

Práctica empresarial en Ingeniería Supervisión Técnica e Interventoría INSUT SAS como auxiliar de ingeniería en apoyo de actividades de diseño estructural y supervisión técnica

Camilo Andrés Porras Acosta

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

Tomas Enrique Gómez Suárez

Magister en Ingeniería Estructural

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2019

Agradecimientos

Agradezco a Dios, a mi padre Carlos Augusto Porras Usma, a mi madre Sandra Patricia Acosta Cely, a mi hermano Sergio Armando Porras Acosta y a toda mi familia por su apoyo incondicional, dedicación y confianza, pues sin ustedes no habría sido posible culminar mi pregrado universitario. Esto es por y para ustedes.

Agradezco a todos mis compañeros de la universidad, por su aporte en mi formación universitaria.

Agradezco a Dana Alexandra Almeida Rincón, por su paciencia, comprensión y cariño a lo largo de estos años de universidad.

Agradezco a Brayan Alberto Medina, por su apoyo durante el pregrado en ingeniería civil, sus consejos y orientación fueron indispensables para el desarrollo de mi carrera universitaria.

Agradezco a mi director de proyecto el ingeniero Tomás Enrique Gómez Suárez y a mi tutor el ingeniero Jesús Omar Contreras González, por compartir el conocimiento y por servir de guía para el aprendizaje, pues gracias a ustedes hoy culmino con mi pregrado universitario.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander por haberme dado la oportunidad y las herramientas para hoy optar por el título de Ingeniero civil.

Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Marco Conceptual	16
1.1 Diseño estructural	16
1.2 Planos estructurales.....	17
1.3 Memorias de cálculo estructural	17
1.4 Supervisión técnica	18
1.5 Concreto	19
1.5.1 Concreto reforzado.....	19
1.5.2 Concreto presforzado.	20
1.5.2.1 Pretensado.	20
1.5.2.2 Postensado.....	20
1.6 Sistema de gestión de la calidad	21
2. Metodología del Trabajo.....	22
2.1 Labores de diseño estructural.....	22
2.1.1 Recepción de información y procesamiento.	23
2.1.2 Predimensionamiento.....	23
2.1.3 Definición y evaluación de las solicitudes.	24
2.1.3.1 Cargas gravitacionales.	24

2.1.3.2 Cargas sísmicas.....	24
2.1.4 Modelamiento en software de elementos finitos.	25
2.1.5 Análisis dinámico.....	26
2.1.6 Chequeos de la NSR10.	26
2.1.6.1 Chequeos de deriva.	26
2.1.6.2 Periodo.	27
2.1.6.3 Cortante basal.....	27
2.1.6.4 Participación de masa en los modos.	27
2.1.7 Diseño de elementos estructurales.	27
2.1.8 Planos estructurales y memorias de cálculo.....	28
2.1.8.1 Planos estructurales.....	28
2.1.8.2 Memorias de cálculo.	28
2.2 Cantidades de acero y concreto.....	29
2.2.1. Cantidades de acero.	29
2.2.2 Cantidades de concreto.	29
2.3 Supervisión Técnica.....	29
2.3.1 Control de planos, materiales y procesos.....	30
2.3.1.1 Chequeos del concreto.	30
2.3.1.2 Chequeos del acero.	31
2.3.2 Seguridad industrial.	32
2.3.3 Control de avance de obra.....	32
2.4 Sistema de gestión de calidad	33
3. Desarrollo de Actividades.....	34

3.1 Diseño estructural	34
3.1.1 Recepción de información.	34
3.1.2 Predimensionamiento.....	35
3.1.3 Definición y evaluación de las solicitudes.	37
3.1.3.1 Cargas gravitacionales.	37
3.1.3.2 Cargas sísmicas.	38
3.1.4 Modelamiento en software de elementos finitos.	42
3.1.5 Análisis dinámico.....	44
3.1.6 Chequeos de la NSR10	45
3.1.6.1 Chequeos de deriva	45
3.1.6.2 Periodo.	46
3.1.6.3 Cortante basal.....	46
3.1.6.3 Participación de masa en los modos.	46
3.1.7 Diseño de elementos estructurales.	47
3.1.8 Planos estructurales y memorias de cálculo.....	48
3.2 Cantidades de acero y concreto.....	49
3.2.1 Cantidades de acero.	49
3.2.2 Cantidades de concreto.	50
3.3 Supervisión Técnica.....	51
3.3.1 Control de los planos, materiales y procesos.	52
3.3.1.1 Chequeos del concreto	52
3.3.1.2 Chequeos del acero:	56
3.3.2 Seguridad industrial.	58

3.3.3 Control de avance de obra.....	61
3.4 Sistema de gestión de calidad	62
3.4.1 Consultoría en diseños estructurales.....	62
3.4.2 Supervisión técnica de estructuras.	63
3.4.3 Proceso gerencial.	63
4. Conclusiones	63
Referencias Bibliográficas	65
Apéndices.....	67

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Barras de acero corrugado.	19
<i>Figura 2.</i> Mapa conceptual concreto presforzado.	20
<i>Figura 3.</i> Diagrama de flujo de labores de diseño estructural.	22
<i>Figura 4.</i> Diagrama de flujo fuerza sísmica.	25
<i>Figura 5.</i> Requerimientos de la supervisión técnica.	30
<i>Figura 6.</i> Mapa de procesos de INSUT.	33
<i>Figura 7.</i> Dimensiones de la placa.	36
<i>Figura 8.</i> Espectro sísmico de aceleraciones.	40
<i>Figura 9.</i> Modelamiento espacial en software de elementos finitos.	42
<i>Figura 10.</i> Modelamiento de placa parqueadero y planta tipo en software de elementos finitos.	43
<i>Figura 11.</i> Deriva en X de la estructura.	44
<i>Figura 12.</i> Deriva en Y de la estructura.	45
<i>Figura 13.</i> Modelado BIM proyecto Vivienda Chacón Gómez.	49
<i>Figura 14.</i> Asentamiento del concreto en obra.	53
<i>Figura 15.</i> Muestras de concreto.	54
<i>Figura 16.</i> Vibrado del concreto en obra.	55
<i>Figura 17.</i> Proceso de curado de muestras para laboratorio.	55
<i>Figura 18.</i> Apuntalamiento temporal.	56

<i>Figura 19.</i> Armado de elementos estructurales.	57
<i>Figura 20.</i> Uso permanente de elementos de protección personal.	59
<i>Figura 21.</i> Ambientes peligrosos en la obra.	60
<i>Figura 22.</i> Líneas de vida para personal en riesgo de caída.	60
<i>Figura 23.</i> Bosques del Venado.....	62

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Espesor mínimo según tabla CR.9.5 de la NSR-10</i>	24
Tabla 2. <i>Cargas gravitacionales</i>	37
Tabla 3. <i>Datos de entrada del espectro sísmico</i>	38
Tabla 4. <i>Coeficientes sísmicos del espectro de aceleraciones</i>	39
Tabla 5. <i>Periodos del espectro y periodo alternativo</i>	41
Tabla 6. <i>Periodos de la estructura</i>	45
Tabla 7. <i>Cantidades de presfuerzo proyecto Edificio Constructora Hogar Serrano</i>	50
Tabla 8. <i>Cantidades de concreto proyecto Vivienda familiar Chacón Gómez</i>	51
Tabla 9. <i>Tipos de apartamentos en Bosques del Venado</i>	52

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Planta arquitectónica.....	67
Apéndice B. Modos de vibración y participación de masa en los modos.....	68
Apéndice C. Cuantías de columna y cuantía de vigas Requerimiento longitudinal para columnas en porcentaje.....	69
Apéndice D. Planos estructurales y detalles	74
Apéndice E. Cantidades de acero y concreto.....	81
 (Ver Apéndices en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)	
Apéndice F. Mejora de hojas de cálculo.....	94

Resumen

TITULO: Práctica empresarial en Ingeniería Supervisión Técnica e Interventoría INSUT SAS como auxiliar de ingeniería en apoyo de actividades de diseño estructural y supervisión técnica *

AUTOR: Camilo Andrés Porras Acosta **

PALABRAS CLAVE: Diseño estructural, Supervisión técnica, Sistema de gestión de calidad.

DESCRIPCIÓN:

El siguiente artículo describe la metodología y desarrollo de la práctica empresarial realizada en INSUT SAS, empresa que lidera y ejecuta proyectos de consultoría en diseño estructural, supervisión técnica e interventoría de estructuras en Colombia. Las actividades que se realizaron como auxiliar de ingeniería estuvieron enfocadas en el apoyo a las áreas de diseño estructural, supervisión técnica y gestión de la calidad. Las labores de apoyo de diseño estructural se orientaron por la Norma Sismorresistente Colombiana y se enfocaron en el dimensionamiento, análisis y diseño de los elementos estructurales. Las actividades como auxiliar de supervisión técnica fueron desarrolladas de acuerdo con los lineamientos exigidos por la Norma Sismorresistente Colombiana y estuvieron dirigidas al control de planos, materiales y procesos que se ejecutaban en la obra “Bosques del Venado Apartamentos”, así como también al seguimiento en el avance de la obra. El trabajo realizado en obtención de cantidades de concreto reforzado se hizo a través de áreas en programa CAD, volúmenes en software BIM y Excel, y con la ayuda del software dl-net para el acero de refuerzo, por su parte, las cantidades de acero de presfuerzo se hallaron mediante longitudes medidas en programa CAD y mediante hojas de cálculo. Por último, las asignaciones del área de gestión de la calidad se centraron en la actualización de los lineamientos estratégicos que propone INSUT SAS para el desarrollo de sus procesos y subprocesos. Se concluye que las labores fueron desarrolladas a satisfacción bajo la orientación y aprobación de profesionales de la ingeniería civil..

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Tomas Enrique Gómez Suárez
Magister en Ingeniería Estructural

Abstract

TITLE: Internship in Ingeniería Supervisión Técnica e Interventoría INSUT SAS as engineering assistant in the structural design activities and technical supervision *

AUTHOR: Camilo Andrés Porras Acosta **

KEY WORDS: Structural design, Technical supervision of structures, Quality management system.

DESCRIPTION:

The next article describes the methodology and development of internship in INSUT SAS, a company that leads and executes consulting projects in structural design, and technical supervision of structures in Colombia. The activities that were carried out as an engineering assistant were focused on supporting the areas of structural design, technical supervision and quality management. The structural design support activities were guided by Norma Sismorresistente Colombiana and focused on the dimensioning, analysis and design of the structural elements. The activities as technical supervision assistant were developed in accordance with the guidelines required by Norma Sismorresistente Colombiana and were aimed at the control of plans, materials and processes that were executed in the “Bosques del Venado Apartamentos” work, as well as the monitoring in the progress of the work. The activities of obtaining reinforced concrete quantities were obtained with the obtaining of areas in CAD program, volumes in software BIM and Excel, and with the help of dl-net software for reinforcing steel, meanwhile, the amounts of prestressing steel are found using measured lengths in the CAD program and through spreadsheets. Finally, the assignments of the quality management area focused on updating the strategic guidelines proposed by INSUT SAS for the development of its processes and subprocesses. It is concluded that the work was carried out to satisfaction under the guidance and approval of civil engineering professionals.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Tomas Enrique Gómez Suárez
Magister en Ingeniería Estructural

Introducción

La ingeniería civil es una profesión que promueve el desarrollo e industrialización de las sociedades, gracias a ella se ofrecen soluciones de infraestructura que buscan satisfacer las necesidades de las personas y mejorar la calidad de vida de sus clientes. La ingeniería civil desarrolla proyectos como casas, edificios, puentes, carreteras, entre otros; desde la perspectiva de diseño, construcción o mantenimiento.

INSUT es una empresa que lidera proyectos de diseño estructural y de supervisión técnica de estructuras de concreto reforzado y postensado, en el área metropolitana de Bucaramanga a construcciones como viviendas, edificios, naves industriales, establecimientos de comercio, además de ofrecer servicios de consultoría en diseño y construcción de obras de concreto reforzado y postensado, gracias a que cuenta con personal profesional calificado y certificado cuya experiencia está al servicio de sus clientes. Por esta razón, la práctica empresarial se desarrolló bajo la orientación e instrucción de INSUT, con el fin de fortalecer y afianzar los conocimientos adquiridos en el pregrado y mejor aún, aprender y profundizar en el ambiente constructivo por medio de la supervisión técnica de estructuras.

1. Marco Conceptual

1.1 Diseño estructural

Es un campo de la ingeniería civil cuyo propósito es el de producir planos estructurales, los cuales deben estar sustentados por memorias de cálculos estructurales, en las cuales se deben tener en cuenta aspectos como la filosofía de diseño, la zona geográfica, el sistema estructural propuesto, los usos de la estructura, las cargas correspondientes al uso, el predimensionamiento de los elementos estructurales, el grupo de importancia, los efectos sísmicos de diseño de acuerdo a la zona, el análisis estructural, el coeficiente de disipación de energía, especificaciones de los materiales, especificaciones técnicas de los procesos constructivos y demás factores que intervengan en la conformación de una estructura ejecutable, resistente, rígida y dúctil, de modo que minimice las deformaciones debido a las cargas actuantes (Rochel, 2012) (Muñoz, 2012) y que se comporte de acuerdo a la filosofía de diseño estipulada por la Norma de Construcciones Sismorresistentes NSR-10 (AIS, 2010) (Segura, 2011). El diseño estructural debe ser firmado y rotulado por un profesional de la ingeniería civil según la ley 400 de 1997 (Congreso de Colombia, 1997).

1.2 Planos estructurales

Los planos estructurales son el resultado gráfico del diseño estructural, mediante este se ejecutarán los procesos constructivos. Por lo tanto, es preciso que los planos sean firmados y sellados por el diseñador estructural responsable. La información que deben contener los planos estructurales debe ser la siguiente: Especificaciones de los materiales, especificaciones de los procesos constructivos, dimensión, refuerzo, vistas en planta, vistas de perfil, detalles estructurales, escalas, convenciones, niveles y ubicación de los elementos estructurales, las cargas bajo las cuales fue diseñada la estructura, el grupo de uso al cual pertenece la edificación, el coeficiente de grado de capacidad de disipación de energía, cuidados especiales, detalles de conexiones, uniones, empalmes de elementos estructurales y demás información adicional que el constructor requiera para llevar a cabo la obra (Muñoz, 2012). Los planos estructurales deben ser aprobados por la curaduría o la entidad encargada de su revisión.

1.3 Memorias de cálculo estructural

Las memorias de cálculos estructurales son la justificación y sustentación de todo aquello que se dispuso en los planos estructurales (Comité American Concrete Institute, 2015) en ella se plasman los resultados obtenidos a partir de los cálculos estructurales y todos los parámetros de diseño exigidos por la norma NSR10 (AIS, 2010), por tanto, las memorias estructurales también deben estar firmadas por el diseñador estructural responsable y debe tener información referente al sistema estructural que se tomó, descripción de la estructura, cargas de diseño, coeficiente de disipación de energía, cálculos de la fuerza sísmica de la estructura, chequeo de derivas, de

periodo, de modos de vibración, resistencia, principios bajo los cuales se diseña la estructura, diseño longitudinal y a cortante de los elementos estructurales y demás chequeos requeridos por la NSR 10 (AIS, 2010).

1.4 Supervisión técnica

La supervisión técnica de estructuras se refiere a la actividad cuyo objetivo es verificar que lo dispuesto en los planos estructurales corresponda con lo realizado en el proyecto (Congreso de Colombia, 1997), es decir, según la NSR10 en su título I (AIS, 2010), debe exigir un control de planos, especificaciones y materiales, además de revisar que los procesos constructivos se estén ejecutando a conformidad según lo dispuesto por el diseñador estructural, garantizando el cumplimiento de especificaciones técnicas de los materiales, buenas prácticas en la construcción, dimensiones de la estructura, ubicación de los elementos estructurales, chequeos de la NSR10 y cuidado de los elementos antes, durante y después de su vaciado en obra (Orjuela, 2014).

Algunos de los registros que el supervisor técnico debe tener son: informes que contengan la cantidad, ubicación, resistencia y ensayos del concreto, así como también, colocación y remoción de encofrados y apuntalamiento, colocación del refuerzo y anclajes, mezclado, colocación y curado del concreto, secuencia de montaje, orden de tensionamiento en caso de sistemas presforzados, cargas de construcción durante la obra, avance de la obra (AIS, 2010) y revisión de mampostería no estructural.

1.5 Concreto

Se le conoce como concreto a la mezcla de grava, arena, agua y un material cementante como el cemento Portland o similar (AIS, 2010). Para el caso particular de la ingeniería civil, se acostumbra a usar 2 tipos técnicas constructivas para el concreto, el concreto reforzado y el concreto presforzado.

1.5.1 Concreto reforzado. El concreto reforzado se caracteriza porque en el trabajan en conjunto concreto y barras de acero corrugado distribuido longitudinal y transversalmente de acuerdo a una cuantía mínima o requerimiento de diseño (AIS, 2010) (McCormac & Brown, 2011). Este tipo de concreto es el más usual en las construcciones actuales y es debido a que ambos materiales se complementan bastante bien, debido a que, el concreto es un material que se comporta bien bajo solicitaciones de compresión, y el acero por su parte, es bastante resistente a la tracción, sin mencionar que es un material dúctil que favorece al comportamiento de la estructura de acuerdo a la filosofía de diseño.

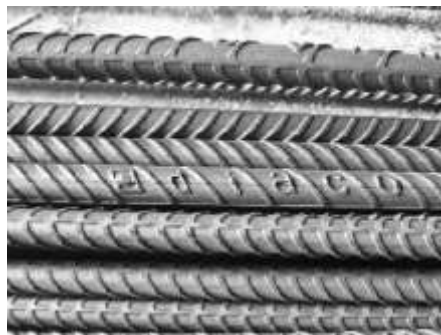


Figura 1. Barras de acero corrugado. Nota Tomado de: Muñoz H. (octubre de 2012) *Manual del Acero Gerdau Diaco Para Construcciones Sismo Resistentes*. 3ra ed. Bogotá: Diagramación e impresión Zeta IGC,

1.5.2 Concreto presforzado. Se conoce como concreto presforzado a la técnica constructiva a la cual se le imprimen esfuerzos a compresión por medio de cables conformados por siete alambres de acero de alta resistencia trenzados (Nilson, 1990), a estos cables se le conocen como torones, los cuales deben estar certificados por la norma ASTM A416 (ASTM. A416M, 2006), los torones recorren longitudinalmente los elementos estructurales, su objetivo es generar esfuerzos de compresión para limitar la sollicitación a tracción en el concreto (AIS, 2010). El concreto presforzado se puede ejecutar a través de 2 métodos, el pretensado y el postensado.

1.5.2.1 Pretensado. Método en el cual el acero de presfuerzo se tensiona antes a la fundida del elemento de concreto.

1.5.2.2 Postensado. Método en el cual el acero de presfuerzo se tensiona posteriormente a la fundida del elemento de concreto. El postensado posee 2 sistemas, el sistema adherido y el sistema no adherido, tal como se aprecia en la figura.

