame Section Properties 01 - General										
SectionName	Area	Lx-Lm	Ly-Lt	E	Fd	σ_{ex}	Py	Pcrd	$\lambda d2$	Pn
Text	m ²	m	m	KN/m ²	kN/m ²					Pdist
SectionName	Ag	Lx-Lm	Ly-Lt	E	Fd	σ_{ex}	Py	Pcrd	$\lambda d2$	Pn2
CANAL VANO	0.000356	1.3015	1.3015	203395357.7	102128.191	2894044.4	122.726689	36.3576359	1.83726453	44.2175859
COL 12X12	0.001404	2.4	2.4	203395357.7	57447.1073	795662.276	484.011998	80.6557387	2.44968604	128.415003
CRUZ	0.0003	4.4	4.4	203395357.7	91915371.7	86410.9584	103.421367	27574.6115	0.06124215	87.908162
PARAL	0.000743	2.4	2.4	203395357.7	523681.155	801668.386	256.140252	389.095098	0.81135522	189.903385
VIGA 30X12	0.001664	1.3015	1.3015	203395357.7	9191.53717	13746492.8	573.643849	15.2947178	6.1242151	53.8373332
VIGA CANAL	0.00084	0.9835	0.9835	203395357.7	102128.191	24638275	289.579828	85.7876802	1.83726453	104.33363
VIGA TIPO C	0.000882	1.3015	1.3015	203395357.7	184934.175	14288049.2	304.058819	163.111943	1.36532462	147.264162

Anexo 7. Valores de resistencia por pandeo distorsional en compresión para cada sección, por los autores, 2020.

- Resistencia a compresión:

Con base a lo anterior, se toma como resistencia a la compresión el menor valor de los dos tipos obtenidos, como sigue:

Section	Resistencia nominal (fluencia, pandeo flector, pandeo flexo-torsio)	Resistencia al pandeo distorsion	Capacidad compresio
CANAL VANO	81.28140174	44.21758591	44.21758591

Anexo 7. Resistencia a la compresión de la sección canal vano, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal (fluencia, pandeo flector, pandeo flexo-torsio)	Resistencia al pandeo distorsion	Capacidad compresio
COL 12X12	279.1330582	128.4150031	128.4150031

Anexo 7. Resistencia a la compresión de la sección col 12x12, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal (fluencia, pandeo flector, pandeo flexo-torsio)	Resistencia al pandeo distorsion	Capacidad compresio
CRUZ	11.57678436	87.90816195	11.57678436

Anexo 7. Resistencia a la compresión de la sección cruz, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal (fluencia,pandeo flector, pandeo flexo-torsio)	Resistencia al pandeo distorsion	Capacidad compresión
PARAL	61.36485063	189.9033852	61.36485063

Anexo 7. Resistencia a la compresión de la sección paral, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal (fluencia,pandeo flector, pandeo flexo-torsio)	Resistencia al pandeo distorsion	Capacidad compresión
VIGA 30X12	415.4957789	53.83733316	53.83733316

Anexo 7. Resistencia a la compresión de la sección viga 30x12, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal (fluencia,pandeo flector, pandeo flexo-torsio)	Resistencia al pandeo distorsion	Capacidad compresión
VIGA CANAL	171.2830768	104.3336297	104.3336297

Anexo 7. Resistencia a la compresión de la sección viga canal, por los autores, 2020.

Section	Resistencia nominal (fluencia,pandeo flector, pandeo flexo-torsio)	Resistencia al pandeo distorsion	Capacidad compresión
VIGA TIPO C	169.6790998	147.2641624	147.2641624

Anexo 7. Resistencia a la compresión de la sección viga tipo c, por los autores, 2020.

El chequeo a compresión de los elementos se realizó verificando el criterio de que ($P_u/\Phi P_n \leq 1$), de manera resumida los resultados para cada elemento fueron:

Frame	Section	Valoración Compresión	Máx. de P	Mín. de P2	Máx. de Capacidad compresión	Mín. de IS Compresión
168	CANAL VANO	OK	-2.002	-6.371	44.21758591	-0.144082945
32	CANAL VANO	OK	-3.118	-4.778	44.21758591	-0.108056555
368	CANAL VANO	OK	-3.087E-13	-4.802E-13	44.21758591	-1.08599E-14
369	CANAL VANO	OK	-3.123E-18	-0.002313	44.21758591	-5.23095E-05
39	CANAL VANO	OK	-4.376	-7.016	44.21758591	-0.158669901

Anexo 7. Chequeo capacidad a compresión de la sección canal vano, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Compresión	Máx. de P	Mín. de P2	Máx. de Capacidad compresión	Mín. de IS Compresión
1	COL 12X12	OK	-1.372	-94.792	128.4150031	-0.738169199
10	COL 12X12	OK	-1.518	-24.591	128.4150031	-0.191496316
108	COL 12X12	OK	-2.825	-81.019	128.4150031	-0.630915376
109	COL 12X12	OK	-14.971	-79.763	128.4150031	-0.621134587
11	COL 12X12	OK	-4.706	-111.831	128.4150031	-0.870856187

