

**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO  
RESIDENCIAL *CONDOMINIO MONSERRAT*.**



**PRESENTADO POR:  
LYDA PATRICIA ORDOÑEZ URIBE.  
100413011416.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA.  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL.  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS.  
POPAYÁN, CAUCA.  
2018**

**INFORME FINAL PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**



**PRESENTADO POR:  
LYDA PATRICA ORDOÑEZ URIBE.  
100413010531**

**JEFE DE DEPARTAMENTO:  
ING. CARLOS ARIEL HURTADO.**

**DIRECTOR DE PASANTÍA:  
ING. MARIA VICTORIA MONDRAGON MACA.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA.  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL.  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURA.  
POPAYÁN, CAUCA.  
2018.**

## **Nota De Aceptación**

El director y el jurado han evaluado este documento, y han escuchado la sustentación realizada y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante para que desarrolle las gestiones correspondientes para optar por el título de ingeniero civil.

---

**Firma del Jurado.**

---

**Firma del Director.**

## **Agradecimientos**

*Agradezco a DIOS por cada una de los conocimientos adquiridos durante mi carrera, a mis padres Milvia Uribe y Abel Ordoñez, a mis hermanos Alexander Ordoñez ,Lucia Ordoñez y Andrea Ordoñez , a mi sobrino Alejandro Barrera, a cada uno de ellos por estar siempre a mi lado brindándome su amor y apoyo en cada uno de los momentos de mi carrera. Por ser el pilar en mis momentos de debilidad y mi motivación para alcanzar mi título profesional.*

*A mis amigos y compañeros presentes durante los procesos de formación, por cada uno de los momentos compartidos, por haberme permitido aprender y disfrutar de cada uno de ellos.*

*Agradezco a cada uno de los docentes de la universidad del cauca por los conocimientos y experiencias que me brindaron durante el desarrollo de mi carrera, a ustedes mis más sinceros agradecimientos por hacer de nosotros profesionales éticos y responsables.*

*A los ingenieros Andrea Rosero, Orlando Vásquez, a la inspectora Liliana Pérez y a cada una de las personas que trabajan en la construcción del CONDIMINIO MONSERRAT, por permitirme realizar mi trabajo de grado en aquel proyecto y por compartir sus juicos, muchas gracias por haberme ayudado a fortalecer mis habilidades.*

## Índice.

1. INTRODUCCIÓN.	9
2. JUSTIFICACIÓN.	10
3. OBJETIVOS.	11
3.1. O OBJETIVO GENERAL.	11
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.	11
4. ANTECEDENTES.	12
5. EMPRESA RECEPTORA.	15
6. MUROS DELGADOS.	17
7. DETALLES ESTRUCTURALES.	21
8. ACTIVIDADES DIARIAS.	37
9. PROBLEMAS A LA HORA DE CONSTRUIR Y EL PUNTO CRITICO.	42
10. INFORMES.	50
11. CONTROL DE MATERIALES.	51
12. CONCLUSIONES.	52
13. REFERENCIAS.	54
14. ANEXOS.	55

## Lista De Figuras

<b>Figura 1:</b> Mapa de procesos. Fuente: constructora Adriana Rivera. ....	15
<b>Figura 2:</b> Corte V1-V1 y V2-V2 Fuente: Constructora Adriana Rivera. ....	25
<b>Figura 3:</b> Corte V3-V3 y V4-V4. Fuente: Adriana Rivera. ....	25
<b>Figura 4:</b> Escalera auxiliar. Fuente: Adriana Rivera. ....	26
<b>Figura 5:</b> Escalera principal. Fuente: Adriana Rivera. ....	26
<b>Figura 6:</b> Parte de la Habitación principal y habitación 2. Fuente: Adriana Rivera.....	27
<b>Figura 7:</b> Parte del baño principal, corredor y habitación 3. Fuente: Adriana Rivera.....	27
<b>Figura 8:</b> Parte del baño principal, habitación 3 y cocina. Fuente: Adriana Rivera.....	27
<b>Figura 9:</b> Parte de la cocina y salida del apartamento. Fuente: Adriana Rivera.....	28
<b>Figura 10:</b> Muro de gradas auxiliares. Fuente: Adriana Rivera.....	28
<b>Figura 11:</b> Grada principal y ascensor. Fuente: Adriana Rivera.....	29
<b>Figura 12:</b> Parte de la Habitación principal y habitación 2. Fuente: Adriana Rivera.....	29
<b>Figura 13:</b> Habitación 3. Cocina, baño principal y social. Fuente: Adriana Rivera.....	30
<b>Figura 14:</b> Parte de la sala y salida del apartamento. Fuente: Adriana Rivera .....	30
<b>Figura 15:</b> Grada auxiliar. Fuente: Adriana Rivera. ....	31
<b>Figura 16:</b> Grada principal y ascensor. Fuente: Adriana Rivera.....	31
<b>Figura 17:</b> Dirección horizontal. Fuente: Constructora Adriana Rivera. ....	32
<b>Figura 18:</b> Dirección vertical. Fuente: Constructora Adriana Rivera.....	32
<b>Figura 19:</b> Losa de entepiso. Fuente: Constructora Adriana Rivera. ....	33
<b>Figura 20:</b> Peldaños y ancho de escaleras principales. Fuente: Constructora Adriana Rivera....	34
<b>Figura 21:</b> Peldaños y ancho de escaleras principales. Fuente: Constructora Adriana Rivera. ...	34
<b>Figura 22:</b> Viga de la escalera. Fuente: Constructora Adriana Rivera. ....	35
<b>Figura 23:</b> Negativos y tubería hidráulica. ....	36