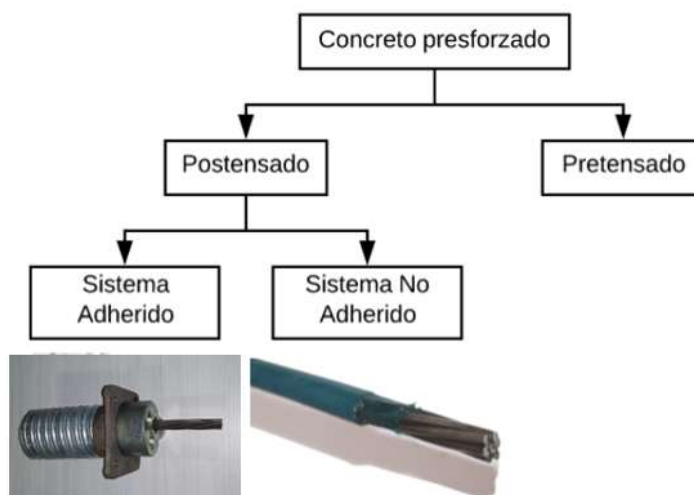


Figura 2. Mapa conceptual concreto presforzado.

- **Sistema adherido:** Este sistema se caracteriza por trabajar en conjunto con el concreto, pues los torones quedan fundidos monolíticamente en lechada de concreto, por lo cual se asume que las deformaciones en ambos materiales se comparten. Su sistema está compuesto por torones, ducto, refuerzo en la zona de anclaje, placa de anclaje activo y sus accesorios, cuñas, y set de anclaje pasivo.
- **Sistema no adherido:** El sistema no adherido se caracteriza porque los torones están recubiertos por una capa de grasa y envueltos en caucho, generalmente estos sistemas son mono torón, es decir, están compuestos por un solo torón, dado que, están cubiertos de grasa y caucho, se parte de la hipótesis en la cual se supone que sus deformaciones son independientes a las del concreto. El sistema está conformado por el torón recubierto de grado y envuelto en caucho, set anclaje pasivo, set anclaje activo, cuñas, bolsilleras.

1.6 Sistema de gestión de la calidad

El sistema de gestión de la calidad obedece a un conjunto de pasos que busca identificar objetivos, procedimientos y recursos necesarios para lograr mediante un análisis gestionar los procesos, optimizar los recursos a corto y a largo plazo, de modo que el resultado final sea satisfacer y sobrepasar las expectativas de los clientes (Icontec, 2015) (Icontec, 2015)

2. Metodología del Trabajo

2.1 Labores de diseño estructural

Las labores de diseño estructural siguen el siguiente diagrama de flujo:

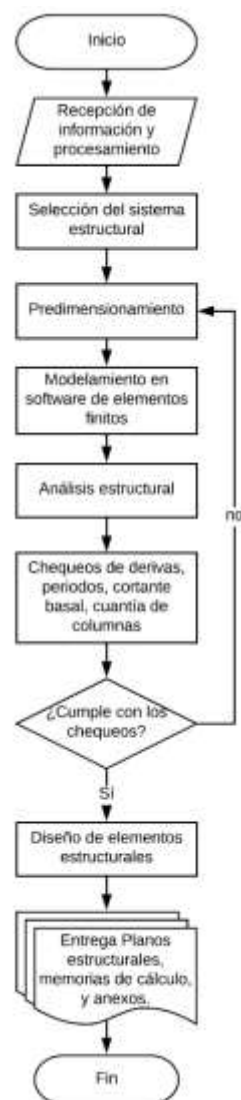


Figura 3. Diagrama de flujo de labores de diseño estructural.

2.1.1 Recepción de información y procesamiento. Las labores de diseño estructural inician con la recepción de información y la coordinación con otras profesiones afines al proyecto, la información que se requiere está relacionada con planos arquitectónicos, planos de redes eléctricas, planos de redes hidráulicas y sanitarias, planos topográficos, estudios de suelo y demás estudios adicionales que complementen la información del proyecto. Al mismo tiempo, los profesionales que intervienen en la consolidación del proyecto deben exponer puntos claves del proyecto y mencionar las consideraciones especiales con respecto a cada una de sus áreas, de modo que se llegue a un resultado común que cumpla con las expectativas y cuidados que demande el proyecto.

2.1.2 Predimensionamiento. En esta fase del proyecto se conocen características de la estructura tales como su ubicación, número de pisos, uso, distribución en planta, zona sísmica, entre otras. Por lo tanto, es factible seleccionar un tipo de sistema estructural de acuerdo a la forma en que están dispuestos los elementos en el proyecto. Los posibles sistemas estructurales que reconoce la normativa colombiana son: sistema de pórticos, sistema de muros de carga, sistema combinado y sistema dual (Rochel, 2012) (AIS, 2010).

El paso por seguir es dimensionar los elementos de manera tentativa, de acuerdo con la información obtenida por parte de los profesionales de otras áreas y de acuerdo al sistema estructural seleccionado. Los elementos horizontales se pueden predimensionar siguiendo las recomendaciones de NSR 10, en su tabla CR.9.5. (AIS, 2010), la cual toma en cuenta las luces entre apoyos y da un espesor recomendado de acuerdo a sus distancias y condiciones de apoyo. Por otra parte, para los elementos verticales se propone una dimensión, la cual se verificará posteriormente con los chequeos sísmicos y con la solicitud por cuantía de refuerzo en la sección.

Tabla 1.

Espesor mínimo según tabla CR.9.5 de la NSR-10

Elementos	Espesor mínimo h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección	L/14	L/16	L/19	L/7
Vigas o losas nervadas en una dirección	L/11	L/12	L/14	L/5

Nota. Tomado de: AIS, A. C. (2010) *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10*. Títulos A, B, C, I Bogotá, Colombia:

2.1.3 Definición y evaluación de las solicitaciones. De acuerdo con la dimensión otorgada a los elementos estructurales, se requiere definir las cargas que afectarán la estructura, estas las podemos clasificar en 2 tipos, gravitacionales y sísmicas (McCormac & Brown, 2011).

2.1.3.1 Cargas gravitacionales. Se definen como aquellas cargas permanentes a lo largo de la vida útil de la estructura y actúan en dirección de la gravedad. En esta categoría están la carga viva y la carga muerta, las cuales pueden ser obtenidas mediante el título B de la NSR10 (AIS, 2010)

2.1.3.2 Cargas sísmicas. Se definen como aquellas cargas que simulan las cargas dinámicas a las cuales podrá estar expuesta la estructura en su vida útil, estas cargas son periódicas, y se pueden determinar mediante métodos estáticos o dinámicos, lineales o no lineales (Rochel, 2012). A

continuación, en el siguiente diagrama de flujo se describen los pasos para definir las cargas sísmicas a través del método modal espectral descrito en la NSR10 (AIS, 2010).

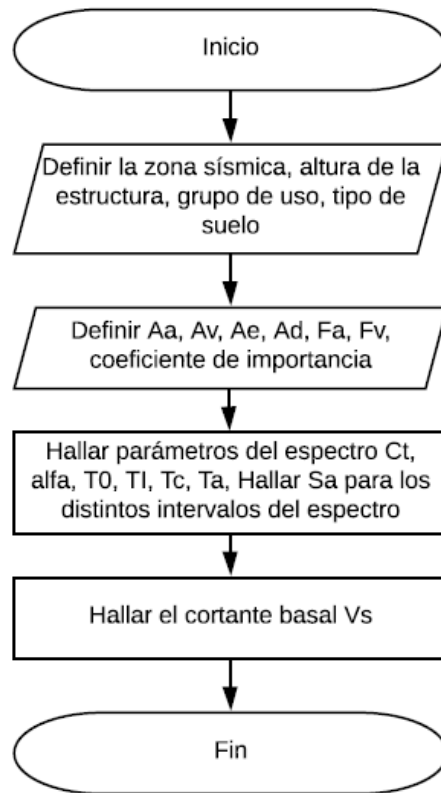


Figura 4. Diagrama de flujo fuerza sísmica.

La información que se obtuvo anteriormente será la que alimente el espectro de aceleraciones bajo el cual estará sometida la estructura en el software de elementos finitos, para aplicar la metodología de análisis dinámico por modal espectral.

2.1.4 Modelamiento en software de elementos finitos. El modelamiento en software de elementos finitos es una ayuda de análisis y diseño estructural bastante eficiente debido a que agiliza los procesos ya que usa los recursos de la computadora para generar un análisis matricial

que permite obtener resultados en contados instantes. Este software se alimenta de la información propuesta en el predimensionamiento mediante el modelamiento espacial de elementos tipo frame para el caso de vigas y columnas, elementos tipo Shell para el caso de muros estructurales y membrana para el caso de losas; generando así una muy buena aproximación a la realidad.

2.1.5 Análisis dinámico. Mediante el software de elementos finitos, se logra un arreglo estructural, por tanto, una vez en esta fase, se pueden aplicar las cargas distribuidas en las losas y frames y se le puede definir el espectro de aceleraciones sísmicas hallado anteriormente. De esta manera, se realizará un análisis dinámico a través del método modal espectral, dicho análisis arrojará datos como derivas, periodos, modos de vibración, participación de masa en los modos de vibración.

2.1.6 Chequeos de la NSR10. Los siguientes chequeos de la NSR 10 (AIS, 2010) corresponden a los chequeos de derivas, periodos, cortante basal para su respectivo ajuste, porcentaje de participación de masa de los modos de vibración. A continuación, se hace una breve descripción de los datos bajo los cuales serán comparados

2.1.6.1 Chequeos de deriva. Según la NSR 10 (AIS, 2010) las derivas no deben exceder el 1%, de la altura de entrepiso y este parámetro se obtiene como sigue:

$$0.01h_p(i) > \Delta(i)_{max}$$

$$\Delta = \sqrt{(\delta x(i))^2 + (\delta y(i))^2} - \sqrt{(\delta x(i-1))^2 + (\delta y(i-1))^2}$$

Donde $h_p(i)$: es la altura de entre piso i.

2.1.6.2 Periodo. El periodo no debe ser mayor que la multiplicación de Cu.Ta (AIS, 2010), tal como se verá a continuación:

$$T \leq Cu * Ta$$

$$1.2 \leq Cu = 1.75 - 1.2 * Av * Fv$$

Donde T es el periodo fundamental de la estructura.

2.1.6.3 Cortante basal. Posterior a la verificación de deriva, se debe chequear que la fuerza del cortante basal asignada por el espectro del software de elementos finitos sea mayor o igual a la calculada anteriormente para definir el espectro, si no lo es, se debe hacer un ajuste, multiplicando el valor de la gravedad en x y en y por el valor que sea necesario para igualarlo, tal como se ve a continuación:

$$Si V_{s \text{ software}} < V_{s \text{ efectivo}}$$

$$\therefore \text{Factor de ajuste}(Fa) = \frac{V_{s \text{ efectivo}}}{V_{s \text{ software}}}$$

$$V_{s \text{ recalculado}} = masa * gravedad * Sa * Fa$$

2.1.6.4 Participación de masa en los modos. A pesar de que no hay un parámetro exacto para evaluar el porcentaje de participación de masa en los modos, se debe procurar que los 2 mayores porcentajes estén en los dos primeros modos de vibración, y que estos dos modos de vibración sean traslacionales; como chequeo adicional debe verificar que la suma absoluta de participación de masa en los porcentajes de traslación debe converger a 1.

2.1.7 Diseño de elementos estructurales. El diseño de elementos estructurales se hace por medio de estados de resistencia ultima, para lo cual el software de elementos finitos será de gran

ayuda, pues mediante el análisis estructural de la estructura se logran determinar las cargas y momentos actuantes y gracias a esto se asignará un acero de refuerzo requerido.

2.1.8 Planos estructurales y memorias de cálculo. En esta etapa se obtienen los resultados físicos del diseño estructural, es decir, se entregan planos estructurales y memorias de cálculo estructural y deben contener la siguiente información:

2.1.8.1 Planos estructurales. En este ítem deben garantizarse todas las disposiciones que sugiere la NSR 10 (AIS, 2010), por tanto, se requieren los siguientes datos:

- Firma o sello de diseñador estructural.
- Vistas en planta de la estructura, y de perfil cuando sea necesario.
- Dimensiones, detalles, ubicación, escala, despieces de todos los elementos estructurales.
- Resistencia mínima a la compresión del concreto, resistencia del acero.
- Cargas bajo las cuales fue diseñado.
- Especificaciones de los materiales y constructivas.
- Detalles de empalmes, traslapos y ganchos.
- Resistencia y orden de tensionamiento en caso de que lo haya.
- Versión y fecha del plano que se presenta.

2.1.8.2 Memorias de cálculo. En este ítem deben garantizarse todas las disposiciones que sugiere la NSR 10 (AIS, 2010), debe sustentar todos los cálculos realizados para la elaboración de los planos estructurales de entrega y debe mostrar todos los chequeos ejecutados según la NSR10 (AIS, 2010).

2.2 Cantidades de acero y concreto

Las cantidades de acero y concreto sirven para que el cliente obtenga rápidamente los costos de la construcción y los APU correspondientes a la estructura. El proceso para calcular estas cantidades fue el siguiente:

2.2.1. Cantidades de acero. Las cantidades de acero deben ser calculadas en kilogramos, y se determinan a través de los despieces estructurales, pues a partir de estos, se obtiene el detallado de las longitudes, diámetros y cantidades de barra, con la cantidad total de barras y sus longitudes totales por metro, se hace la conversión de metros de barra a masa. Este proceso puede resultar más sencillo cuando se ejecuta a partir de un software que haga un resumen de elementos y que exporte una cartilla de pedidos.

2.2.2 Cantidades de concreto. Estas cantidades se obtienen en metros cúbicos de concreto, y se obtiene a partir de analizar los diferentes elementos estructurales, para el caso de vigas y columnas resulta fácil hallando la longitud de los elementos y multiplicando por el área, y en el caso de losas y pantallas se puede calcular por áreas multiplicando por el espesor especificado

2.3 Supervisión Técnica

La supervisión técnica de estructuras es un requisito de la ley 400 de 1997 para aquellas estructuras que excedan los 3000 metros cuadrados construidos (Congreso de Colombia, 1997), por lo tanto,

es necesario establecer una lista de chequeos y parámetros que se deben verificar antes, durante y después de fundir elementos estructurales.

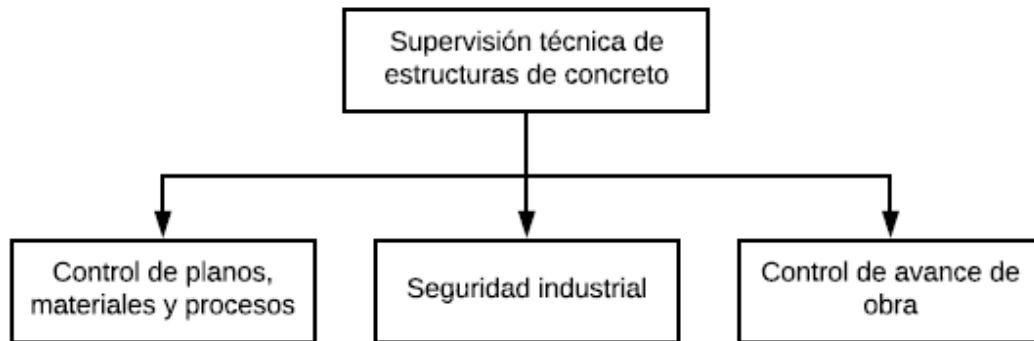


Figura 5. Requerimientos de la supervisión técnica.

2.3.1 Control de planos, materiales y procesos. Es necesario que la supervisión técnica haga un estricto seguimiento a los planos y a la calidad de los materiales y los procesos, este seguimiento se hace mediante el control de los dos materiales principales de las estructuras de concreto reforzado, los cuales son el concreto y el acero.

2.3.1.1 Chequeos del concreto. Es necesario que en cuanto al concreto se hagan las siguientes verificaciones:

- La resistencia de diseño debe ser chequeada a los 7 y 28 días posteriores a su fundida mediante los lineamientos de la NTC 673 (Icontec, 2010), tal sea el caso, en que a los 28 días no se llegue a la resistencia esperada deberá realizarse el ensayo al testigo a los 56 días.

- Al momento de fundir los elementos estructurales se debe garantizar que el asentamiento del concreto se haga de acuerdo a la NTC 396 (Icontec, 1992) y el resultado de este asentamiento debe estar dentro del rango admisible.
- Se debe garantizar que la toma de muestras de concreto cumpla con los requerimientos de NTC 454 (Icontec, 1998).
- Se debe controlar el proceso de vibrado y curado de los especímenes de concreto mediante las exigencias de la NTC 550 (Icontec, 2000).
- Se debe verificar que la formaleta corresponda a las dimensiones de los planos estructurales y el apuntalamiento que sea capaz de soportar la fundida de elementos.

2.3.1.2 Chequeos del acero. En cuanto al acero utilizado en obra como refuerzo es necesario que cumpla con los siguientes requerimientos:

- Medidas, cantidades de barra, posición, ubicación, ganchos, empalmes, figurado y demás ítems correspondientes a los planos estructurales deben corresponder con el armado de la estructura.
- El acero de refuerzo debe ser chequeado periódicamente durante la construcción y se le debe hacer el ensayo correspondiente a la norma NTC 2289 (Icontec, 2007).
- Para acero de presfuerzo se debe garantizar que tenga la certificación de la norma ASTM A416 (ASTM. A416M, 2006).

Adicional a estos chequeos, la supervisión técnica dentro de sus funciones debe mantener en constante inspección el almacenamiento de los materiales en obra como cemento, mampostería, arena, grava, acero, debe también aprobar las dosificaciones de concreto y mortero; conjuntamente con esto, debe garantizar que el transporte de los materiales no afecte su capacidad, debe certificar

que las juntas entre elementos sean en la ubicación específica y en el ángulo específico que demanda la NSR10, debe verificar que al momento de combinar concreto endurecido con fresco se cumplan condiciones necesarias y se apliquen productos que mejoren la adherencia, debe verificar los límites del espaciamiento, las cimbras y en caso de tener condiciones que afecten los elementos estructurales buscar y aprobar soluciones que garanticen la calidad de los materiales y procesos realizados (AIS, 2010).

2.3.2 Seguridad industrial. La seguridad industrial busca identificar y valorar riesgos y determinar procedimientos de control que eliminen, disminuyen y controlen peligros existentes en las zonas de trabajo del personal en obra (Icontec, 2007), por tanto, los siguientes son algunos de los aspectos para tener en cuenta en la supervisión técnica:

- Señalización en los diferentes puntos de la obra.
- Ruta de evacuación definida.
- Elementos de protección personal para el personal de acuerdo con su actividad.
- Limpieza y orden.
- Líneas de vida y seguridad en zonas de trabajo.
- Sistemas de alarma de emergencia.

2.3.3 Control de avance de obra. El avance de las actividades debe ser controlado por la supervisión técnica, para lo cual mensualmente se hace un informe de los avances en cuanto a elementos armados y fundido. En caso de que se presenten observaciones, estas deben ser incluidas en el informe mensual con sus respectivos pasos a seguir de ser necesario.