Anexo 7. Chequeo capacidad a compresión de la sección col 12x12, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Compresión	Máx. de P	Mín. de P2	Máx. de Capacidad compresión	Mín. de IS Compresión
101	CRUZ	OK	-4.573E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
103	CRUZ	OK	-1.254E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
106	CRUZ	OK	-2.823E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
107	CRUZ	OK	-1.911E-07	-0.014	11.57678436	-0.001209317
123	CRUZ	OK	-7.92E-08	-0.014	11.57678436	-0.001209317

Anexo 7. Chequeo capacidad a compresión de la sección cruz, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Compresión	Máx. de P	Mín. de P2	Máx. de Capacidad compresión	Mín. de IS Compresión
119	PARAL	OK	-7.194E-15	-1.315E-14	61.36485063	-2.14292E-16
120	PARAL	OK	-3.553E-15	-1.208E-14	61.36485063	-1.96855E-16
133	PARAL	OK	-3.775E-16	-3.775E-16	61.36485063	-6.15173E-18
136	PARAL	OK	-8.882E-16	-8.882E-16	61.36485063	-1.44741E-17
137	PARAL	OK	-8.882E-17	-2.38E-14	61.36485063	-3.87844E-16

Anexo 7. Chequeo capacidad a compresión de la sección paral, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Compresión	Máx. de P	Mín. de P2	Máx. de Capacidad compresión	Mín. de IS Compresión
173	VIGA 30X12	OK	-1.643E-18	-2.275E-13	53.83733316	-4.22569E-15
174	VIGA 30X12	OK	-5.183E-14	-6.118E-13	53.83733316	-1.13639E-14
177	VIGA 30X12	OK	-2.636E-14	-6.191E-13	53.83733316	-1.14995E-14
179	VIGA 30X12	OK	-2.04E-16	-0.473	53.83733316	-0.008785725
181	VIGA 30X12	OK	-2.461E-15	-3.76E-12	53.83733316	-6.984E-14

Anexo 7. Chequeo capacidad a compresión de la sección viga 30x12, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Compresión	Máx. de P	Mín. de P2	Máx. de Capacidad compresión	Mín. de IS Compresión
171	VIGA CANAL	OK	-7.806E-19	-1.682E-13	104.3336297	-1.61214E-15
172	VIGA CANAL	OK	-4.996E-17	-5.158E-13	104.3336297	-4.94376E-15
291	VIGA CANAL	OK	-2.573E-15	-1.434E-14	104.3336297	-1.37444E-16

Anexo 7. Chequeo capacidad a compresión de la sección viga canal, por los autores, 2020.

Frame	Section	Valoración Compresión	Máx. de P	Mín. de P2	Máx. de Capacidad compresión	Mín. de IS Compresión
175	VIGA TIPO C	OK	-8.527E-15	-2.703E-12	147.2641624	-1.83548E-14
176	VIGA TIPO C	OK	-2.61E-13	-1.067E-12	147.2641624	-7.24548E-15
178	VIGA TIPO C	OK	-1.885E-13	-2.386E-12	147.2641624	-1.62022E-14
2	VIGA TIPO C	OK	-2.637E-17	-1.824E-12	147.2641624	-1.23859E-14
4	VIGA TIPO C	OK	-7.027E-14	-4.604E-13	147.2641624	-3.12635E-15

Anexo 7. Chequeo capacidad a compresión de la sección viga tipo c, por los autores, 2020.