## Lista de fotografías

<b>Fotografía 1:</b> Espacio entre el acero y la formaleta. Fuente: autor. ....	22
<b>Fotografía 2:</b> Instalación del acero. Fuente: autor. ....	24
<b>Fotografía 3:</b> Separadores. Fuente: autor. ....	33
<b>Fotografía 4:</b> Tubería para cableado eléctrico. Fuente: autor. ....	36
<b>Fotografía 5:</b> Tubería. ....	36
<b>Fotografía 6:</b> Cimbrado. Fuente: autor. ....	37
<b>Fotografía 7:</b> formaleta. Fuente: autor. ....	38
<b>Fotografía 8:</b> Espacio entre el acero y formaleta. Fuente: autor. ....	39
<b>Fotografía 9:</b> instalación de tubería y acero en la losa. Fuente: autor. ....	40
<b>Fotografía 10:</b> fundición. Fuente: autor. ....	41
<b>Fotografía 11:</b> Numeración de muros. Fuente: autor. ....	42
<b>Fotografía 12:</b> Ventana de muro social. Fuente: autor. ....	43
<b>Fotografía 13:</b> Muro 5-balcon. Fuente: autor. ....	44
<b>Fotografía 14:</b> Losa de entrepiso parte inferior y superior. Fuente: autor. ....	45
<b>Fotografía 15:</b> Unión vigas-losa de entrepiso. Fuente: autor. ....	45
<b>Fotografía 16:</b> Muro 30- losa de entrepiso. Fuente: autor. ....	46
<b>Fotografía 17:</b> Vacio en el Muro 11. Fuente: autor. ....	47
<b>Fotografía 18:</b> Arreglo muro 22. Fuente: autor. ....	47
<b>Fotografía 19:</b> Torre D en construcción. Fuente: autor. ....	50
<b>Fotografía 20:</b> Muestras seleccionadas para ensayo de resistencia y resultados. Fuente: autor. ....	51

## Lista De Tablas

Acero de Muros en dirección horizontales-estribos.-----	22
Acero de muros en dirección horizontales-----	23
Acero muros en dirección vertical- estribos.-----	23
Acero de muros en dirección vertical-----	24

## 1. Introducción

Es la ingeniería civil una disciplina que contiene conocimientos básicos y fundamentales, para un adecuado desarrollo del diseño, ejecución, mantenimiento y modificación de obras de carácter civil, que ayudan al desarrollo y progreso de un país y una civilización, es por ello, que la adecuada adquisición de los conocimientos en la academia, es tan importante así como su aplicación en la vida diaria, por lo que la práctica académica hace parte de un proceso de formación indispensable en la vida de un ingeniero, permitiendo adquirir destrezas y experiencia en el campo.

De acuerdo al planteamiento anterior, el siguiente trabajo de grado, modalidad pasantía, se realiza con el fin de complementar la formación académica en el campo de las construcción, teniendo en cuenta los parámetros aprendidos como recubrimiento del acero, cantidades de concreto, adecuación de los aceros, entre otros. Además de buscar que el pasante obtenga la experiencia y destreza que necesita para un futuro desempeño profesional.

La práctica de campo se realizó en la empresa **CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA ADRIANA RIVERA S.A.S**, ubicada en la ciudad de Popayán donde el pasante participo dando acompañamiento al ingeniero de la obra, evaluando y ejecutando los procesos constructivos y administrativos y control de calidad de los materiales que se adelantaron en el proyecto denominado: **CONDominio MONSERRAT**.

## 2. Justificación

El objetivo de todo ingeniero civil es transformar el entorno de manera favorable para suplir necesidades esenciales en términos de infraestructura; es por ello que cualquier rama seleccionada dentro de esta área, debe ser ejercida en un entorno social, cultural y económico.