2.4 Sistema de gestión de calidad

INSUT es una empresa cuya directriz está enmarcada por unos lineamientos estratégicos, que están soportados en los principios básicos del sistema de gestión de calidad, el cual se enfoca en el compromiso con las partes interesadas, en los procesos de mejora continua, en el liderazgo, gestión de relaciones y en la toma de decisiones con fundamento racional (Icontec, 2015). En INSUT se ejecutan los proyectos a partir de procesos generales y subprocesos, los procesos generales se refieren a los campos de acción y los subprocesos son aquellas actividades específicas necesarias para ejecutar un proceso. El mapa de procesos y subprocesos de INSUT se desarrolla como se ve a continuación:



Figura 6. Mapa de procesos de INSUT. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

Las actividades de apoyo del sistema de gestión de calidad estuvieron enfocadas en los procesos de consultoría en diseños estructurales, supervisión técnica de estructuras y actualización de documentos del proceso gerencial.

3. Desarrollo de Actividades

3.1 Diseño estructural

A lo largo de la práctica se abordaron múltiples proyectos, sin embargo, se tuvo una participación importante en el proyecto multifamiliar, ubicado en Girón, Santander. Constantemente se contó con la asesoría, coordinación y revisión por parte del director y del tutor de la práctica para la ejecución de actividades.

3.1.1 Recepción de información. Para el proyecto multifamiliar, se recibió la información correspondiente a planos arquitectónicos (ver anexo1), topografía y estudio de suelos de la torre 2. En reunión con la constructora se definió que la torre constaría de 15 pisos más cubierta liviana. La distribución de la torre en altura sería la siguiente: piso 1 de parqueaderos, pisos del 2 al 14 de apartamentos, piso 15 zona social, más cubierta liviana. Por otra parte, se estableció que en su distribución horizontal los pisos de apartamentos tendrían 6 apartamentos por cada piso, más 2 fosos de escalera y un foso de ascensor.

3.1.2 Predimensionamiento. En el predimensionamiento se tuvo en cuenta todo lo acordado en la reunión con la constructora, y dada la distribución en planta se decidió que lo más apropiado sería un sistema estructural combinado, pues se dispusieron pantallas en los fosos y pórticos distribuidos en los apartamentos y áreas comunes.

Inicialmente, el plano arquitectónico aportó una distribución de columnas con sus respectivas dimensiones, la idea como auxiliar de diseño estructural fue realizar la plantilla para el modelamiento y ubicar vigas de modo se generarán nodos con estas columnas, buscando garantizar un comportamiento adecuado como diafragma. El primer paso fue definir el material a usar, se propuso usar un concreto de 28 MPa, debido a que sería una estructura de gran envergadura, seguido a esto, se delimitó el borde de placa de la planta arquitectónica para conocer los límites y alcances de la placa; adjunto con esto se determinó que el sistema de placa sería aligerado con sus viguetas paralelas a la dirección de los balcones, de la misma altura de las vigas y con una separación libre propuesta de 70cm. A continuación, se muestra el cálculo del módulo de elasticidad del concreto y la evaluación con la cual se calculó la altura de las vigas, para lo cual se tuvieron en cuenta todas las condiciones de apoyos presentes en la distribución de elementos estructurales:

$$E = 4700 * \sqrt{f'c} = 4700 * \sqrt{28 [MPa]} = 24870.06 [MPa]$$

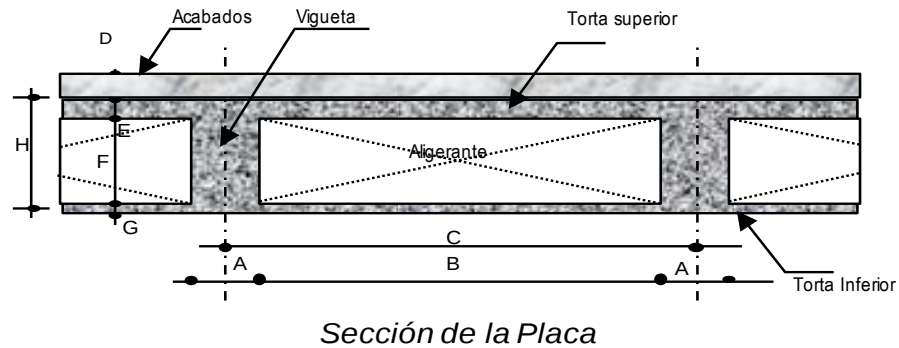
$$\text{Para un extremo continuo} \therefore h = \frac{4.80 [m]}{12} = 0.40 [m]$$

$$\text{Para dos extremos continuos} \therefore h = \frac{4.80 [m]}{12} = 0.40 [m]$$

$$\text{Para elementos en voladizo} \therefore h = \frac{1.10 [m]}{5} = 0.22[m]$$

Para el predimensionamiento de columnas se partió de un área mínima de 900 cm², la cual puede ser sustentada por una sección cuadrada de 30 cm, y de acuerdo con los chequeos de derivas,

periodos y demás solicitaciones es susceptible a aumentar. Se determinó una altura inicial de 40cm de altura de la placa, pero cuando llegó el momento de hacer los chequeos y verificaciones se determinó que no era suficiente para cumplir con los chequeos sísmicos, por lo cual se aumentó la sección 5cm, para una altura de vigas y viguetas total de 45cm, tal como se aprecia en la figura 7.



$$A = 0.10$$

$$E = 0.05$$

$$B = 0.70$$

$$F = 0.370$$

$$C = 0.80$$

$$G = 0.03$$

$$D = 0.05$$

$$H = 0.45$$

$$\text{CONSUMO} = 0.126 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Figura 7. Dimensiones de la placa. Nota. Tomado de: INSUT.

La dimensión propuesta para el sistema fue: vigas de 40x45 cm, viguetas 10x45cm, columnas de 50x60 cm, pantallas paralelas al sentido Y con 25cm de espesor y las pantallas paralelas al sentido X con 40cm de espesor.

Los niveles en altura se determinaron a partir de los planos arquitectónicos, pues se debía manejar una misma nomenclatura entre las distintas profesiones que intervienen en el proyecto para evitar confusiones futuras. El nivel de la cimentación está ubicado en el nivel N-0.20 y la zona social en N+42.40.

3.1.3 Definición y evaluación de las solicitudes. La estructura estará sometida a 2 tipos de solicitudes principalmente las cuales son gravitacionales y sísmica, para las cuales se asignaron las siguientes cargas.

3.1.3.1 Cargas gravitacionales. Con las dimensiones de la placa definidas, el equipo consultor obtuvo las cargas debidas al peso propio, seguido a esto, asignó las cargas correspondientes a acabados de piso, mampostería, aligerante, instalaciones, otros y la respectiva carga viva para cada tipo de placa según las consideraciones del título B de la NSR 10 (AIS, 2010) y según los proveedores de materiales de construcción. En total fueron cuatro usos de placa, la placa de parqueadero, placa de apartamentos tipo y placa de zona social; para la placa de cubierta se propuso un sistema de cubierta liviana, entonces para las demás placas las cargas asignadas son las siguientes:

Tabla 2.

Cargas gravitacionales.

Carga muerta [kgf/m ²]	Placas tipo		
	Parqueadero	Apartamentos	Zona social
Peso propio	303	303	303
Acabados piso	100	140	180
Mampostería	20	300	100
Aligerante	30	30	30
Instalaciones	10	10	10
Otros	10	10	10
TOTAL	473	793	633

Placas tipo			
Carga muerta [kgf/m ²]	Parqueadero	Apartamentos	Zona social
Carga viva [kgf/m ²]	Parqueadero	Apartamentos	Zona social
Carga viva	250	180	500

Nota. Tomado de: AIS, A. C. (2010) *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10*. Títulos A, B, C, I Bogotá, Colombia:

3.1.3.2 Cargas sísmicas. Para las cargas sísmicas fue necesario primero definir el tipo de suelo, dato que se extrae del estudio de suelos, el coeficiente de importancia, el cual se clasificó como I, dado que el uso de la edificación es residencial; la zona sísmica, debido a que es en el municipio de Girón, Santander, es una zona de amenaza sísmica alta, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 3.

Datos de entrada del espectro sísmico.

Parámetro	Magnitud
Número de pisos	16
Tipo de suelo	C
Departamento	SANTANDER
Municipio	GIRÓN
Grupo de uso	I
Amenaza sísmica	Alta

Posteriormente, acorde con el título A de la NSR10 (AIS, 2010), el tipo de suelo y la zona de amenaza sísmica se obtuvieron los parámetros de Aa Av, Ae, y Ad; gracias a estos parámetros, se hallaron los datos Fa y Fv, y sus valores son los siguientes:

Tabla 4.

Coeficientes sísmicos del espectro de aceleraciones.

Abreviación	Magnitud	Parámetro
Aa	0.2	Aceleración horizontal pico
Av	0.25	Velocidad horizontal pico
Fa	1.2	Factor de amplificación
Fv	1.55	Factor de amplificación
Ae	0.18	Factor de la zona sísmica
Ad	0.1	Factor de la zona sísmica

Teniendo los coeficientes, fue necesario definir los intervalos del espectro (Ver figura 8), los cuales corresponden a los periodos T0, Tc, TL, y se calculan como sigue a continuación:

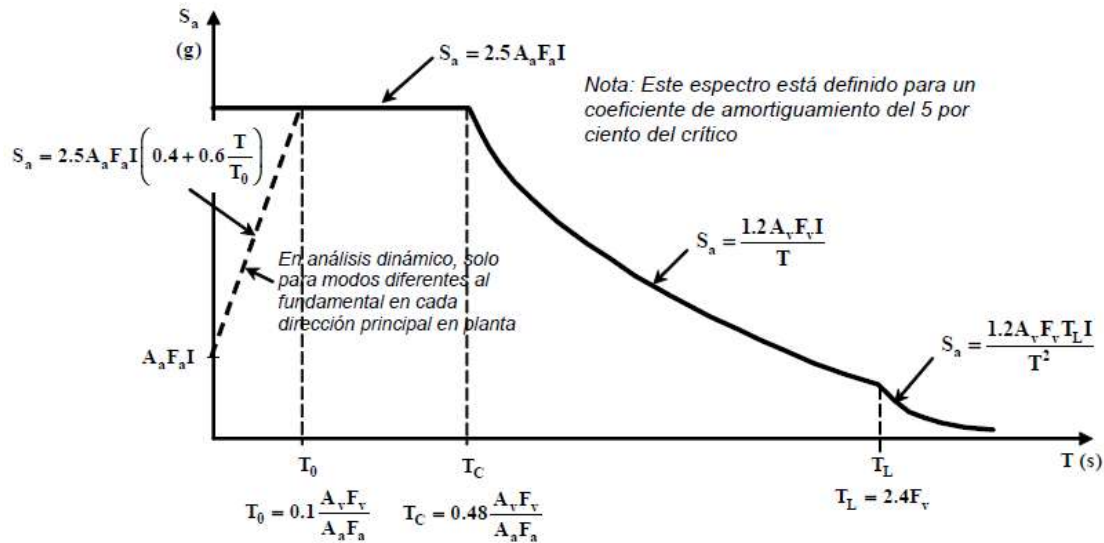


Figura 8. Espectro sísmico de aceleraciones. Nota. Tomado de: AIS, A. C. (2010) *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10*. Títulos A, B, C, I Bogotá, Colombia:

$$T_0 = 0.1 \frac{A_v * F_v}{A_a * F_a} = 0.1 \frac{0.25 * 1.55}{0.2 * 1.2} = 0.1614 [s]$$

$$T_C = 0.48 \frac{A_v * F_v}{A_a * F_a} = 0.48 \frac{0.25 * 1.55}{0.2 * 1.2} = 0.775 [s]$$

$$T_L = 2.4 * F_v = 2.4 * 1.55 = 3.72 [s]$$

Luego de esto, fue necesario un valor de entrada, el cual correspondió al periodo de la estructura bajo el cual se hallará la aceleración horizontal máxima en función de la gravedad (S_a), para hallar este periodo aproximado nuevamente se recurrió a la NSR10 (AIS, 2010), la cual provee una manera alternativa de calcularlo, teniendo en cuenta el sistema estructural de la estructura, los parámetros son $c_t=0.047$ y $\alpha=0.9$, la altura fue considerada en el modelo hasta la placa de zona social debido a que se propone una cubierta liviana, el periodo se obtuvo de la siguiente manera:

$$T_a = C_t * h^\alpha = 0.047 * 42.60^{0.9} = 1.378[s]$$

En la siguiente tabla se hizo un resumen de los periodos calculados.

Tabla 5.

Periodos del espectro y periodo alternativo

Periodos	Magnitud
To	0.16145833
Tc	0.775
Tl	3.72
Ta	1.37583546

El paso a seguir fue hallar el S_a correspondiente al periodo calculado de la estructura, se calculó de acuerdo a como se ve en la figura 6. Por lo cual, se tuvo en cuenta que $T_a=1.376[s]$ y se encontraba entre T_c y T_L , entonces, S_a se calculó cómo se muestra a continuación:

$$S_a = 1.2 * \frac{A_v * F_v * I}{T} = 1.2 * \frac{0.25 * 1.55 * 1}{1.376} = 0.263$$

Luego, para el cálculo del cortante basal se requirió obtener la masa de la estructura, la cual se puede conseguir con el volumen de concreto o con el modelo de elementos finitos, por tanto, se determinó que la masa de la estructura: 921414.57 [kgf*s²/m] gracias al modelo de elementos finitos, por lo cual la fuerza sísmica se calculó de la siguiente manera:

$$V_s = Masa * gravedad * S_a$$

$$V_s = 48909.45 \left[\text{kgf} * \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \right] * 9.81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] * 0.263$$

$$V_s = 2190350.94 \text{ [kgf]}$$

Sin embargo, según la NSR 10 (AIS, 2010) se permite una reducción del cortante basal si la estructura es regular al momento de hacer el chequeo de fuerza sísmica, esta reducción es del 80% para estructuras regulares y del 90% para estructuras irregulares (AIS, 2010); la masa de la estructura es constante en los niveles, su distribución es simétrica y no tiene efecto de irregularidad

torsional, ni retrocesos en las esquinas, ni en altura, por lo cual, el criterio de los ingenieros fue que es una estructura regular, por lo cual, el cortante basal efectivo es el siguiente:

$$Vs_{efectivo} = Vs * 80\% = 2190350.94[\text{kgf}] * 80\%$$

$$Vs_{efectivo} = 1752280.75 [\text{kgf}]$$

3.1.4 Modelamiento en software de elementos finitos. Con las dimensiones, distribución y cargas definidas se procedió a hacer el modelamiento y asignación de cargas en el software de elementos finitos, para lo cual se requirió dibujar espacialmente la estructura, tal como se nota en la siguiente figura:

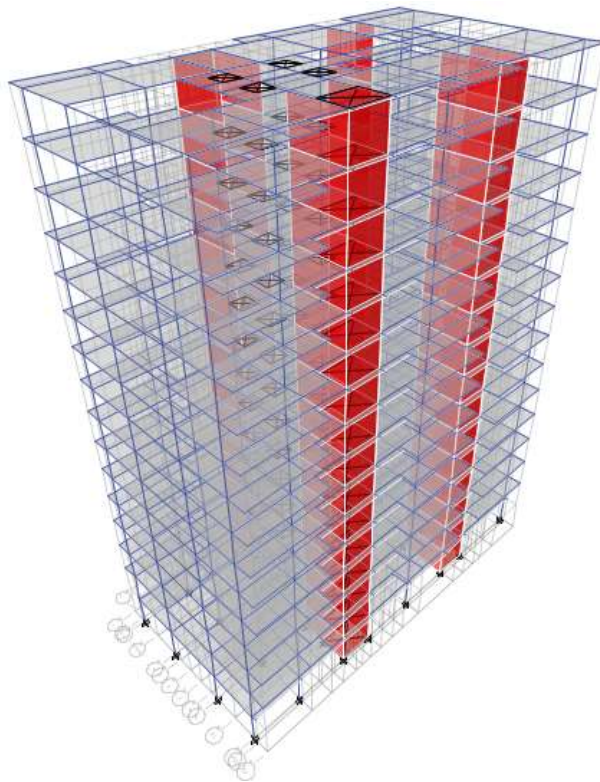


Figura 9. Modelamiento espacial en software de elementos finitos. Nota. Tomado de: Software de elementos finitos.

Algunas consideraciones que se tuvieron en cuenta en el modelamiento de columnas y pantallas es el tipo de apoyo, pues para estos elementos se generó un empotramiento en la base, por su parte, las viguetas estuvieron restringidas a momento y los elementos pantalla y membrana fueron discretizados. Como dato adicional, en el modelamiento no se aprecia la existencia de viguetas, debido a que estas fueron reemplazadas en el modelo por una losa de espesor equivalente que está cargada en la dirección de las viguetas, esto con el fin de evitar que las viguetas trabajen con el sismo y procurando que su masa no sea despreciada. El resultado de modelamiento de las placas de parqueadero y tipo se aprecia en la figura 10:

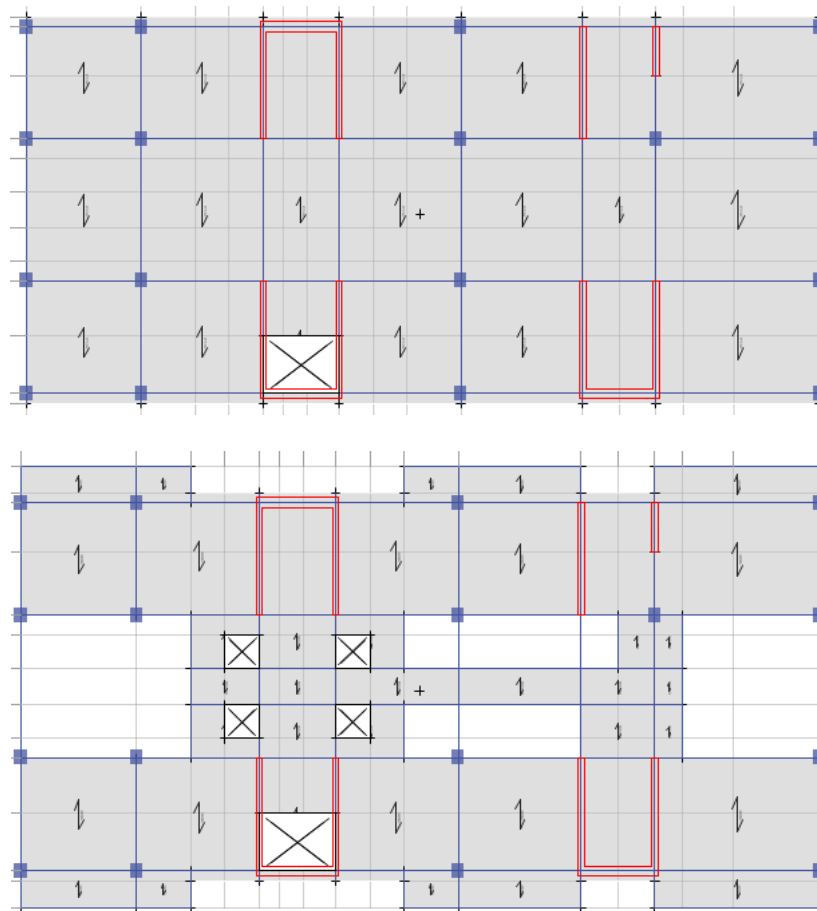


Figura 10. Modelamiento de placa parqueadero y planta tipo en software de elementos finitos.