Anexo 8. Cálculo del centro de cargas de la losa de cimentación

TABLE: Joint Reactions							
Joint Text	OutputCase Text	F3 KN	X m	Y m	Mx KN-m	My KN-m	
1	COMB2.1	3.916	0.06	0.06	0.23496	0.23496	
4	COMB2.1	22.899	0.06	1.075	1.37394	24.616425	
7	COMB2.1	27.498	0.06	2.695	1.64988	74.10711	
10	COMB2.1	11.844	0.06	4.0985	0.71064	48.542634	
13	COMB2.1	13.58	0.06	5.39	0.8148	73.1962	
16	COMB2.1	9.667	0.06	7.88	0.58002	76.17596	
25	COMB2.1	12.712	0.06	8.39	0.76272	106.65368	
28	COMB2.1	13.542	0.06	9.38	0.81252	127.02396	
31	COMB2.1	5.124	0.06	9.91	0.30744	50.77884	
34	COMB2.1	8.349E-15	0.06	3.3865	5.0094E-16	2.8274E-14	
37	COMB2.1	-2.665E-15	0.06	4.7885	-1.599E-16	-1.2761E-14	
40	COMB2.1	3.464E-14	0.06	6.08	2.0784E-15	2.1061E-13	
43	COMB2.1	3.553E-16	0.06	6.68	2.1318E-17	2.3734E-15	
46	COMB2.1	7.301E-14	0.06	7.28	4.3806E-15	5.3151E-13	
49	COMB2.1	0.212	0.06	8.915	0.01272	1.88998	
192	COMB2.1	8.221	3.0315	0.06	24.9219615	0.49326	
194	COMB2.1	54.73	3.0315	1.075	165.913995	58.83475	
196	COMB2.1	59.091	3.0315	2.695	179.134367	159.250245	
198	COMB2.1	16.112	3.0315	4.0985	48.843528	66.035032	
200	COMB2.1	38.831	3.0315	5.39	117.716177	209.29909	
202	COMB2.1	29.734	3.0315	7.88	90.138621	234.30392	
204	COMB2.1	33.372	3.0315	8.39	101.167218	279.99108	
206	COMB2.1	37.224	3.0315	9.38	112.844556	349.16112	
208	COMB2.1	8.765	3.0315	9.91	26.5710975	86.86115	
210	COMB2.1	-5.826E-14	3.0315	3.3865	-1.7662E-13	-1.973E-13	
214	COMB2.1	9.592E-15	3.0315	6.08	2.9078E-14	5.8319E-14	
216	COMB2.1	1.208E-14	3.0315	6.68	3.6621E-14	8.0694E-14	
218	COMB2.1	-8.882E-16	3.0315	7.28	-2.6926E-15	-6.4661E-15	
224	COMB2.1	2.58	5.9085	0.06	15.24393	0.1548	
226	COMB2.1	23.605	5.9085	1.075	139.470143	25.375375	
228	COMB2.1	26.689	5.9085	2.695	157.691957	71.926855	
230	COMB2.1	11.773	5.9085	4.0985	69.5607705	48.2516405	
232	COMB2.1	21.461	5.9085	5.39	126.802319	115.67479	
234	COMB2.1	17.09	5.9085	7.88	100.976265	134.6692	
236	COMB2.1	14.744	5.9085	8.39	87.114924	123.70216	
238	COMB2.1	10.988	5.9085	9.38	64.922598	103.06744	
240	COMB2.1	1.167	5.9085	9.91	6.8952195	11.56497	
242	COMB2.1	-7.55E-15	5.9085	3.3865	-4.4609E-14	-2.5568E-14	
244	COMB2.1	-5.862E-15	5.9085	4.7885	-3.4636E-14	-2.807E-14	
246	COMB2.1	0	5.9085	6.08	0	0	
248	COMB2.1	-8.882E-17	5.9085	6.68	-5.2479E-16	-5.9332E-16	
250	COMB2.1	2.38E-14	5.9085	7.28	1.4062E-13	1.7326E-13	
256	COMB2.1	-8.527E-15	3.0315	1.665	-2.585E-14	-1.4197E-14	
258	COMB2.1	-2.032E-13	3.0315	2.165	-6.16E-13	-4.3993E-13	
260	COMB2.1	-3.952E-15	5.9085	1.665	-2.335E-14	-6.5801E-15	
262	COMB2.1	1.35E-14	5.9085	2.165	7.9765E-14	2.9228E-14	
264	COMB2.1	6.217E-15	5.9085	8.915	3.6733E-14	5.5425E-14	
266	COMB2.1	5.953	0.972	0.06	5.786316	0.35718	
268	COMB2.1	7.145	1.932	0.06	13.80414	0.4287	
270	COMB2.1	7.324	3.83	0.06	28.05092	0.43944	
272	COMB2.1	6.346	5.105	0.06	32.39633	0.38076	
274	COMB2.1	18.011	0.865	4.0985	15.579515	73.8180835	
276	COMB2.1	19.457	2.2265	4.0985	43.3210105	79.7445145	
278	COMB2.1	18.242	3.8365	4.0985	69.985433	74.764837	
280	COMB2.1	16.811	5.105	4.0985	85.820155	68.8998835	
282	COMB2.1	14.184	3.8365	5.39	54.416916	76.45176	
284	COMB2.1	15.093	5.105	5.39	77.049765	81.35127	
286	COMB2.1	4.419E-15	0.5415	7.88	2.3929E-15	3.4822E-14	
288	COMB2.1	8.882E-15	1.1415	7.88	1.0139E-14	6.999E-14	
290	COMB2.1	4.485E-15	1.7415	7.88	7.8106E-15	3.5342E-14	
292	COMB2.1	3.353E-15	2.3415	7.88	7.851E-15	2.6422E-14	
294	COMB2.1	11.336	3.8365	7.88	43.490564	89.32768	
296	COMB2.1	11.562	5.105	7.88	59.02401	91.10856	
298	COMB2.1	-9.659E-16	0.5415	9.91	-5.2303E-16	-9.5721E-15	
300	COMB2.1	4.763E-15	1.1415	9.91	5.437E-15	4.7201E-14	
302	COMB2.1	4.563E-15	1.7415	9.91	7.9465E-15	4.5219E-14	
304	COMB2.1	-3.331E-16	2.3415	9.91	-7.7995E-16	-3.301E-15	
306	COMB2.1	2.585	3.825	9.91	9.887625	25.61735	
308	COMB2.1	-1.291E-14	4.25	9.91	-5.4868E-14	-1.2794E-13	
310	COMB2.1	-4.087E-15	4.65	9.91	-1.9005E-14	-4.0502E-14	
314	COMB2.1	3.756	5.105	9.91	19.17438	37.22196	
		694.976			2200.97636	3361.74861	

Tabla 12. Cálculo del centro de cargas para la losa de cimentación, por los autores, 2020.