El trabajo de grado modalidad pasantía permitió al estudiante complementar su formación académica por medio de la práctica de diversas actividades que conllevaron a la construcción de una obra civil, en este caso la unidad de vivienda *CONDominio MONSERRAT*, proyecto que pertenece a la **CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA ADRIANA RIVERA S.A.S.**, donde el pasante logro realizar su práctica y ampliar las habilidades adquiridas, llegando así a desarrollar un correcto funcionamiento de los procesos de construcción que se realizan en la ejecución de una obra , siendo así estas actividades una contribución a la formación profesional.

### 3. Objetivos

#### 3.1. Objetivo General

Conocer el del sistema de muros delgados y considerar los posibles imprevistos que se presenten durante su ejecución.

#### 3.2. Objetivos Específicos.

- ✓ Entender y emplear las especificaciones de las normativas aplicables en el desarrollo de la obra.
- ✓ Llevar el control de calidad del concreto.
- ✓ Informar a la empresa oportunamente acerca de daños, falta de suministros, posibles deficiencias en: materiales estructurales, procesos constructivos, equipos, mano de obra o cualquier otro factor que pueda afectar la construcción, y vigilar que se tomen los debidos correctivos.
- ✓ Elaborar informes mensuales del avance de la obra y las labores realizadas por el contratista.
- ✓ Aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso académico desarrollado en la Universidad del Cauca.

#### **4. Antecedentes**

La **INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA ADRIANA RIVERA S.A.S**, es una empresa de la capital caucana fundada en el año 2001 vinculada inicialmente al campo inmobiliario. Dado el auge de la población urbana de los últimos años, esta empresa comenzó su incursión en el sector de la construcción desde el año 2012. Desde entonces ha ido desarrollando proyectos de vivienda con excelente calidad, y gracias a su trabajo, ha dado la oportunidad a jóvenes universitarios de desarrollar su práctica de pasantía, los cuales tienen la oportunidad de llevar al campo lo aprendido durante la formación académica.

#### **Descripción de la obra:**

##### **Localización del proyecto**

El proyecto “CONDominio MONSERRAT” se encuentra ubicado en el municipio de Popayán, vía al Bosque: transversal 9 norte # 56N – 78. El proyecto se encuentra ubicado en la zona norte de la ciudad la cual actualmente cuenta con un crecimiento comercial importante. Cerca al lote se pueden encontrar otros conjuntos residenciales, centros comerciales, escenarios deportivos, entre otros.

### ***Especificaciones generales de obra.***

El proyecto consta de 5 torres de 10 pisos cada una, 4 apartamentos por piso dando un total de 200 apartamentos. Las torres cuentan con parqueaderos privados y parqueaderos para visitantes. Adicionalmente, cuenta con un salón social, piscina de niños y adultos, zona comercial, 64 casas de 2 pisos.

Hasta la fecha ya se han construido cuatro torres A, B, C y D, en la torre D se encuentran realizando los acabados.

El proyecto “Condominio Monserrat” tendrá dos accesos vehiculares, uno de ellos sobre la variante norte, el cual tendrá la total supervisión del instituto nacional de vías INVIAS, debido a la importancia que reviste la conexión a una vía de tránsito rápido como lo es la variante norte de la ciudad de Popayán y el segundo acceso será sobre la vía al bosque, en carácter complementario.

Los apartamentos están conformados por 3 alcobas, sala, comedor, cocina, 1 baño en la alcoba principal, 1 baño social y patio de ropas; conformando un área de 63.2 m<sup>2</sup> netos y un área habitable de 56.3 m<sup>2</sup>. Todos los apartamentos contarán con servicios de acueducto, alcantarillado, red eléctrica y red de gas domiciliario.

La fecha de inicio de la construcción de las torres inició con el pilotaje de la torre A en abril de 2015, y se terminó en enero de 2016, en el año 2017 se realizó la construcción de la torre B y C, a finales del año 2017 iniciaron la construcción de la torre D, terminando la cimentación de esta

torre el 29 de enero de 2018 e iniciando fundición de apartamentos el 30 de enero del presente año y terminando este proceso de fundición en el mes de abril. Siendo esta la parte donde se desarrollo mi pasantía.

### *Especificaciones técnicas.*

El sistema estructural que se desarrollo correspondía a MUROS DE CONCRETO REFORZADO RESISTENTE A MOMENTO(sistema de muros industrializado), este consiste en pantallas de concreto reforzado en ambas direcciones con un espesor de 0.10 m y una altura de 2.40 m, además se utilizaba una losa maciza de entrepiso de 0.10 m de espesor. Las cuales aportaban rigidez y resistencia necesarias para cumplir con las solicitaciones y los requerimientos del código NSR-10.

Mientras que para la cimentación se utilizaron 116 pilotes de 26.5 m de profundidad, dos tipos de vigas de cimentación, siendo Z1 igual a 0.50x0.50 y Z2 igual a 0.30x0.50 y una losa de cimentación de 0.25 m de espesor.