Las cargas obtenidas en la evaluación de cargas fueron directamente asignadas sobre los elementos de membrana, los cuales distribuyen sus cargas en los pórticos. Así mismo, el espectro sísmico se definió en el software de elementos finitos y en cuando el obtenido por el programa es menor que el efectivo se hace un ajuste en la gravedad del modelo de acuerdo a como se explica en la metodología.

3.1.5 Análisis dinámico. Una vez las cargas definidas se hacen efectivas sobre la estructura, se obtienen datos como derivas, periodos, modos de vibración y participación de masa en los modos de vibración (ver anexo 2). La deriva en el sentido X fue la más crítica, pues su valor es aproximadamente 0.8185% tal y como se aprecia en la figura 11; en cambio, la deriva en Y tuvo un valor estimado de 0.7652% como se evidencia en la figura 11.

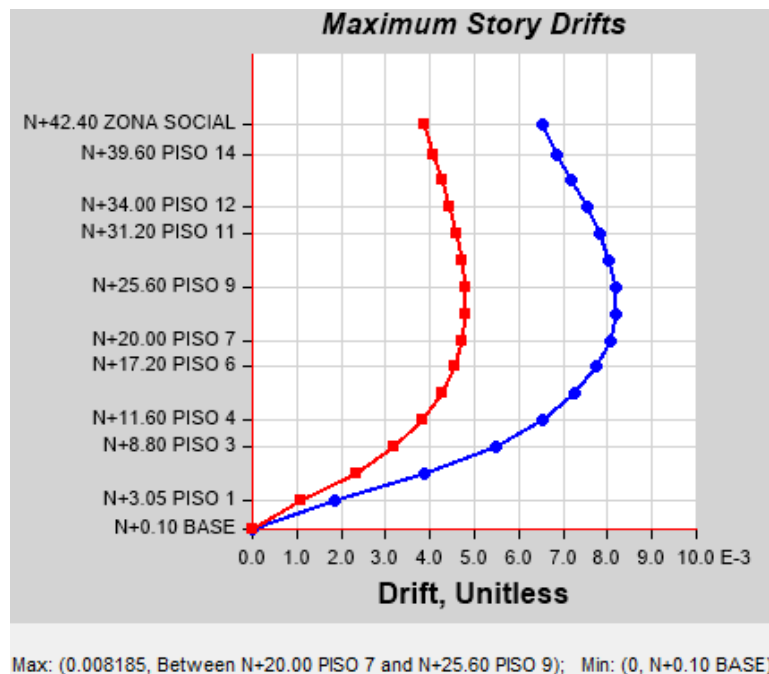


Figura 11. Deriva en X de la estructura. Nota. Tomado de: Software de elementos finitos.

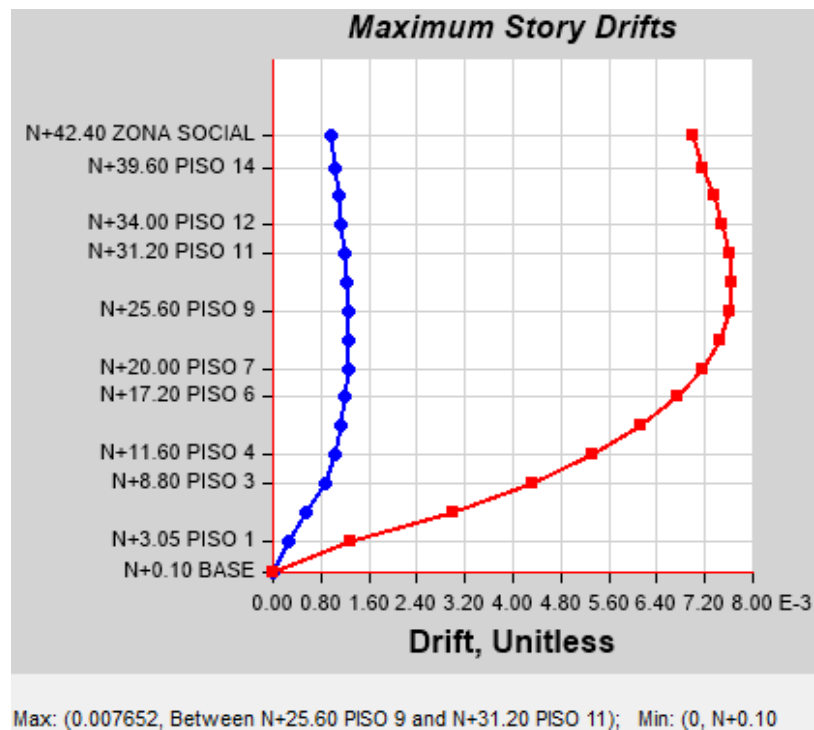


Figura 12. Deriva en Y de la estructura. Nota. Tomado de: Software de elementos finitos.

Por su parte, los periodos de la estructura estuvieron dados como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Periodos de la estructura

Periodo	Magnitud [s]
UX	1.429
UY	1.256
RZ	1.21

3.1.6 Chequeos de la NSR10

3.1.6.1 Chequeos de deriva . Según la NSR 10 las derivas no deben exceder el 1% de la altura del entrepiso.

$$Deriva X = 0.8185\% < 1\% \text{ ok}$$

$$Deriva Y = 0.7652\% < 1\% \text{ ok}$$

3.1.6.2 Periodo. El periodo no debe ser mayor que la multiplicación de $Cu * Ta$, tal como se verá a continuación:

$$Cu = 1.75 - 1.2 * Av * Fv = 1.285$$

$$Cu * Ta = 1.285 * 1.376[s] = 1.767[s]$$

$$Tx = 1.429 < 1.767 \text{ ok}$$

$$Tx = 1.256 < 1.767 \text{ ok}$$

3.1.6.3 Cortante basal. El cortante basal obtenido para cada dirección fue el siguiente:

$$Vs(x) = 1930118.80[kgf]$$

$$Vs(y) = 2310643.07[kgf]$$

$$Vsefectivo = 1752280.75[kgf]$$

$$Vs(x), Vs(y) \geq Vsefectivo \text{ ok, ok}$$

Dado que las resultantes de los cortantes en la base fueron mayores o iguales al cortante basal efectivo, se aprobó el chequeo de cortante basal sin necesidad de hacer un ajuste de la fuerza actuante.

3.1.6.3 Participación de masa en los modos. En el anexo 2 se evidencia que los modos de vibración tienen una participación importante de masa en sus 2 primeros modos, y también se nota que estos 2 son traslacionales, el primero en X, el segundo en Y. En conjunto con esto, en el mismo anexo se puede evidenciar que la suma de porcentaje de masa en la traslación converge a 1, lo cual

es un buen indicador del diseño estructural, dado que indica que la estructura distribuye su masa en todos sus modos de vibración.

3.1.7 Diseño de elementos estructurales. Gracias al análisis estructural generado por el software de elementos finitos fue sencillo revisar las solicitaciones de refuerzo de los elementos estructurales debido a los combos de diseño. En cuanto a las columnas se revisaron las solicitaciones en porcentaje y se asignó una cuantía de acero acorde a ese requerimiento, en cuanto a vigas fue posible revisar también la cantidad de acero requerido en centímetros cuadrados, en el anexo 3 se disponen los resultados de las solicitaciones de refuerzo longitudinal y a cortante de vigas y columnas; cabe aclarar que las fuerzas sísmicas fueron reducidas en los combos de diseño por el valor del coeficiente de grado de capacidad de disipación de energía $R=6.3$.

Por otra parte, para el diseño de viguetas, se realizó un análisis por separado de cada tipo de vigueta, en el que se tuvieron en cuenta área aferente, longitud y las cargas que en ella actúan, a continuación, se dará un breve ejemplo:

$$Luz = 4.60 [m]$$

$$Longitud\ de\ aferencia = 0.80 [m]$$

$$Carga\ muerta = 793 \left[\frac{kgf}{m^2} \right] * 0.80 [m] = 634.4 \left[\frac{kgf}{m} \right]$$

$$Carga\ viva = 180 \left[\frac{kgf}{m^2} \right] * 0.80 [m] = 144 \left[\frac{kgf}{m} \right]$$

Las cargas se evalúan de acuerdo con los combos gravitacionales:

$$1.2D + 1.6L = 1.2 * 634.4 + 1.6 * 144 = 991.68 \left[\frac{kgf}{m} \right]$$

$$1.4D = 1.4 * 634.4 = 888.16 \left[\frac{kgf}{m} \right]$$

$$Wu = 991.68 \left[\frac{kgf}{m} \right]$$

$$Vu = Wu * \frac{Luz}{2} = 991.68 * \frac{4.60}{2} = 2280.86[kgf]$$

$$Mu = Wu * \frac{Luz^2}{8} = 991.68 * \frac{4.60^2}{8} = 2622.99[kgf * m]$$

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

$$As_{req} = 1.85[cm^2] \rightarrow 1 barra \#5$$

Se determinó que el refuerzo para esta vigueta es de 1 barra #5 superior e inferior. Dado que la placa de apartamentos tipo se repetía en múltiples pisos, se hizo el despiece en dos grupos, las vigas que iban desde el piso 2 al 7, y las vigas que iban desde el 8 al 14, de estos 2 paquetes de vigas se extraían las más cargadas para así asignarles el acero de refuerzo correspondiente.

3.1.8 Planos estructurales y memorias de cálculo. Para la generación de planos estructurales se contó con la participación de dibujantes, los cuales modelan los despieces de vigas, columnas, pantallas, placa, vistas en planta, vistas de perfil, organizan los planos, y generan detalles estructurales. Por otra parte, las labores de despiece estructural como auxiliar de ingeniería correspondieron a asignar el acero requerido, verificar traslapos, empalmes, ganchos, se revisaron los bordes de placa, ubicación de los puntos fijos, detalles estructurales, ejes, escalas, datos y especificaciones de los materiales, de los procesos constructivos, de las cargas de diseño y demás requerimientos de la NSR10 (AIS, 2010), ya que el dibujante únicamente cumplió con enviar los bocetos con un acero de cuantía mínima. En el anexo 4 se encontrarán los resultados del despiece de elementos del proyecto multifamiliar. Por su parte, las memorias de cálculo deben contener toda la información descrita anteriormente, más el diseño de elementos de la cimentación, muros

estructurales y todos aquellos detalles puestos en los planos estructurales deben estar sustentados en su respectiva memoria de cálculo.

3.2 Cantidades de acero y concreto

3.2.1 Cantidades de acero. Las cantidades de acero de refuerzo se lograron a partir de los despieces estructurales, en el anexo 5, se disponen los resúmenes y listados de cantidades de acero obtenidos para Vivienda Familiar Chacón Gómez en el municipio de Villavicencio (ver figura 13), en el cual se obtuvieron cantidades para los elementos estructurales vigas aéreas, vigas de cimentación, vigas auxiliares, viguetas, columnas, losas, zapatas, pantallas, etc. En este procedimiento se discriminaron las barras de acero por diámetro, longitud, figurado, y cantidad, los estribos, ganchos adicionales y mallas electrosoldadas para placa. El peso total obtenido para el reforzamiento del proyecto Vivienda Familiar Chacón Gómez es de 9465.1 [kg]

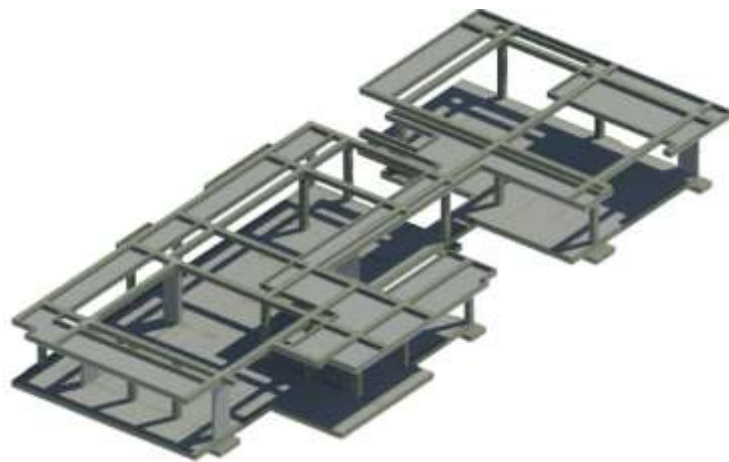


Figura 13. Modelado BIM proyecto Vivienda Chacón Gómez. Nota. Tomado de: Software BIM.

Por otra parte, en cuanto a la obtención de cantidades de estructuras postensadas, se obtuvieron cantidades de acero para presforzar para el proyecto de la constructora del Grupo Hogar Serrano, el cual consta de un edificio de 5 pisos, más cubierta. El proyecto fue diseñado para construirse con sistema postensado no adherido y sus cantidades se pueden apreciar en el anexo 5, para hallar estas cantidades fue necesario entender el sistema postensado, el cual consta del cable monotorón que recorre el elemento estructural más una mecha de aproximadamente 1.50 metros en el extremo de tensionamiento, debido a que es la parte de la cual el gato hidráulico hace el tensionamiento, otro parámetro importante es el set de anclaje, que incluye la placa, la cuña, la bolsillera y demás accesorios necesarios para realizar el respectivo anclaje activo; el anclaje pasivo puede realizarse con los mismos elementos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 7.

Cantidades de presfuerzo proyecto Edificio Constructora Hogar Serrano.

Cantidades totales	Longitud [m]	# De set anclajes
	8198.90	1072

Nota. Tomado de: INSUT SAS.

3.2.2 Cantidades de concreto. Las cantidades de concreto se hallaron para el proyecto La Vivienda Familiar Chacón Gómez, se hallaron por medio de áreas y volúmenes en un software CAD, sin embargo, se hizo uso de un software BIM para la obtención de cantidades, y los resultados están descritos tal como se muestra en el anexo 5. El procedimiento fue más sencillo gracias a esta herramienta, ya que el proceso consistió en organizar la información que se exporta por diferentes tipos de elementos estructurales, y en una tabla final unificar la cantidad total

requerida para el proyecto. El resumen para la cantidad de concreto necesaria para el proyecto está en la siguiente tabla:

Tabla 8.

Cantidades de concreto proyecto Vivienda familiar Chacón Gómez.

Cantidades de concreto	
Elementos	Cantidad [m ³]
Vigas aéreas, riostras, viguetas, vigas de cimentación y elementos de borde	38.634
Columnas	5.539
Losas	33.631
Muros	3.93
Zapatas	9.657
Cantidad total de concreto	91.391

Nota. Tomado de: INSUT SAS.

3.3 Supervisión Técnica

Las labores como auxiliar de supervisión técnica estuvieron enfocadas en la obra del proyecto “Bosques del Venado apartamentos” de la constructora Muisca. Bosques del Venado se encuentra ubicado en el Km 1 vía a Cúcuta, en un lote con área de 4796.00 m² con un área total construida de 23254.57m², el proyecto incluye 5 niveles de sótanos para 238 parqueaderos, y 3 torres de apartamentos de 20 pisos de 240 apartamentos. El proyecto cuenta con 3 tipos diferentes de apartamentos, tal como lo explica la siguiente tabla:

Tabla 9.

Tipos de apartamentos en Bosques del Venado.

Apartamentos Bosques del Venado	
Tipo	Área [m²]
A	68.51
B	68.51 +Terraza
C	77.59

Nota. Tomado de: INSUT SAS.

El apoyo a las actividades de supervisión técnica de este proyecto comprendió los pisos 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, cubierta; cada dos semana se fundía un piso tipo.

3.3.1 Control de los planos, materiales y procesos. Durante la construcción del proyecto Bosques del Venado se notó que Muisca constructora mantiene buenas prácticas en cuanto al cuidado de sus materiales y de sus procesos constructivos.

3.3.1.1 Chequeos del concreto

- Al momento de fundir los elementos estructurales se debía garantizar que el asentamiento del concreto que se va a vaciar en obra sea medido como lo estipula la NTC 396 (Icontec, 1992), y que este asentamiento esté dentro del rango admisible el cual está entre 6 y 8 pulgadas, dado el caso de que no cumpliera se debe hablar con el residente y la concretera para llegar a un acuerdo, en el cual se discute si hace uso de aditivos o si se devuelve el carro de concreto.



Figura 14. Asentamiento del concreto en obra. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

- En Bosques del Venado se tomaron muestras del concreto cada 40 metros cúbicos, evitando tomar la muestra del primer mixer, por lo cual, de acuerdo al dato anterior se sacó la siguiente relación, aproximadamente por cada 6 mixer de 7 metros cúbicos de concreto había que tomar 1 muestra de concreto, de cada muestra de concreto se obtenían 6 especímenes cilíndricos bajo las estipulaciones de la NTC 454 (Icontec, 1998) (ver figura 15), de estos cilindros, 2 para ensayo a compresión a los 7 días, 2 para los 28 días, 2 para los 56 días, en caso de que la muestra no cumpla con la resistencia de diseño requerida a los 56 días se deben hacer pruebas con ensayos no destructivos como esclerometría, en caso de que esta tampoco cumpla se debe extraer un núcleo de la estructura y verificar su resistencia.



Figura 15. Muestras de concreto. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

concreto lo provee la concretera Prevesa y las pruebas de laboratorio son realizadas por ConcreServicios, por lo cual es sencillo analizar los resultados de las resistencias del concreto, los ensayos de resistencia de ConcreServicios cumplen con los requerimientos de NTC 673 (Icontec, 2010).

- El proceso de vibrado es de vital importancia pues no solo mejora la distribución de los agregados en el concreto, sino que además disminuye el aire que se queda atrapado en el concreto al momento de ponerlo en obra (ver figura 16). Por otra parte, el proceso de curado garantizará la calidad del concreto a futuro, pues si no se hace un buen curado el concreto disminuirá su resistencia a causa de hormigueos y fisuraciones no deseadas, por lo cual, frecuentemente después de su fraguado fue humedecido al punto de estar cubierto de agua.



Figura 16. Vibrado del concreto en obra. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

Adicionalmente, se debía garantizar que las muestras de concreto que van a ser llevadas a laboratorio deben ser curadas como lo previene la NTC 550 (Icontec, 2000), sumergidos en agua después de su fraguado, en Bosques del Venado se contaba con un espacio apropiado para depositar estas muestras tal como lo muestra la figura 17, había todo un tanque de almacenamiento, para posteriormente ser entregadas a Concretores.



Figura 17. Proceso de curado de muestras para laboratorio. Nota. Tomado de: INSUT SAS

- La supervisión técnica debía estar pendiente del apuntalamiento temporal que se dispone para la estructura al momento de fundirse y después de la fundida. Una recomendación dada por los ingenieros de la supervisión es mantener siempre 3 parales por tramo de viga y 5 por panel de losa, esto en favor de limitar las deformaciones del concreto al momento de la fundida y dar buen soporte pues habrá aproximadamente 10 obreros ejerciendo labores de fundida más el peso del material (ver figura 18). Por otra parte, la supervisión verificó que los anchos de banda de la formaleta y que la geometría del concreto corresponda con las especificaciones de los planos y de los detalles estructurales.



Figura 18. Apuntalamiento temporal. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

3.3.1.2 Chequeos del acero:

- Todos los elementos estructurales como vigas, pantallas, losas, columnas, viguetas, incluso cables del postensado fueron chequeados en su armado en cuanto a sus medidas, cantidades de barra o cables, posición, ubicación, ganchos, empalmes, figurado, espacios;

pues todos debían corresponder a lo dispuesto en los planos estructurales y debían cumplir además con los requerimientos de la NSR10 (AIS, 2010) (ver figura 19).



Figura 19. Armado de elementos estructurales. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

- El acero de refuerzo fue chequeado periódicamente en Bosques del Venado se hizo una prueba del acero de barras corrugadas al inicio de la construcción de acuerdo a la NTC 2289 (Icontec, 2007) con un resultado positivo, pues se aprobó su resultado. Por otra parte, se debe solicitar otro posible ensayo para garantizar y verificar la calidad del acero de refuerzo.
- Para acero de presfuerzo se debía garantizar que tuviese la certificación de la norma ASTM A416 (ASTM. A416M, 2006), esta certificación la da el contratista encargado de la implementación del sistema postensado durante la construcción.
- Adicionalmente, se debía verificar que los elementos estén bien amarrados y que las barras de acero que se usen para la construcción no se vieran corroídas o dañadas por el óxido.

La supervisión técnica además exigió durante la ejecución de la obra el cuidado en el almacenamiento de los materiales, la ubicación de juntas para vigas y losas a un tercio de luz a un Angulo de 45 grados; en cuanto a la unión de concreto endurecido con fresco se recomendó la aplicación del producto Sikadur 32 Gel (Sodimac Homecenter, Colombia, s.f.) o equivalente, ya que mejora la adherencia entre los dos materiales. Cuando los elementos presentaban hormigueos los ingenieros evaluaban los elementos y determinaban si se podía hacer resane estructural o si era prudente la demolición del elemento. El transporte y el tiempo para el vaciado fue el prudente y fue garantizado por parte de la concretera.

3.3.2 Seguridad industrial. La seguridad industrial y la salud ocupacional en Bosques del Venado contaba con un personal bastante grande para esta área pues cada contratista debía traer su supervisor de seguridad industrial y salud ocupacional, adicional al supervisor de la constructora el cual dirigía y coordinaba a los supervisores de los contratistas, algunos de los aspectos más importantes que debía cuidar el personal de seguridad industrial, son los que siguen:

- La ruta de evacuación, esta debía estar definida y señalizada, en caso de un suceso fortuito y los trabajadores debían conocerla y reconocerla por medio de anuncios o letreros que indicarán cual es el camino. Esta ruta, debía conservarse aseada, limpia, iluminada, libre de elementos que pudieran entorpecer el paso de los trabajadores, y además que soportará la salida masiva de personas.
- Los elementos de protección personal eran quizás el aspecto más importante para los trabajadores de la obra, pues una obra de construcción está catalogada como riesgo 5 por las aseguradoras, es decir, es una zona con alto riesgo de accidentes, por lo cual, elementos como botas de seguridad, casco y camisa manga larga, eran un requisito primordial para

todos los trabajadores; aunque también, depende de su área de desempeño podrían requerir otro tipo de elementos de protección adicional como gafas, tapabocas, arnés, entre otros (ver figura 20).



Figura 20. Uso permanente de elementos de protección personal. Nota. Tomado de: INSUT SAS

- La limpieza y orden en la obra era un asunto de cuidado permanentemente, pues era difícil evitar que hubiese desorden ocasionado por escombros, restos de materiales y empaques en el suelo. A su vez, los ambientes nocivos como las nubes de polvo, los espacios que se inundaban de agua, y el no uso de las zonas de baño correspondientes son aspectos que podrían atacar la salud de los trabajadores a largo plazo, por tanto, la supervisión hacía un acompañamiento constante al personal de seguridad industrial para prevenir todos estos riesgos.



Figura 21. Ambientes peligrosos en la obra. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

- Las líneas de vida eran necesarias para garantizar un trabajo seguro en alturas, pues de ellas dependía la integridad del trabajador al momento de estar expuesto a un riesgo de caída, situación que es bastante común en el ambiente laboral de la construcción, por este motivo, la supervisión hizo un acompañamiento constante al personal de seguridad industrial de modo que se limitara y disminuyera la posibilidad de un accidente por esta causa.



Figura 22. Líneas de vida para personal en riesgo de caída. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

- El sistema de alarmas de emergencia era imprescindible pues con su activación se debía iniciar el protocolo de evacuación inmediatamente.

3.3.3 Control de avance de obra. El avance de las actividades realizadas en obra debía ser controlado y documentado por la supervisión técnica, pues es esta la que se encarga avalar y revisar que todos los procesos realizados en obra hayan sido correctos e idóneos, por otra parte, debía también notificar cuando los requerimientos no hayan sido cumplidos a satisfacción.

Mensualmente la supervisión técnica emitía un informe que contenía el avance de actividades realizadas por eje, por nivel, por elementos estructurales, dando listas de elementos armados y fundidos, un registro fotográfico que evidenciaba el acompañamiento constante en las labores constructivas y además un informe del control de la calidad del concreto y su respectiva evolución en cuanto a su resistencia, sin embargo, cuando el concreto no cumplía la resistencia deseada la supervisión técnica se encargaba de hacer el acompañamiento a la concretera y a la constructora para la verificación de la calidad del concreto por medio de ensayos no destructivos como el de esclerometría, dejando así en constancia la aptitud de los materiales y evidenciando las buenas prácticas en el ambiente constructivo.

Las labores como auxiliar de supervisión se ejecutaron desde el piso 14 hasta el 20 más cubierta, es decir, se hizo acompañamiento hasta finalizar la parte estructural. En la figura 22 se puede apreciar el proyecto Bosques del Venado.



Figura 23. Bosques del Venado. Nota. Tomado de: INSUT SAS.

3.4 Sistema de gestión de calidad

De acuerdo con las labores de apoyo realizadas durante la práctica empresarial en INSUT, los procesos en los cuales se tuvo mayor participación son:

3.4.1 Consultoría en diseños estructurales. Las actividades de apoyo se enfocaron en los subprocesos de ejecución de proyectos y entrega final de diseños estructurales, del proyecto multifamiliar.

3.4.2 Supervisión técnica de estructuras. Las actividades de apoyo de la supervisión técnica se centraron en los subprocesos de control de materiales, control de procedimientos, control de planos, seguridad industrial y control del avance de obra, en la obra de “Bosques del Venado Apartamentos”.

3.4.3 Proceso gerencial. En cuanto al proceso gerencial se ejecutaron actividades de apoyo tales como la actualización de los lineamientos estratégicos tales como misión, visión, reglamento interno de trabajo, política de seguridad y salud en el trabajo.

4. Conclusiones

La metodología propuesta para la ejecución de los objetivos planteados se ajustó de manera adecuada al desarrollo de las actividades realizadas, pues se abordaron actividades de apoyo en las áreas de diseño estructural, supervisión técnica, obtención de cantidades y gestión de la calidad en los procesos; gracias a esto, se lograron afianzar los conocimientos adquiridos durante el pregrado y se indagó en áreas como la supervisión técnica y el ambiente constructivo.

Las labores de apoyo en diseño estructural fueron fundamentales para el desarrollo del proyecto multifamiliar pues gracias a los aportes realizados este proyecto está ahora en proceso de aprobación en curaduría, sin embargo, ya pasó por una revisión estructural por parte de un consultor externo y el resultado fue positivo pues se aprueba y garantiza el cumplimiento de los lineamientos de la NSR10 (AIS, 2010).

Las actividades realizadas para obtención de cantidades fueron obtenidas de manera ágil gracias a las nuevas tecnologías, ya que gracias a ellas se generaron reportes inmediatos de las cantidades de elementos y con esto se pudieron obtener rápidamente costos de la construcción.

Las revisiones de apoyo realizadas en la supervisión técnica del proyecto “Bosques del Venado Apartamentos” fueron aprobados debido a que se cumplieron con los requerimientos dispuestos en los planos estructurales, se tuvieron en cuenta los lineamientos de la NSR 10 (AIS, 2010) e hizo el respectivo seguimiento de los procesos; la participación en el proceso de apoyo a la supervisión fue aproximadamente 8 placas, pues se inició cuando iban en el piso 14, y se terminó en el 20 más la cubierta, es decir, el acompañamiento en las tareas realizadas fue de aproximadamente un 25% del desarrollo de la estructura.

El sistema de gestión de calidad fue apoyado mediante sus procesos y subprocesos, dado que se apoyaron los procesos de consultoría de diseños estructurales, supervisión técnica y se actualizaron documentos del proceso gerencial.

Referencias Bibliográficas

- AIS, A. C. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10. Títulos A, B, C, I*. Bogotá.
- ASTM. A416M. (2006). *Especificación Normalizada Para Torón de Acero, de Siete Alambres Sin Recubrimiento Para Concreto Presforzado*. USA.
- Comité American Concrete Institute. (2015). *Requisitos de Reglamento Para Concreto Estructural (ACI 318S-14)*. 2da impresión. USA.
- Congreso de Colombia. (1997). *Ley 400 Normas Sobre Construcciones Sismo Resistentes*. Agosto 19 de 1997. Bogotá: Diario oficial No. 43.113.
- H&M STEEL. (s.f.). *Catalogo web de productos*. . Obtenido de <https://reed-viola-46wp.squarespace.com/productos>
- Icontec. (1992). *Norma Técnica Colombiana NTC 396 Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de Ensayo para Determinar el Asentamiento del Concreto*. 1ra actualización. Bogotá: El Instituto.
- Icontec. (1998). *Norma Técnica Colombiana NTC 454 Ingeniería Civil y Arquitectura. Concretos. Concreto Fresco. Toma de muestras*. 2da actualización. Bogotá: El Instituto.
- Icontec. (2000). *Norma Técnica Colombiana NTC 550. Concretos. Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en Obra*. 2da actualización. Bogotá: El Instituto.
- Icontec. (2007). *Norma Técnica Colombiana NTC 2289. Barras Corrugadas y Lisas de Acero de Baja Aleación, para Refuerzo de Concreto*. 8va actualización. Bogotá: El Instituto.

- Icontec. (2007). *Norma Técnica Colombiana NTC-OHSAS 18001. Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional. Requisitos. 1ra actualización*. Bogotá: El Instituto.
- Icontec. (2010). *Norma Técnica Colombiana NTC 673 Concreto. Ensayo de Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto. 3ra actualización*. Bogotá: El Instituto.
- Icontec. (2015). *Norma Técnica Colombiana ISO 9000: Sistema de Gestión de la Calidad fundamentos y vocabulario. 2da actualización*. Bogotá: El Instituto.
- Icontec. (2015). *Norma Técnica Colombiana ISO 9001: Sistema de Gestión de la Calidad Requisitos. 4ta actualización*. Bogotá: El Instituto.
- McCormac, J., & Brown, R. (2011). *Diseño de Concreto Reforzado. 8va Ed.* México: Alfaomega.
- Muñoz, H. (2012). *Manual del Acero Gerdau Diaco Para Construcciones Sismo Resistentes. 3ra ed.* Bogotá: Diagramación e impresión Zeta IGC.
- Nilson, A. (1990). *Diseño de Estructuras de Concreto Presforzado. 1ra Ed.* México: Limusa.
- Orjuela, J. (2014). *Manual Práctico Supervisión de Estructuras de Concreto. Asociación Colombiana de Productores de Concreto (ASOCRETO). 1ra Ed.* Bogotá : Nomos S.A.
- Rochel, R. (2012). *Análisis Y Diseño Sísmico De Edificios. 2da ed.* Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Segura, J. (2011). *Estructuras de Concreto I.7ma edición*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Sodimac Homecenter, Colombia. (s.f.). *Catalogo web. Producto: Juego (A+B) 5kg Sikadur 32 puente de adherencia epóxico Sika*. Obtenido de [https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/633933/juego-\(a+b\)-5-kg-sikadur-32-gel-puente-de-adherencia-epoxico](https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/633933/juego-(a+b)-5-kg-sikadur-32-gel-puente-de-adherencia-epoxico)

Apéndices

Apéndice A. Planta arquitectónica

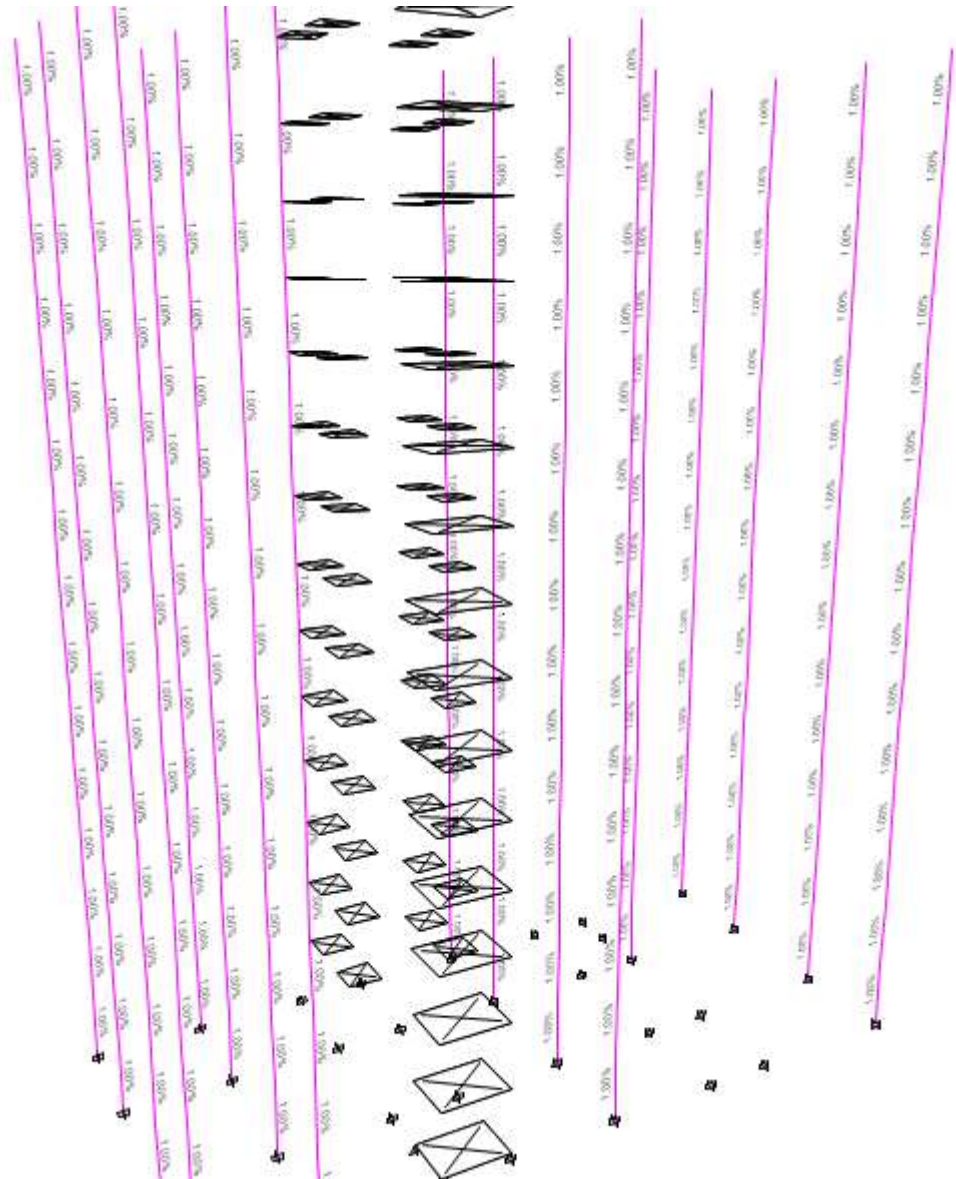


Fuente: Constructora.

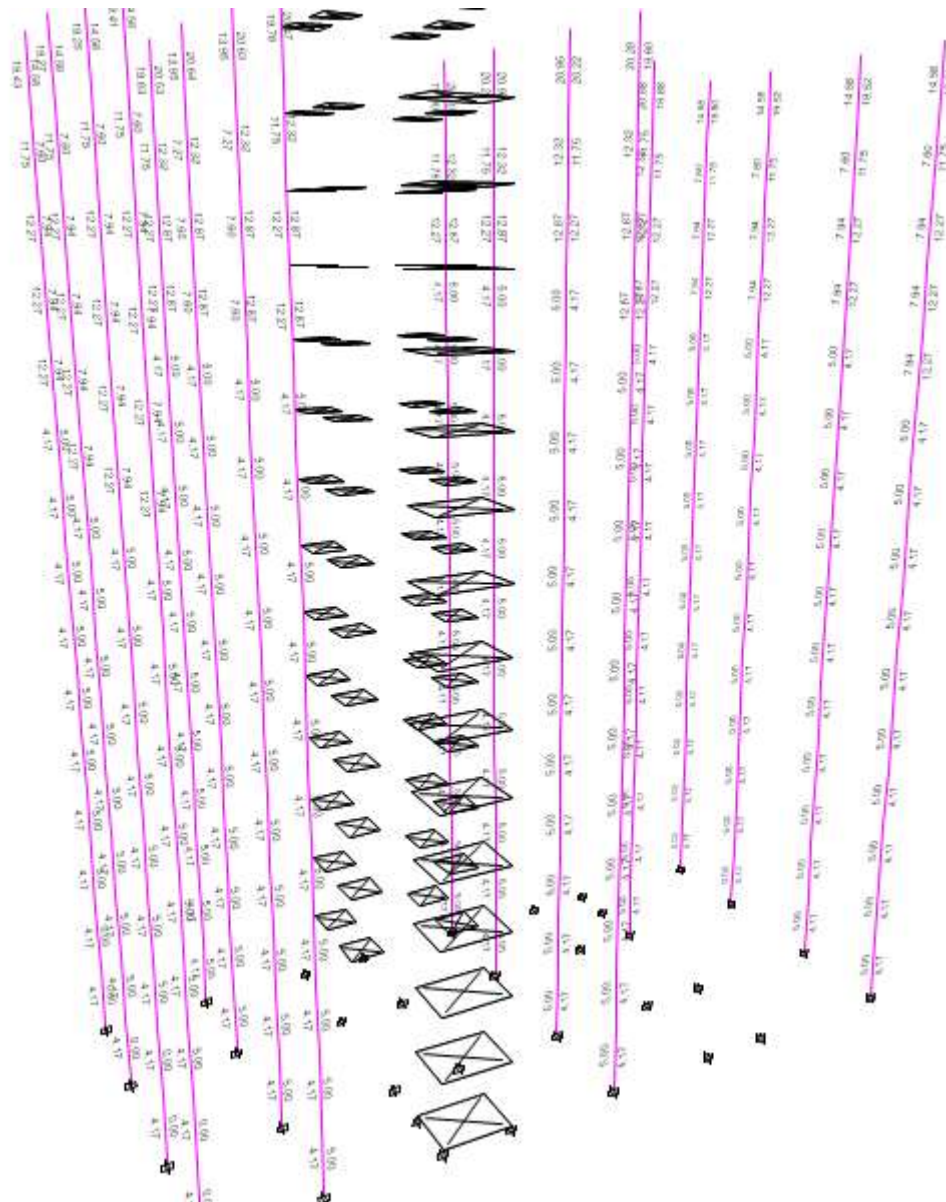
Apéndice B. Modos de vibración y participación de masa en los modos

Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
1.429	0.6103	0.0019	0	0.6103	0.0019	0	0.0009	0.2603	0.0991	0.0009	0.2603	0.0991
1.256	0.0052	0.6747	0	0.6155	0.6766	0	0.3239	0.0022	0.0035	0.3248	0.2625	0.1026
1.21	0.0915	0.0066	0	0.707	0.6832	0	0.0032	0.0427	0.605	0.3281	0.3052	0.7076
0.37	0.13	0.0001	0	0.837	0.6833	0	0.0001	0.2944	0.0295	0.3281	0.5996	0.7372
0.301	0.0342	0.0003	0	0.8712	0.6836	0	0.0005	0.069	0.1324	0.3287	0.6686	0.8695
0.284	4.069E-06	0.1747	0	0.8712	0.8584	0	0.3165	2.696E-06	0.0003	0.6452	0.6686	0.8698
0.169	0.0465	8.818E-06	0	0.9178	0.8584	0	0.00002186	0.0994	0.012	0.6452	0.768	0.8818
0.134	0.0126	0.0001	0	0.9303	0.8584	0	0.0001	0.0273	0.0478	0.6453	0.7954	0.9296
0.118	3.167E-06	0.0644	0	0.9303	0.9228	0	0.1352	7.873E-06	0.00003583	0.7805	0.7954	0.9297
0.102	0.0219	5.953E-07	0	0.9522	0.9228	0	2.272E-06	0.0613	0.0055	0.7805	0.8567	0.9351
0.08	0.0054	0.00003606	0	0.9576	0.9228	0	0.0001	0.0149	0.0227	0.7806	0.8715	0.9578
0.071	0.0118	0.00003988	0	0.9693	0.9229	0	0.0001	0.0331	0.0028	0.7807	0.9046	0.9606
0.068	3.965E-06	0.0312	0	0.9693	0.9541	0	0.0822	0.0000117	0.00004049	0.8629	0.9046	0.9606
0.056	0.0026	0.00002014	0	0.972	0.9541	0	0.0001	0.0075	0.012	0.863	0.9121	0.9727
0.054	0.0071	4.957E-06	0	0.9791	0.9541	0	0.00001568	0.0218	0.0016	0.863	0.9339	0.9743
0.045	0	0.0167	0	0.9791	0.9709	0	0.0467	0	0.00001091	0.9097	0.9339	0.9743
0.043	0.0047	0	0	0.9838	0.9709	0	0.00000142	0.0142	0.001	0.9097	0.9481	0.9753
0.042	0.0015	3.114E-06	0	0.9853	0.9709	0	0.00001268	0.0047	0.007	0.9097	0.9528	0.9823
0.036	0.0033	4.232E-06	0	0.9886	0.9709	0	0.00001424	0.0105	0.0007	0.9097	0.9633	0.983
0.034	0.0008	0.0016	0	0.9894	0.9725	0	0.0047	0.0026	0.0036	0.9144	0.9659	0.9866
0.034	0.0001	0.0081	0	0.9896	0.9806	0	0.0243	0.0004	0.0008	0.9387	0.9663	0.9874
0.031	0.0025	0	0	0.992	0.9806	0	1.396E-06	0.0078	0.0005	0.9387	0.9741	0.9879
0.029	0.0007	0.0001	0	0.9927	0.9806	0	0.0002	0.0023	0.003	0.9388	0.9764	0.991
0.028	0.0019	0.00003045	0	0.9946	0.9807	0	0.0001	0.0061	0.0004	0.9389	0.9825	0.9914
0.027	7.44E-07	0.006	0	0.9946	0.9866	0	0.0182	2.558E-06	0.0001	0.9572	0.9825	0.9914
0.025	0.0016	8.565E-07	0	0.9962	0.9866	0	3.131E-06	0.0052	0.0002	0.9572	0.9877	0.9916
0.025	0.0003	0.00002864	0	0.9966	0.9867	0	0.0001	0.0011	0.0024	0.9573	0.9888	0.994
0.023	0.0011	6.158E-06	0	0.9977	0.9867	0	0.00002069	0.0035	0.0002	0.9573	0.9923	0.9942
0.023	5.885E-07	0.0041	0	0.9977	0.9907	0	0.0128	1.994E-06	0.00001908	0.9701	0.9923	0.9942
0.022	0.0004	2.957E-06	0	0.998	0.9908	0	0.00001127	0.0012	0.0018	0.9701	0.9936	0.996
0.022	0.0007	0	0	0.9987	0.9908	0	0	0.0023	0.0002	0.9701	0.9959	0.9961
0.021	0.0004	1.014E-06	0	0.9991	0.9908	0	3.564E-06	0.0012	0.0001	0.9701	0.9971	0.9962
0.02	0.0001	0	0	0.9992	0.9908	0	1.371E-06	0.0004	0.00002433	0.9701	0.9975	0.9962
0.02	0.0003	0.0000391	0	0.9995	0.9908	0	0.0001	0.001	0.0013	0.9703	0.9984	0.9976
0.019	0	0.0029	0	0.9995	0.9937	0	0.0092	0	0.00004921	0.9794	0.9984	0.9976
0.019	0.0002	9.858E-06	0	0.9997	0.9937	0	0.00003453	0.0007	0.001	0.9795	0.9992	0.9987
0.018	0.0001	0.0001	0	0.9999	0.9938	0	0.0002	0.0005	0.0006	0.9797	0.9997	0.9993
0.017	3.187E-06	0.0021	0	0.9999	0.9959	0	0.0068	0.00001036	0.0001	0.9865	0.9997	0.9994
0.017	0.0001	2.982E-06	0	1	0.9959	0	0.00001058	0.0003	0.0004	0.9865	0.9999	0.9998
0.017	0.00002154	2.215E-06	0	1	0.9959	0	7.575E-06	0.0001	0.0001	0.9865	1	0.9999
0.016	0.00000137	0.0016	0	1	0.9975	0	0.0052	4.463E-06	0.0001	0.9917	1	0.9999
0.015	8.306E-07	0.0012	0	1	0.9987	0	0.0039	2.722E-06	0.00004009	0.9956	1	0.9999
0.014	5.64E-07	0.0008	0	1	0.9994	0	0.0026	0.00000185	0.0000293	0.9982	1	1
0.013	0	0.0004	0	1	0.9999	0	0.0014	0.00000105	0.00001725	0.9996	1	1
0.013	0	0.0001	0	1	1	0	0.0004	0	5.432E-06	1	1	1
0.01	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
0.01	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
0.01	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1

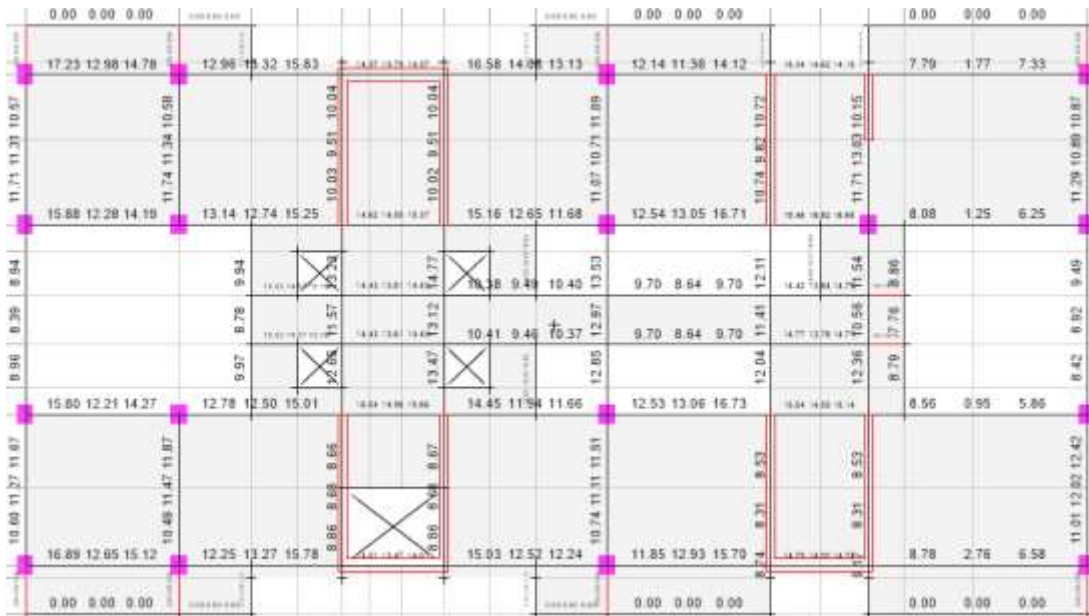
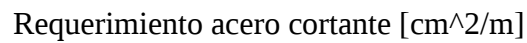
Apéndice C. Cuantías de columna y cuantía de vigas Requerimiento longitudinal para columnas en porcentaje



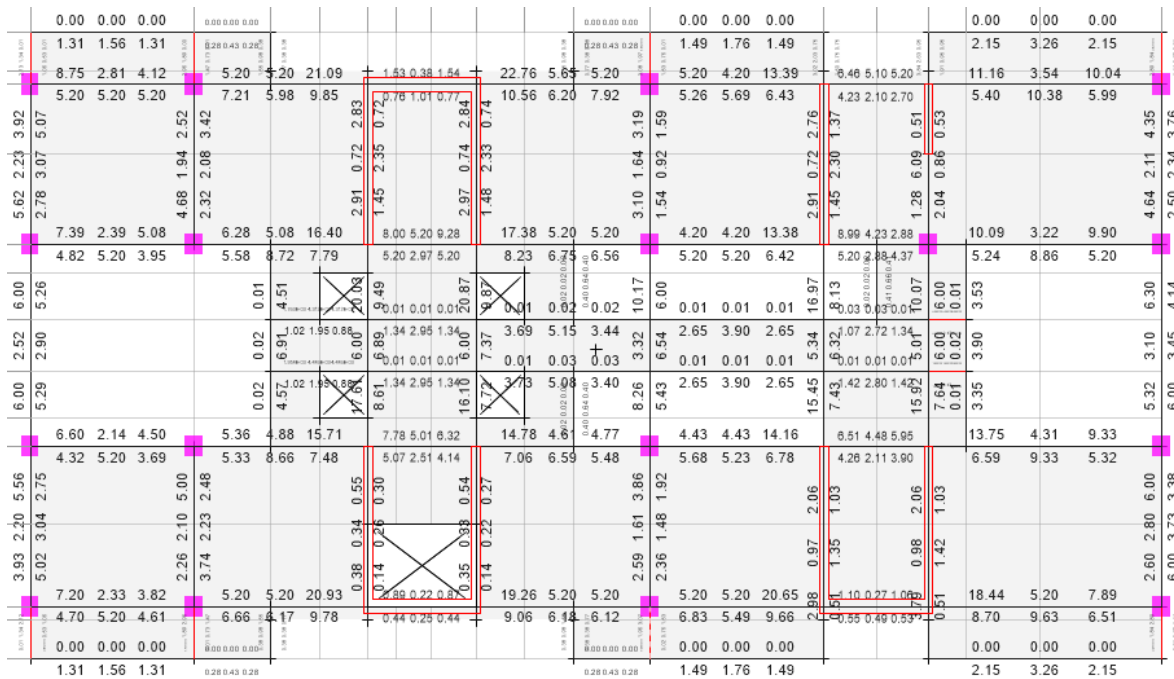
Requerimiento cortante para columnas en porcentaje



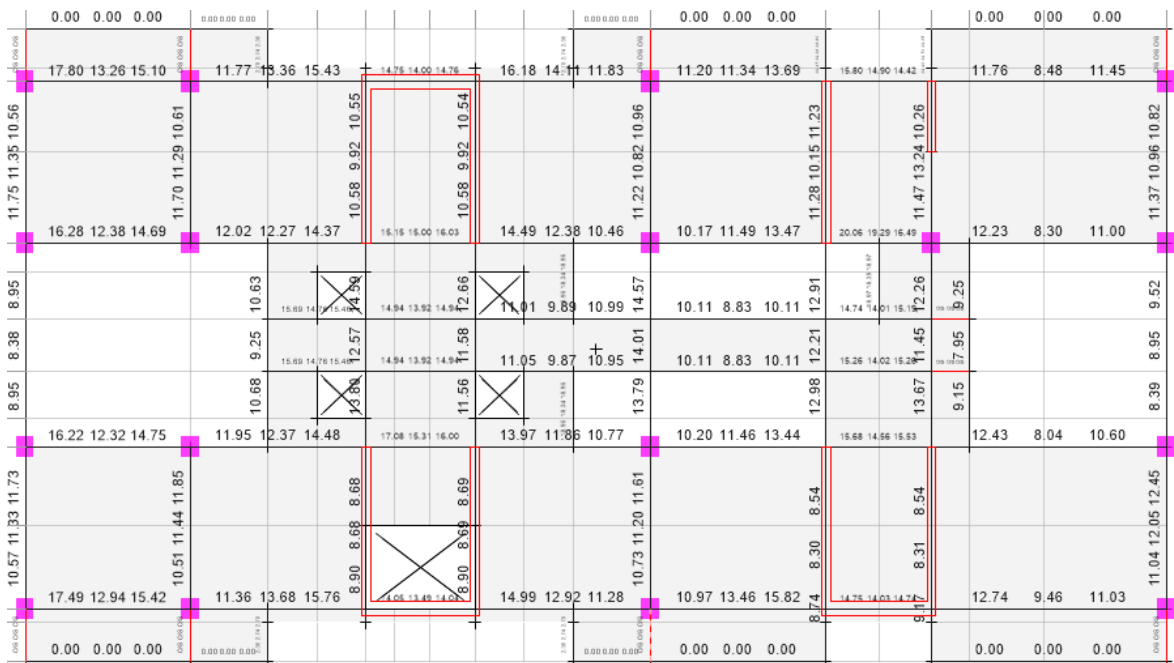
Fuente: Software de elementos finitos.

Requerimiento acero longitudinal [cm²]

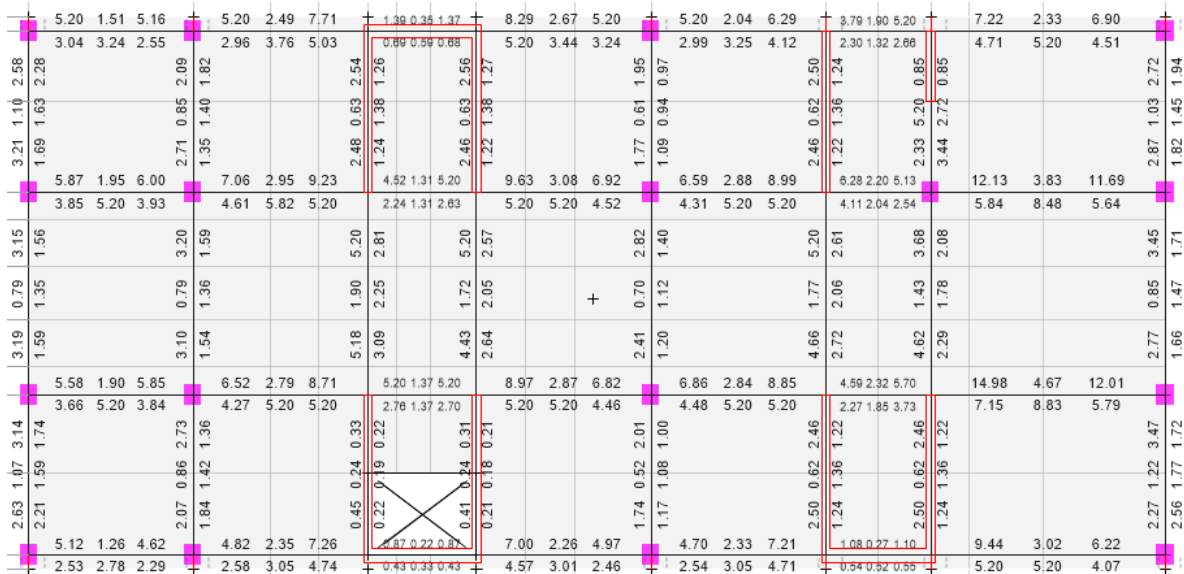
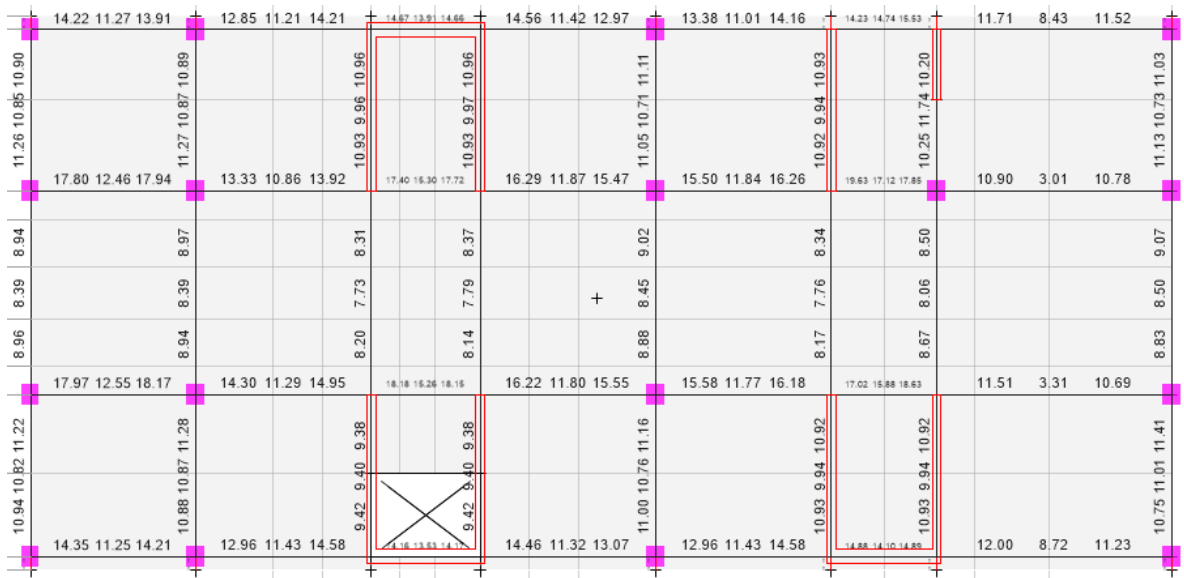
Fuente: Software de elementos finitos.

Requerimiento de acero longitudinal [cm²]

Fuente: Software de elementos finitos.



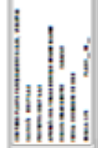
Parqueadero

Requerimiento de acero longitudinal [cm^2]Requerimiento de acero cortante [cm^2/m]

Fuente: Software de elementos finitos.