Los materiales que se utilizaron durante la ejecución de la obra reunían las siguientes características:

El concreto que se utilizaba era industrializado, este presentaba un asentamiento de  $9\pm 1$  pulgadas, el agregado que lo componía era de  $\frac{1}{2}$  pulgada. Su resistencia era de 3000 PSI o 21 MPa.

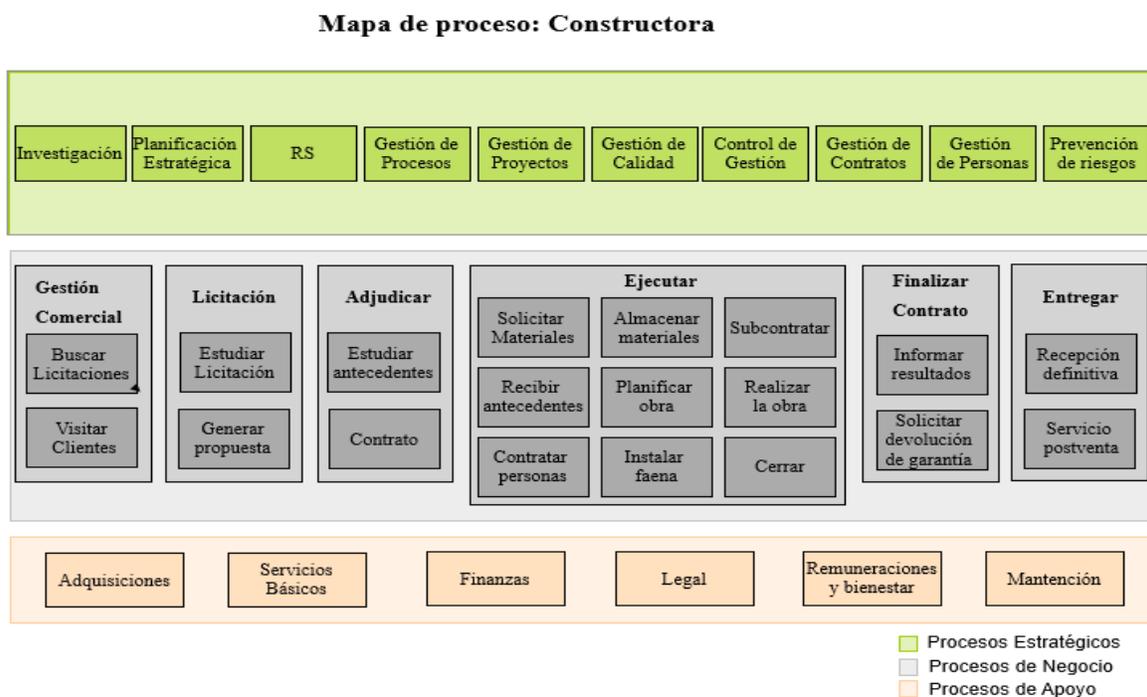
El acero presentaba una resistencia de 420 MPa o grado 60.

## 5. Empresa Receptora



Respecto a la Visión y Misión de la empresa Inmobiliaria Y Constructora Adriana Rivera S.A.S, aún no se encuentran bien definidas, más allá de su gran capacidad para ejecutar proyectos de construcción de viviendas y de su trabajo como inmobiliaria estas están en construcción.

### Mapa de Procesos Inmobiliaria y Constructora Adriana Rivera



**Figura 1:** Mapa de procesos. Fuente: constructora Adriana Rivera.

***Director de pasantía.***

Ingeniera María Victoria Mondragón Maca. Docente del Departamento de Estructuras de la Universidad del Cauca.

***Tutor por parte de la entidad receptora.***

Andrea Yessenia Rosero. Ingeniera Residente de Obra Monserrat

Jesús Orlando Vásquez. Director De Obra Monserrat.

***Duración de la pasantía.***

La modalidad de pasantía tiene una duración de 576 horas, de acuerdo a lo especificado en la resolución FIC-820 de 2014, para aspirar a obtener el título profesional como Ingeniero Civil, tiempo que fue cumplido y desarrollado desde el 1 de febrero de 2018 hasta el 31 de mayo del mismo año, participando en la construcción de la torre D.

## 6. Muros Delgados

**Muro:** Elemento que permite la separación o encerramiento de un espacio determinado. (NSR-10,2010.p22).

**Muro estructural:** Elemento diseñado para resistir combinaciones de fuerzas axiales, cortantes, momentos y cargas laterales. (NSR-10,2010.p293)

### Muros delgados

Los muros delgados o de ductilidad limitada se caracterizan por tener un espesor de 10 cm a 15 cm y un refuerzo que puede estar dado por una malla electro-soldada o acero convencionales, estos normalmente se unen unos a otros muros monolíticamente en forma perpendicular, además requieren de un concreto de alta fluidez, en este caso asentamientos de  $9 \pm 1$  pulgadas, o también llamado un concreto industrial. (ARTETA& BLANCO, 2017).

### Sistema de muros delgados.

Es un sistema estructural donde se presentan una resistencia a las cargas de gravedad y a las fuerzas laterales de las cargas sísmicas, siendo está aportada por los muros de concreto armado impedidos para desarrollar desplazamiento elásticos considerables. Estos tienen

espesores reducidos (10 -15 cm), como se nombra anteriormente, algunas investigaciones afirman que este sistema prescinden de extremos confinados ya que en los extremos no es posible tener un área de confinamiento con estribos, esto debido al poco espacio del muro, presentando así un refuerzo vertical en una sola línea. El sistema de piso se encuentra en losa maciza o aligerada que desempeñan una función de diafragma rígido. (Zavaleta, 2009).

La NSR-10 especifica en el título C los diferentes esfuerzos de compresión en los muros estructurales que marcan los límites para utilizar los elementos de bordes. Además la resolución 017 del 04 de diciembre de 2017 expone que los elementos de borde en muros delgados son muy difíciles de instalar, sin antes no realizar un ensanchamiento de muro para un modelo estructural con una disipación de energía moderada y especial, en este caso se presenta un diseño con disipación de energía especial. Teniendo en cuenta que estos se instalan cuando se esperan fuerzas de compresión altas. (Resolución 017,2017).

### ***Ventajas.***

Este sistema plantea ventajas de plazo, economía, arquitectónica y social. Este fomenta la utilización del concreto premezclado, la formaleta metálica o en aluminio y la malla electrosoldada que permiten una optimización de tiempo. Además de reducir costos en la obra, ya que al ser más delgados requieren menos materiales y al ser más rápido reduce la mano de obra. (BLANCO, Sin fecha).

En la parte arquitectónica permite diseñar módulos típicos y adicionalmente entrega acabados que requieren tratamientos superficiales. En cuanto a lo social el costo final de este sistema será menor comparado con el tradicional, impulsando así la oportunidad de tener vivienda propia. (Vargas & Terrazos, 2016)

### ***Desventajas.***

Debido al pequeño espesor de estos muros, se presentan dificultades donde no es posible que sus extremos se confinen con estribos a corto espaciamiento. La reducida dimensión del espesor produce una zona de congestión entre el refuerzo y la tubería, influyendo este campo en una mala distribución del concreto, permitiendo así la formación de “hormigueros” o segregación de concreto trayendo consigo una disminución en la resistencia del sistema. (San Bartolomé & Rios, 2013).

Desde el punto arquitectónico este sistema produce deficiencias acústicas y térmicas, ya que el espesor no aísla adecuadamente el ruido de los ambientes cercanos ni trabaja como una buena reclusión térmica, afectando así la comodidad de los habitantes. En el entorno social este sistema no es flexible ante la modificación o ampliación de espacios sin un estudio previo debido a que todos los elementos son estructurales. (Vargas & Terrazos, 2016).

### ***Consideraciones.***

Las consideraciones a tener en cuenta en los MUROS DELGADOS son los materiales, ya que por su espesor se deben utilizar aquellos que garanticen una buena y amplia fluidez del concreto

El tipo de acero que generalmente utilizan son las mallas electrosoldadas con una dimensión adecuada que le permita alcanzar un recubrimiento y la resistencia definida, la malla se utiliza en la construcción de toda la edificación. Para el concreto se debe tener en cuenta el tamaño del agregado, ya que si su tamaño es considerable este puede formar obstrucciones en los muros a la hora de fundir, además se debe tener en cuenta que el concreto debe presentar fluidez a la hora de fundir, sin que esta característica disminuya la resistencia de diseño, normalmente el concreto que utilizan es premezclado y puede llevar un fluidificante. (Vargas & Terrazos ,2016).

## 7. Detalles Estructurales

La cantidad de acero que se requirió para la construcción de la torre fue de aproximadamente 4.93 kg/m<sup>2</sup>, siendo este de grado 60 o 420 MPa, y la cantidad de concreto que se requirió para la construcción de la torre fue de aproximadamente 896 m<sup>3</sup>, concreto plásticos industrializado con una asentamiento de 9±1 In.

### Recubrimiento

Los recubrimientos mínimos que se permiten en los MUROS DELGADOS es de 4 cm (NSR-10,2010.p c97). Durante la ejecución de la obra se presentaban recubrimientos en los muros de 4.5 cm en zonas donde solo se encontraba malla electrosoldada, en este caso de con un diámetro de 8 mm, mientras que en las zonas donde se encontraban los flejes y refuerzos verticales se observó espacios de 3.5 - 4 cm. En las losas de entrepiso se determinaban aproximadamente 5cm de recubrimiento. En la fotografía 1 se evidencia lo dicho anteriormente.