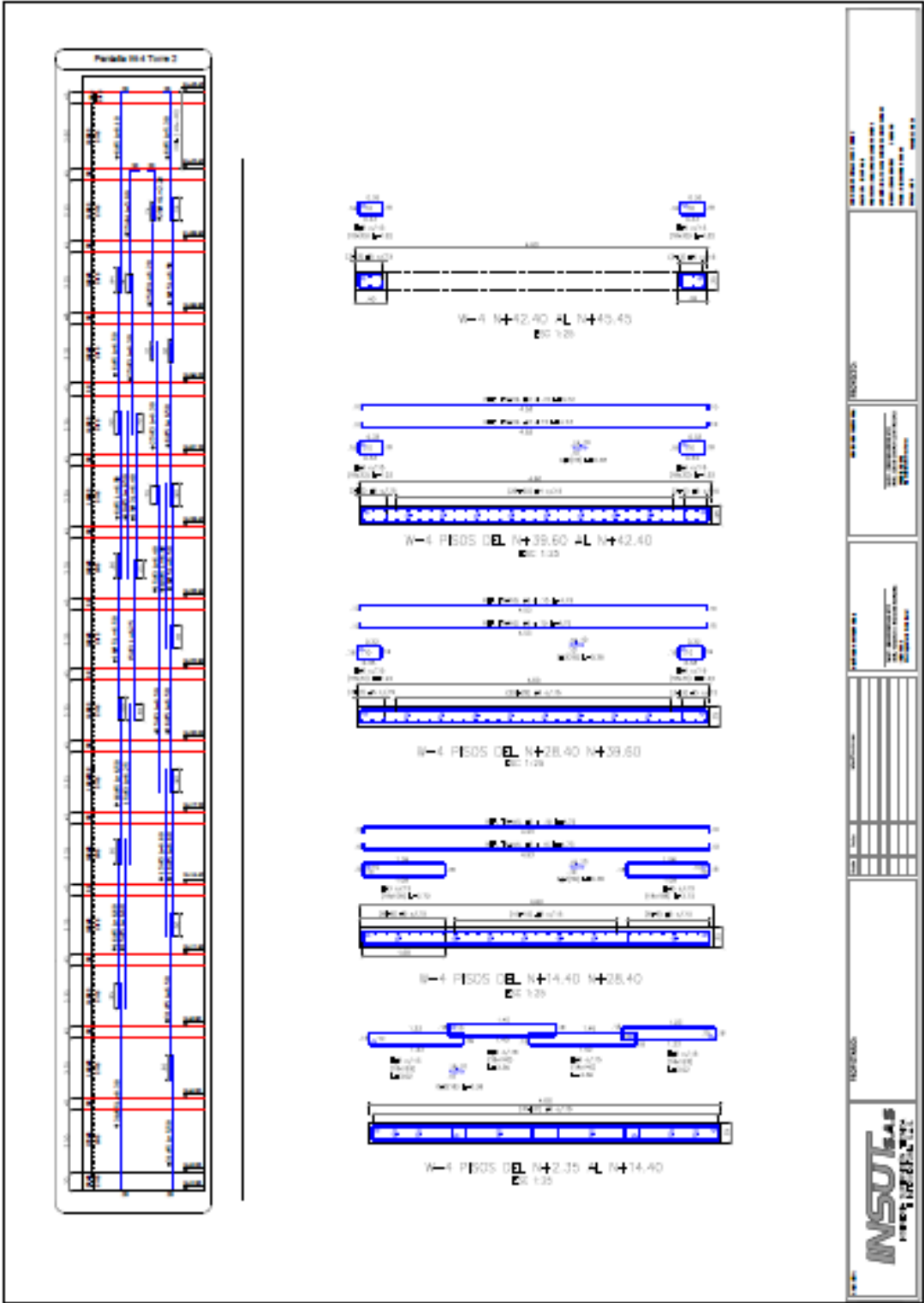
Apéndice D. Planos estructurales y detalles

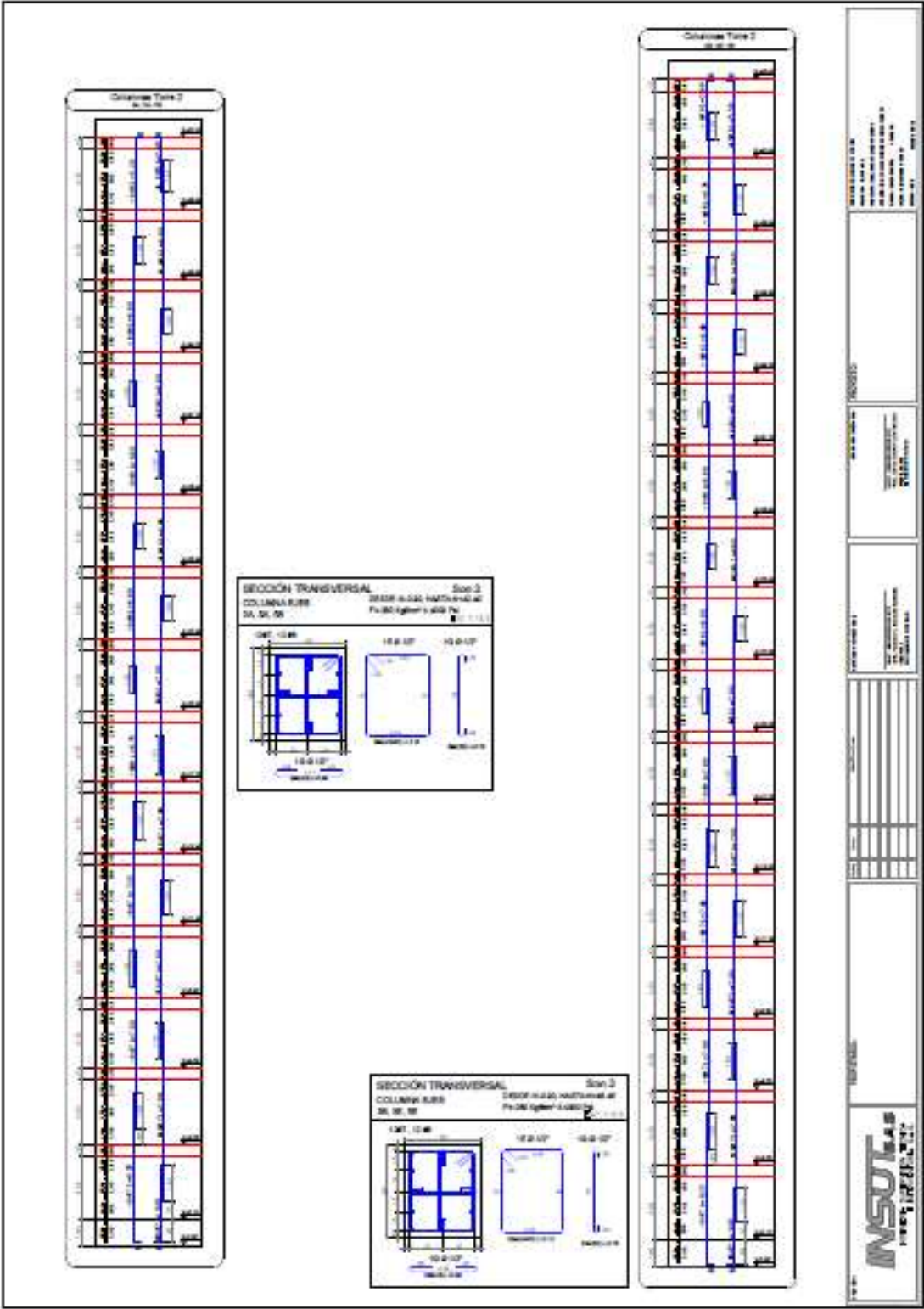


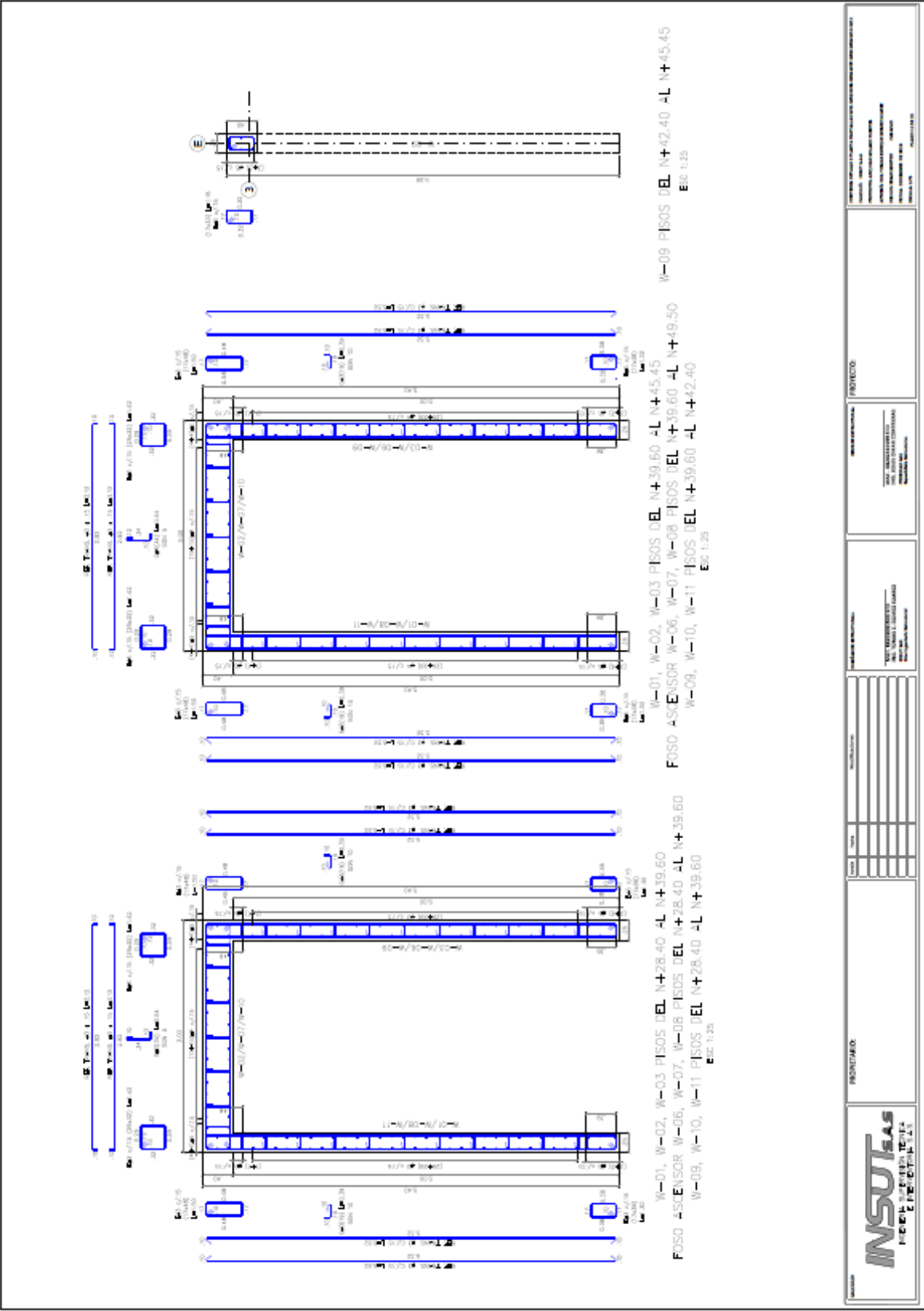












Apéndice E. Cantidades de acero y concreto

El siguiente es el resumen de cantidades de acero de refuerzo requerido para el proyecto de la casa familiar Chacón Gómez ubicada en el municipio de Villavicencio.

CASA FAMILIAR CHACÓN GOMEZ VILLAVICENCIO COLOMBIA ELEMENTO POR ELEMENTO

PÁGINA: 1 de 12

VIGA F2 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[1]		4	5/8"	9.50	59.3	
[2]		2	5/8"	3.75	11.7	
[3]		2	5/8"	3.65	11.4	
[4]		2	5/8"	3.75	11.7	
[5]		64	3/8"	1.08	38.7	

VIGA A2 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[6]		4	5/8"	10.25	64.0	
[7]		2	5/8"	4.50	14.0	
[8]		1	5/8"	3.75	5.8	
[9]		1	5/8"	3.75	5.8	
[10]		72	3/8"	1.08	43.5	

VIGA A1 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[11]		3	5/8"	5.25	24.6	
[12]		3	1/2"	6.50	19.5	
[13]		2	3/4"	2.25	10.1	

[14]		3	1/2"	10.85	32.6	
[15]		1	1/2"	1.75	1.8	
[16]		75	3/8"	1.08	46.0	

VIGA F1 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[17]		2	5/8"	6.75	21.1	
[18]		2	5/8"	8.00	25.0	
[19]		2	5/8"	1.50	4.7	
[20]		2	3/4"	3.00	13.5	
[21]		2	5/8"	8.75	27.3	
[22]		2	5/8"	6.00	18.7	
[23]		1	5/8"	3.50	5.5	
[24]		95	3/8"	1.08	57.5	

VIGA B (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[25]		3	5/8"	6.25	29.2	
[26]		3	5/8"	7.00	32.8	
[27]		2	1/2"	3.50	7.0	
[28]		3	5/8"	8.00	37.4	

[29]		3	5/8"	5.25	24.6	
[30]		91	3/8"	1.08	55.0	

VIGA G (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[31]		3	1/2"	5.75	17.3	
[32]		3	1/2"	9.75	29.3	
[33]		3	1/2"	6.50	19.5	
[34]		3	1/2"	9.50	28.5	
[35]		3	1/2"	11.75	35.3	
[36]		142	3/8"	1.08	85.9	

VIGA C (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[37]		2	5/8"	9.50	29.6	
[38]		2	5/8"	6.00	18.7	
[39]		2	5/8"	10.25	32.0	
[40]		1	5/8"	3.00	4.7	
[41]		4	3/4"	3.50	31.5	
[42]		2	5/8"	11.75	36.7	
[43]		2	5/8"	11.25	35.1	

[44]		2	5/8"	2.75	8.6	
[45]		1	1/2"	3.00	3.0	
[46]		2	3/4"	4.00	18.0	
[47]		169	3/8"	1.08	102.2	

VIGA 1 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[48]		6	1/2"	10.70	64.2	
[49]		83	3/8"	1.08	50.2	

VIGA 2 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[50]		3	1/2"	3.50	10.5	
[51]		3	1/2"	11.25	33.8	
[52]		1	1/2"	2.50	2.5	
[53]		1	1/2"	2.75	2.8	
[54]		3	1/2"	5.25	24.8	
[55]		3	1/2"	5.50	19.5	
[56]		112	3/8"	1.08	67.7	

VIGA 3 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[57]		2	5/8"	10.50	32.8	
[58]		2	5/8"	4.50	14.0	
[59]		3	3/4"	3.50	23.6	
[60]		2	5/8"	2.75	8.6	
[61]		2	5/8"	6.00	18.7	
[62]		2	5/8"	9.00	28.1	
[63]		2	5/8"	6.00	18.7	
[64]		99	3/8"	1.08	52.9	

VIGA 6 (Es 1)

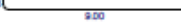
	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[65]		4	5/8"	8.25	51.5	
[66]		2	5/8"	4.00	12.5	
[67]		2	5/8"	3.00	9.4	
[68]		57	3/8"	1.08	34.5	

VIGA 7 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[69]		6	1/2"	8.15	48.9	

[70]		57	3/8"	1.08	34.5	
------	---	----	------	------	------	--

VIGA 9 (Es 1)

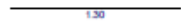
	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[71]		3	5/8"	9.25	43.3	
[72]		3	5/8"	5.50	25.7	
[73]		3	1/2"	5.50	16.5	
[74]		3	1/2"	9.00	27.0	
[75]		99	3/8"	1.08	59.9	

VIGA 8 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[76]		2	1/2"	9.50	19.0	
[77]		3	5/8"	5.00	23.4	
[78]		1	1/2"	8.25	8.3	
[79]		1	1/2"	3.25	3.3	
[80]		2	1/2"	5.50	11.0	
[81]		3	1/2"	8.75	26.3	
[82]		1	1/2"	5.25	5.3	

[83]		93	3/8"	1.08	56.2	
------	---	----	------	------	------	--

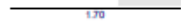
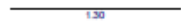
ZAPATA 1 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[84]		104	1/2"	1.30	135.2	

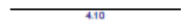
ZAPATA 2 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[85]		96	1/2"	1.60	156.8	

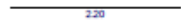
ZAPATA 3 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[86]		8	1/2"	1.70	13.6	
[87]		12	1/2"	1.30	15.6	

ZAPATA 4 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[88]		4	1/2"	4.10	16.4	
[89]		16	1/2"	1.10	17.6	

ZAPATA 5 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[90]		8	1/2"	1.10	8.8	
[91]		4	1/2"	2.20	8.8	

COLUMNAS A3, A5, A8, B2, C1, C2, C7, C8, C9, D1, F6, F7, F9, G1, G3, G7 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
--	----------	----------	--------	----------	------	-------

[92]		128	1/2"	3.90	499.2	
[93]		608	3/8"	1.12	381.3	

COLUMNA G2 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[94]		8	5/8"	4.00	49.9	
[95]		38	3/8"	1.12	23.8	

COLUMNAS A2, F8 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[96]		8	1/2"	3.90	31.2	
[97]		8	5/8"	4.00	49.9	
[98]		76	3/8"	1.12	47.7	

WALL E2 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[99]		14	1/2"	3.90	54.6	

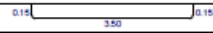
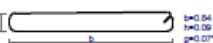
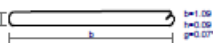
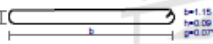
[100]		35	3/8"	2.06	40.4	
-------	--	----	------	------	------	--

WALL B1, E1 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[101]		20	3/8"	3.80	42.6	
[102]		72	3/8"	1.30	52.4	
[103]		72	3/8"	1.70	68.6	

WALL A9 (Es 1)

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[104]		14	3/8"	3.80	29.8	
[105]		36	3/8"	1.80	36.3	
[106]		36	3/8"	2.20	44.4	

WALL C4 (Es 1)						
	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[107]		26	3/8"	3.50	55.3	
[108]		36	3/8"	2.00	40.3	
[109]		36	3/8"	2.50	50.4	
[110]		72	3/8"	2.62	105.6	
VIGUETAS, RIOSTRAS, ELEMENTOS DE BORDE (Es 1)						
	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[111]		65	3/8"	12.00	436.8	
[112]		1161	1/4"	0.42	121.9	
VIGAS CIMENTACIÓN (Es 1)						
	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[113]		65	1/2"	12.00	815.0	
[114]		1244	3/8"	1.05	738.4	
MALLA ELECTROSOLDADA LOSETA CONTRAPISO (Es 1)						
	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[115]		30	M-188	2.25 x 6.00	1198.8	
MALLA ELECTROSOLDADA PLACA AREA (Es 1)						
	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[116]		30	M-131	2.25 x 6.00	831.6	
[117]		1165	3/8"	0.90	587.2	
[118]		32	3/8"	12.00	215.0	
VIGA BORDE 0.2X0.3 (Es 1)						
	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PESO	NOTAS
[119]		4	1/2"	2.50	10.0	
[120]		16	3/8"	0.88	7.9	

RESUMEN DE PESOS BARRAS FIGURADAS

DIAMETRO	Fy (Mpa)	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3/4"	420	43.0	96.8
5/8"	420	662.9	1034.1
1/2"	420	1,492.2	1492.2
3/8"	420	5,686.7	3184.5
1/4"	420	487.6	121.9
TOTAL BARRAS FIGURADAS			5929.5

RESUMEN DE PESOS BARRAS ESTANDAR

DIAMETRO	Fy (Mpa)	LONGITUD (m)	CANTIDAD	PESO (kg)
5/8"	420	6.0	4.0	37.4
1/2"	420	12.0	68.0	816.0
3/8"	420	12.0	97.0	651.8
TOTAL ESTANDAR				1505.2

RESUMEN DE PESOS MALLAS ELECTROSOLDADAS ESPECIALES

MALLA	AREA (m2)	PESO (kg)
M-131	403.7	831.6
M-188	405.0	1198.8
TOTAL MALLAS ESPECIALES		2030.4

PESO TOTAL DEL PEDIDO = 9465.1 kg

Fuente: Software DL-NET.