**Fotografía 1:** Espacio entre el acero y la formaleta. Fuente: autor.

### *Separación de aceros.*

Las especificaciones de los aceros en el momento de la construcción se muestran en las siguientes tablas, en ellas se puede apreciar el diámetro y separación de las mismas.

Tabla 1.

#### *Acero de Muros en dirección horizontales-estribos.*

N° muro	Diámetro N°	longitud (m)		Separación (m)
		estribo 1	estribo 2	
1	3	1.71	1.2	0.1
2	3	0	0.53	0.1
3	3	0.96	0.66	0.1
4	3	0.96	0.66	0.1
5	3	0.96	0.66	0.1
6	3	0.96	0.96	0.1
7	3	0.53	0.53	0.1
8	3	1.2	1.43	0.1
9	3	0.96	0.96	0.1
10	3	0.96	0.96	0.1
11	3	0.96	0.66	0.1

Tabla 2

*Acero de muros en dirección horizontales.*

N° muro	Diámetro N°	longitud(m)	
		Traslapos	Separación (m)
1	4	0.6	0.15
2	4	0.6	0.15
3	4	0.6	0.15
4	4	0.6	0.15
5	4	0.6	0.15
6	4	0.6	0.15
7	4	0.6	0.15
8	4 y 3	0.6	0.15
9	4	0.6	0.15
10	4	0.6	0.15
11	4	0.6	0.15

Tabla 3.

*Acero muros en dirección vertical- estribos.*

N° muro	Diámetro N°	Longitud (m)		Separación (m)
		estribo izquierdo	Estribo derecho	
1	3	0.66	0.66	0.1
2	3	0.53	0.66	0.1
3	3	0.96	0.66	0.1
4	3	0.96	0.66	0.1
5	3	0.96	0.66	0.1
6	3	0.66	0.96	0.1
7	3	0.96	0.96	0.1
8	3	0.96	0.66	0.1

Tabla 4.

*Acero de muros en dirección vertical*

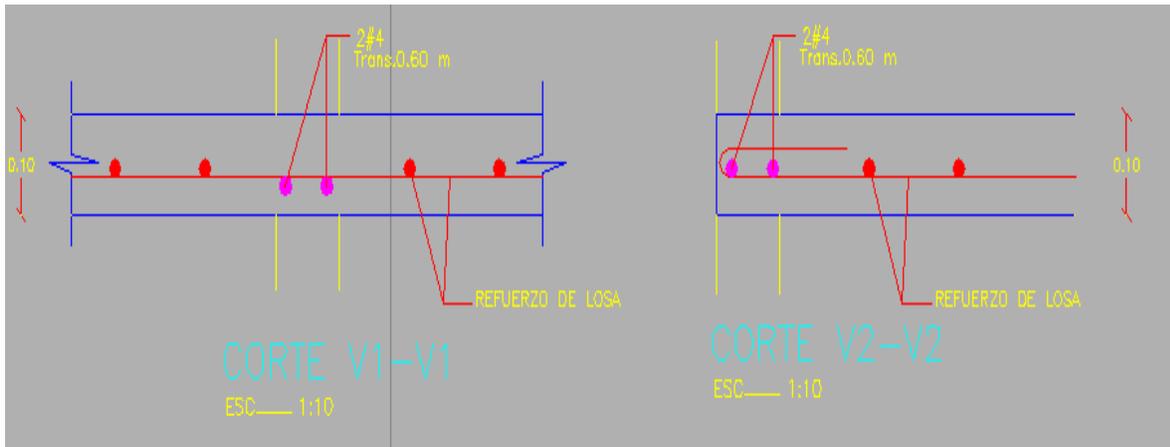
N° muro	Diámetro N°	Longitud(m) Traslapos	Separación (m)
1	4	0.6	0.15
2	4	0.6	0.15
3	4	0.6	0.15
4	4	0.6	0.15
5	4	0.6	0.15
6	4	0.6	0.15
7	4	0.6	0.15
8	4	0.6	0.15
MB	4	0.6	0.125

En la fotografía 2 se aprecia la instalación completa del acero en un apartamento.

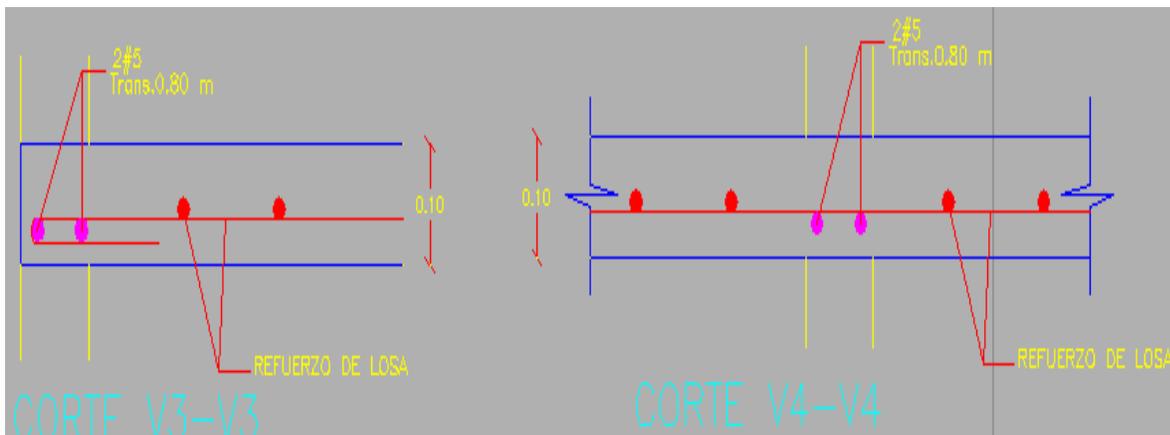


**Fotografía 2:** Instalación del acero. Fuente: autor.

Para losa de entrepiso se especificó un refuerzo con malla electrosoldada de diámetro igual a 8 mm y el manejo de aceros adicionales presentados en las figuras 2 y 3.

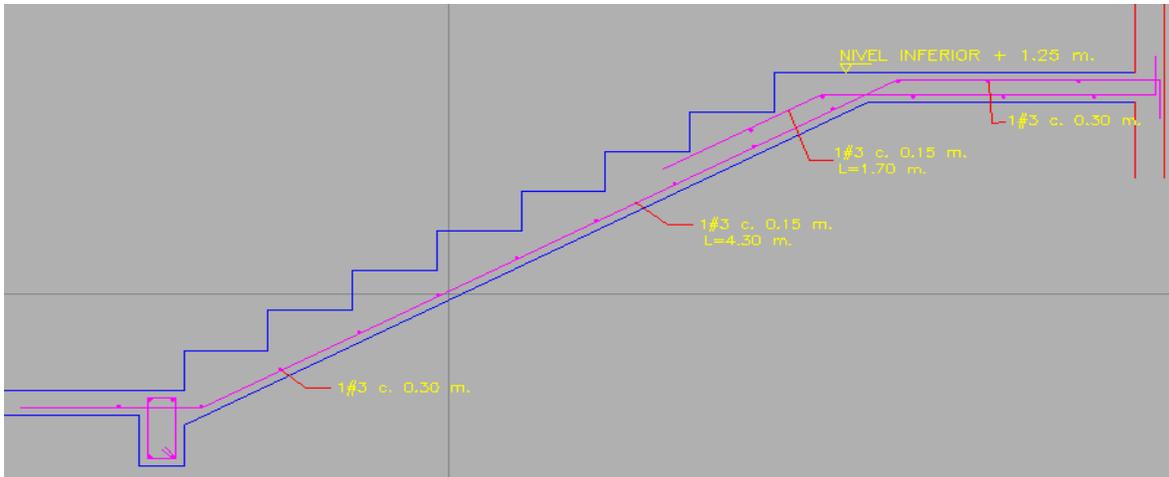


**Figura 2:** Corte V1-V1 y V2-V2 Fuente: Constructora Adriana Rivera.

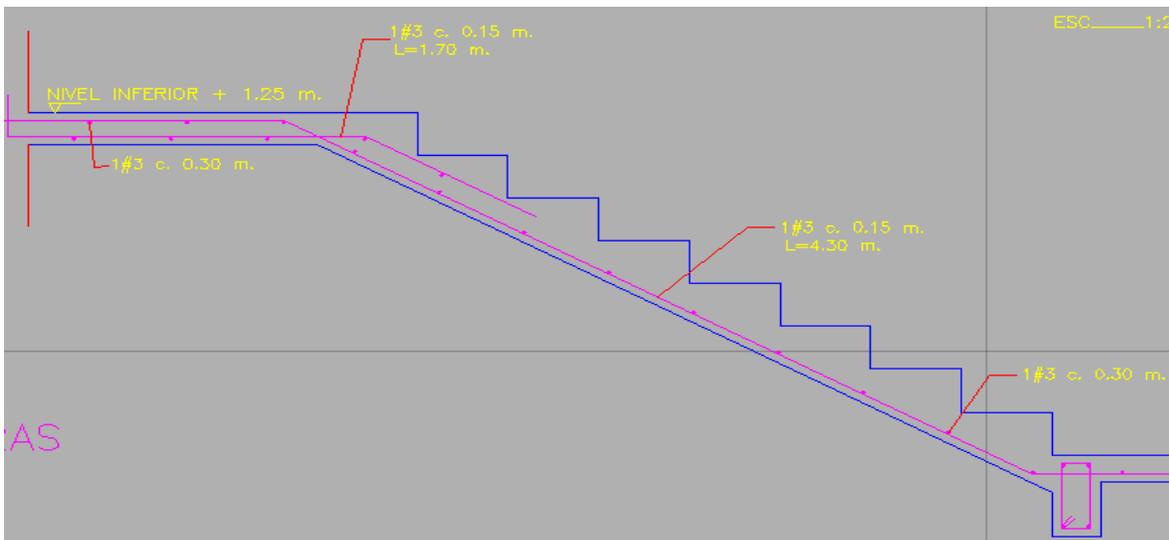


**Figura 3:** Corte V3-V3 y V4-V4. Fuente: Adriana Rivera.

Para las escaleras principales y auxiliares el diseño especifica las siguientes separaciones en los aceros.