Cantidades de acero de presfuerzo. Corresponden al proyecto de Edificio de la constructora Grupo Hogar Serrano, de la ciudad de Cúcuta. Su sistema es Postensado no adherido, con torones de media pulgada.

INGENIERÍA SUPERVISIÓN TÉCNICA E INTERVENTORÍA INSUT SAS						
NOMBRE DEL PROYECTO:	EDIFICIO GRUPO HOGAR	UBICACIÓN:	CÚCUTA	PAGINA:	1	
PROPIETARIO:		ELABORA:	INSUT SAS	FECHA:		
UBICACIÓN	SENTIDO	CANTIDAD	DIAMETRO (PULG)	LONGITUD [m]	LONG TOTAL	ANCLAJES
PISO 2, 3, 4, 5, CUB	X	25 TORONES	0.5	9.00	225.00	50
PISO 2, 3, 4, 5, CUB	X	45 TORONES	0.5	19.50	877.50	90
PISO 2, 3, 4, 5, CUB	X	45 TORONES	0.5	19.50	877.50	90
PISO 2, 3, 4, 5, CUB	X	45 TORONES	0.5	19.10	859.50	90
PISO 2, 3, 4, 5, CUB	X	45 TORONES	0.5	19.50	877.50	90
PISO 2, 3, 4, 5, CUB	X	25 TORONES	0.5	9.00	225.00	50
PISO 2, 3, 4, 5, CUB	Y	30 TORONES	0.5	23.80	714.00	60
PISO 2, 3, 4, 5, CUB	Y	20 TORONES	0.5	24.80	496.00	40
PISO 2	Y	2 TORONES	0.5	23.80	47.60	4
PISO 2	Y	4 TORONES	0.5	10.65	42.60	8
PISO 2	Y	2 TORONES	0.5	11.15	22.30	4
PISO 2	Y	4 TORONES	0.5	9.80	39.20	8
PISO 2	Y	2 TORONES	0.5	10.30	20.60	4
PISO 2	Y	2 TORONES	0.5	24.80	49.60	4
PISO 2	Y	4 TORONES	0.5	20.00	80.00	8
PISO 2	Y	4 TORONES	0.5	17.80	71.20	8
PISO 2	Y	2 TORONES	0.5	7.65	15.30	4
PISO 2	Y	6 TORONES	0.5	6.80	40.80	12
PISO 2	Y	2 TORONES	0.5	7.65	15.30	4
PISO 2	Y	6 TORONES	0.5	6.80	40.80	12
PISO 2	Y	4 TORONES	0.5	16.10	64.40	8
PISO 2	Y	4 TORONES	0.5	16.90	67.60	8
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	8 TORONES	0.5	5.55	44.40	16
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	8 TORONES	0.5	5.50	44.00	16
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	8 TORONES	0.5	7.75	62.00	16
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	16 TORONES	0.5	10.65	170.40	32
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	16 TORONES	0.5	9.80	156.80	32
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	8 TORONES	0.5	11.20	89.60	16
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	8 TORONES	0.5	10.30	82.40	16
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	8 TORONES	0.5	24.80	198.40	16
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	16 TORONES	0.5	20.00	320.00	32
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	16 TORONES	0.5	17.80	284.80	32
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	16 TORONES	0.5	7.65	122.40	32
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	48 TORONES	0.5	6.80	326.40	96
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	16 TORONES	0.5	16.10	257.60	32
PISO 3, 4, 5, CUB	Y	16 TORONES	0.5	16.90	270.40	32
CANTIDADES TOTALES				LONGITUD [m]	# DE ANCLAJES	
				8198.90	1072	

Fuente: Hoja de cálculo. Realizó: INSUT SAS.

Cantidades de concreto para el proyecto Casa Familiar Chacón Gómez.

TIPO Y SECCIÓN	NIVEL	VOLUMEN [m³]
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	1.369
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.157
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	1.042
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.498
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.136
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.698
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.203
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.725
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.052
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.53
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.02
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	1.359
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.056
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.842
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.085
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.803
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.085
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.418
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.178
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.197
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.565
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.019
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.587
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.072
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.528
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.056
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.108
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.055
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.674
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.135
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.061
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.86
M_Concrete-Rectangular Beam: Vigas aereas0.3X0.3 m	N+3.5	0.179
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	1.715
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	1.042
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.648
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	2.11
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.608
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.642

TIPO Y SECCIÓN	NIVEL	VOLUMEN [m ³]
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.918
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.895
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.569
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.588
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.998
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.751
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.406
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	1.031
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.743
M_Concrete-Rectangular Beam: Viga cimentación 0.3X0.3 m	N+0.5	0.587
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.22
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.448
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.178
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.448
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.448
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.448
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.684
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.554
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.325
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.329
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.156
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.222
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.225
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.086
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.029
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.148
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.139
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.104
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.156
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.156
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.156
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.156
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.145
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.19
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.19
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.19
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.19
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas 0.3x0.08	N+0.5	0.19
M_Concrete-Rectangular Beam: Riostras 0.3x0.08	N+0.5	0.188
M_Concrete-Rectangular Beam: Riostras 0.3x0.08	N+0.5	0.145

TIPO Y SECCIÓN	NIVEL	VOLUMEN [m ³]
M_Concrete-Rectangular Beam: Riostras 0.3x0.08	N+0.5	0.254
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.167
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.012
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.017
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.157
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.351
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.006
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.006
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.083
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.006
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.006
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.04
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.061
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.069
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.03
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.179
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.005
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.019
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.044
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.086
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.063
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.212
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.109
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.036
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.002
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.009
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.206
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.011
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.055
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.028
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.055
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.008
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.085
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.222
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.151
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.143
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.094
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.267
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.083
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.007
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.013
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.121
M_Concrete-Rectangular Beam: Viguetas aereas viga canal 0.1x0.3	N+3.5	0.054

TIPO Y SECCIÓN	NIVEL	VOLUMEN [m ³]
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.297
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.292
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.292
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.288
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.292
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.292
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.283
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.297
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.283
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.288
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.292
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.297
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.297
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.288
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.294
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.292
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.294
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.295
M_Concrete-Rectangular-Column: 0.3x0.3m	N+0.2	0.286

TIPO Y SECCIÓN	NIVEL	ÁREA [m ²]	VOLUMEN [m ³]
Suelo: Loseta contrapiso 0.06m	N+0.5	299.939	17.996
Suelo: Loseta aerea 0.10m	N+3.2	156.35	15.635

TIPO Y SECCIÓN	ÁREA [m ²]	VOLUMEN [m ³]
Muro básico: WALL 0.15	11.055	1.658
Muro básico: WALL 0.15	3.465	0.52
Muro básico: WALL 0.15	3.3	0.495
Muro básico: WALL 0.15	3.3	0.495
Muro básico: WALL 0.3	2.541	0.762

TIPO Y SECCIÓN	NIVEL	ÁREA [m ²]	VOLUMEN [m ³]
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z1 0.3x1x1 m	N+0.2	1.000	0.300
M_Footing-Rectangular: Z2 0.3x1.3x1.3 m	N+0.2	1.690	0.507
M_Footing-Rectangular: Z2 0.3x1.3x1.3 m	N+0.2	1.690	0.507
M_Footing-Rectangular: Z2 0.3x1.3x1.3 m	N+0.2	1.690	0.507
M_Footing-Rectangular: Z2 0.3x1.3x1.3 m	N+0.2	1.690	0.507
M_Footing-Rectangular: Z2 0.3x1.3x1.3 m	N+0.2	1.690	0.507
M_Footing-Rectangular: Z2 0.3x1.3x1.3 m	N+0.2	1.690	0.507
M_Footing-Rectangular: Z2 0.3x1.3x1.3 m	N+0.2	1.690	0.507
M_Footing-Rectangular: Z3 0.3x1.4x1 m	N+0.2	1.400	0.42
M_Footing-Rectangular: Z3 0.3x1.4x1 m	N+0.2	1.400	0.42
M_Footing-Rectangular: Z4 0.3x3.8x0.8 m	N+0.2	3.040	0.912
M_Footing-Rectangular: Z5 0.3x0.8x1.9 m	N+0.2	1.520	0.456

CANTIDADES DE CONCRETO	
ELEMENTOS	CANTIDAD [m ³]
VIGAS AEREAS, RIOSTRAS, VIGUETAS, VIGAS DE CIMENTACIÓN Y ELEMENTOS DE BORDE	38.634
COLUMNAS	5.539
LOSAS	33.631
MUROS	3.93
CANTIDADES ZAPATAS	9.657
CANTIDAD TOTAL DE CONCRETO	91.391

VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE LÁMINA COLABORANTE O STEEL DECK

DISEÑO DE LÁMINA COLABORANTE (METAL DECK)

DATOS DE ENTRADA

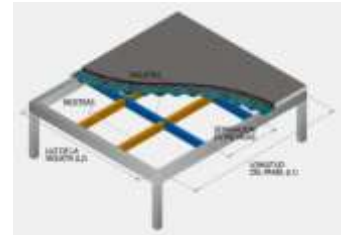
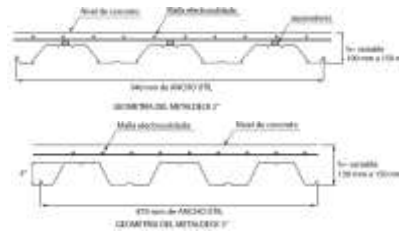
ÍTEM	MAGNITUD
L1 LONGITUD DEL PANEL	5000 [mm]
L2 LONGITUD DE LA VIGUETA	5500 [mm]
GRADO DEL ACERO	40
f'c	21 [MPa]
ALTURA DE LA LÁMINA COLABORANTE	PULG_2
ESPESOR DE LA LÁMINA	0.75 [mm]
CLASIFICACIÓN	RESIDENCIAL
SUBGRUPO DE CLASIFICACIÓN	UNIFAMILIAR
ÁREA TOTAL	UNIDADES>140m2
NÚMERO DE PISOS	4
ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN	E
TIPO DE AGREGADO	SIÚCEO
ESPESOR DEL CONCRETO PROPUESTO	110 [mm]

R_1

II

1.5 h

110 [mm]



EVALUACIÓN DE CARGAS

ÍTEM	MAGNITUD	NORMA
AFINADO PISO	0.102 [Ton/m2]	
PARTICIONES	0.3 [Ton/m2]	
CIELO RASO	0.14 [Ton/m2]	
ILUMINACIÓN	0.1 [Ton/m2]	
INSTALACIONES	0.1 [Ton/m2]	
TOTAL	0.742 [Ton/m2]	

ÍTEM	MAGNITUD	NORMA
PESO TABLERO	0.00757 [Ton/m2]	FICHA TÉCNICA
PESO CONCRETO	0.1968 [Ton/m2]	FICHA TÉCNICA
TOTAL	0.20437 [Ton/m2]	
ÍTEM	MAGNITUD	NORMA
LIVE	0.2 [Ton/m2]	TÍTULO B
TOTAL	0.2 [Ton/m2]	

TOTAL DEAD	1.00844 [Ton/m2]
TOTAL LIVE	0.2 [Ton/m2]
1.4DEAD	1.41181 [Ton/m2]
1.2DEAD+1.6LIVE	1.53012 [Ton/m2]
MÁXIMO	1.53012 [Ton/m2]

WU	1.53 [Ton/m2]
MU	5.323 [Ton.m]

DISEÑO A FLEXIÓN DEL TABLERO METÁLICO Y VIGUETA

SELECCIÓN DE PERFIL PARA LA VIGUETA	
NOMBRE DEL PERFIL	
ÁREA DEL PERFIL	17.84 [cm ²]
ALTURA DEL PERFIL[cm ²]	220 [mm]
ANCHO DE LA ALETA SUP[mm]	110 [mm]
ESPESOR ALETA SUP [mm]	5.5 [mm]
ANCHO ALETA INF[mm]	110 [mm]
ESPESOR ALETA INF[mm]	5.5 [mm]
ALTURA DEL ALMA[mm]	220 [mm]
ESPESOR DEL ALMA[mm]	5.5 [mm]
Zx[cm ³]	1019
Zy[cm ³]	191
Ix[cm ⁴]	16270
Iy[cm ⁴]	1043
Sx[cm ³]	904
Sy[cm ³]	123
PESO[kg/m]	57.1 [kg/m]
GRADO	50
Fy[Mpa]	350 [Mpa]

220 [mm]

SEPARACIÓN ENTREVIGUETAS
0.92 [m]

1.84 [m]

CHEQUEO RIOSTRA
COLOQUE RIOSTRA A L/2

3.3 [m]

DEAD VIGUETA		
ÍTEM	MAGNITUD	NORMA
PESO PERFIL	0.062065217 [Ton/m2]	FICHA TÉCNICA
TOTAL	0.062065217 [Ton/m2]	

ALTURA DE LA LÁMINA METÁLICA	hr=	50 [mm]
TOMANDO UN ESPESOR DE CONCRETO DE	tp=	60 [mm]
Y UN ANCHO EFECTIVO DE	be=	920 [mm]
DESPEJANDO A DEL BLOQUE DE CONCRETO A	a=	38.02 [mm]
DISTANCIA DE LA FUERZA A COMPRESIÓN AL	y0=	80 [mm]
MOMENTO NOMINAL DESDE EJE NEUTRO	MA=	15 [Ton.m]
MOMENTO NOMINAL DESDE FUERZA DEL PERF	MB=	19 [Ton.m]
FACTOR DE REDUCCIÓN	φ=	0.9
MOMENTO NOMINAL	φ*MN=	13 [Ton.m]

a= 60 [mm]

OK ES MAYOR QUE MU

DISEÑO DE LOS CONECTORES

SE UTILIZAN ESPIGOS DE Ø 3/4" Y 3.5" DE ALTURA

$$Qn = 0.5 * Asc * \sqrt{f'c * Ec} \leq Rg * Rp * Asc * Fu$$

F.2.9.8.2.1

CHEQUEOS DE DIMENSIÓN			
CHEQUEO	VALOR ESCOGIDO	VALOR DE COMPARACIÓN	CONCLUSIÓN
CHEQUEO DE POSICIONAMINETO DEL ESPIGO DENTRO O FUERA DEL ALMA	5.5 [mm]	7.6 [mm]	COLOQUE CONECTOR EN EL ALMA
CHEQUEO DE POSICIONAMINETO DEL ESPIGO EN EL CONCRETO	88 [mm]	88 [mm]	OK
RECUBRIMIENTO	22 [mm]	12 [mm]	OK

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL CONECTOR EN LA VIGUETA	
PARÁMETRO	MAGNITUD
Asc[mm2]	287 [mm2]
f'c[MPa]	21 [MPa]
Econcreto[MPa]	17872.04521 [MPa]
NÚMERO DE CONECTORES	1
Rg	1
Rp	0.6
Fu	450 [MPa]
Fy	350 [MPa]

DISEÑO CONECTOR EN LA VIGUETA		
QN[Ton]	Rg*Rp*Asc*Fu	CONCLUSI
8.79121043 [Ton]	7.749 [Ton]	VERIFICA

DISEÑO DE LA CANTIDAD DE CONECTORES REQUERIDA	
APLASTAMIENTO DEL CONCRETO	98.532 [Ton]
FLUENCIA DE LA SECCION DE ACERO	62.44 [Ton]
RESISTENCIA DE LOS CONECTORES	48.35165737 [Ton]
CONECTORES REQUERIDOS	13

Coloque 17 conectores 1 por cada valla

ok

CHEQUEO DE ESTRIBOS PARA COLUMNA DES DMI DMO

CHEQUEO DE ESTRIBOS PARA COLUMNAS DES-DMO-DMI

DATOS DE ENTRADA	
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	DES
f'_c	210.00 Kg/cm ²
F_y	4200.00 Kg/cm ²
ALTURA LIBRE DE ENTREPISO	2.70 m
ANCHO COLUMNA	30.00 cm
LARGO COLUMNA	80.00 cm
# BARRA LONGITUDINAL MAYOR	4
RECUBRIMIENTO	4.00 cm
# BARRA DEL ESTRIBO	4
SEPARACIÓN DE ESTRIBOS	7.50 cm

CHEQUEO ESTRIBOS EN LOS NODOS

$$A_v \geq \frac{0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq \frac{0.35 \cdot b_w \cdot s}{3 \cdot f_{yt}}$$

CHEQUEO ESTRIBOS EN DMO

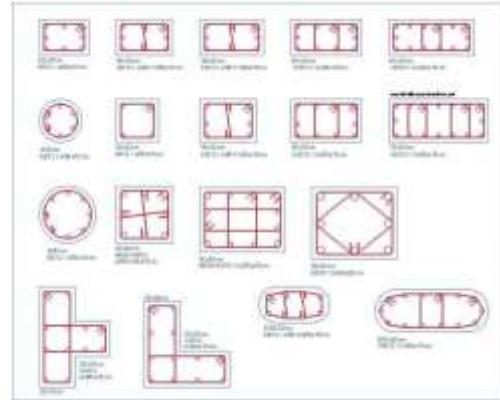
$$A_v \geq \frac{0.020 \cdot b_w \cdot s \cdot f'_c}{f_{yt}} \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \geq \frac{0.06 \cdot b_w \cdot s \cdot f'_c}{f_{yt}}$$

CHEQUEO ESTRIBOS EN DES

$$A_v \geq \frac{0.030 \cdot b_w \cdot s \cdot f'_c}{f_{yt}} \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \geq \frac{0.09 \cdot b_w \cdot s \cdot f'_c}{f_{yt}}$$

RECOMENDACIÓN

7.5



PARÁMETROS PARA EL CHEQUEO		
PARÁMETRO	LADO MENOR	LADO MAYOR
ZONA CONFINADA	90.00 cm	
A_g	2400.00 cm ²	
A_{ch}	1584.00 cm ²	
ÁREA DEL ESTRIBO	1.27 cm	
h_c	22.00 cm	72.00 cm

CHEQUEO DE ESTRIBOS				
ESTRIBOS EN NODOS				
PARÁMETRO	ÁREA REQUERIDA LADO MENOR	ÁREA REQUERIDA LADO MAYOR	DECISIÓN	
CASO 1	0.035296853	0.115516975	OK	
CASO 2	0.004583333	0.015	OK	
ESTRIBOS EN ZONA CONFINADA DES				
PARÁMETRO	ÁREA REQUERIDA LADO MENOR	ÁREA REQUERIDA LADO MAYOR	RAMAS REQUERIDAS	DECISIÓN
ASH CASO 1	0.1275	0.417272727	0.329399304	COLOQUE 2 RAMAS
ASH CASO 2	0.7425	2.43	1.918266535	