**Figura 4:** Escalera auxiliar. Fuente: Adriana Rivera.

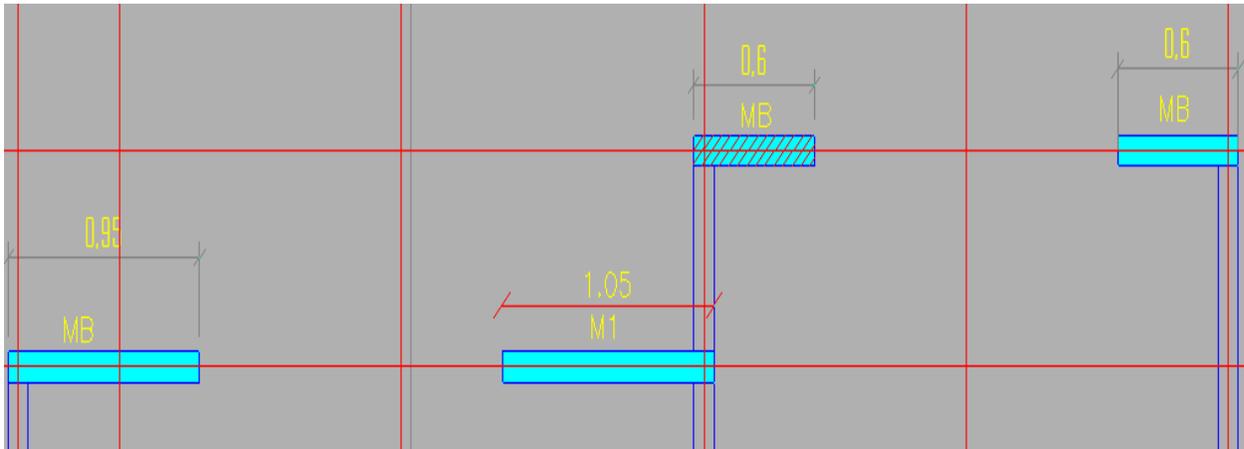


**Figura 5:** Escalera principal. Fuente: Adriana Rivera.

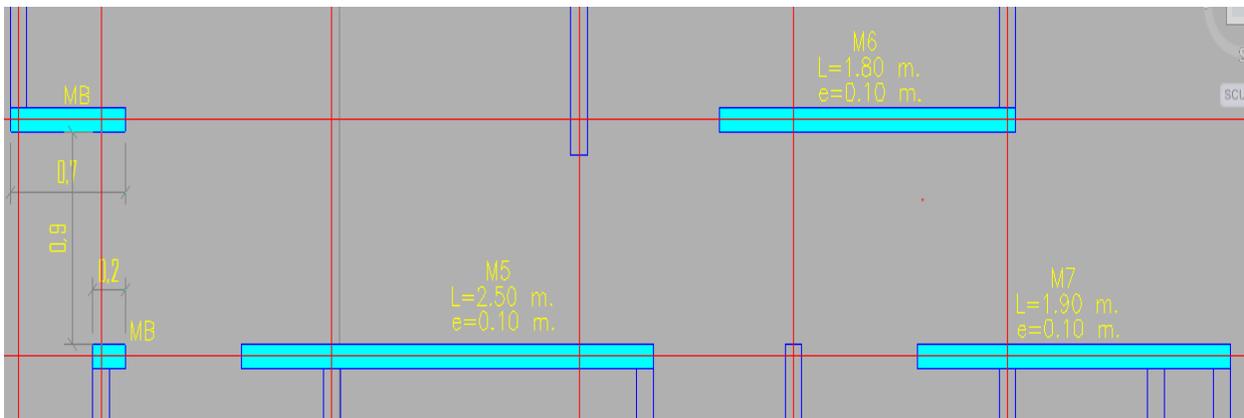
### **Espesor del sistema estructural.**

El espesor que presentaban los muros fue de 0.10 m con una altura de 2.40 m. el diseño del ancho de los muros fue variable, de acuerdo a su ubicación presentaban una medida. Por ejemplo los muros bases se encuentran en sitios donde su ancho no sea mayor a 1.0 m, este valor es especificado en los planos de construcción, análogamente la distribución de los muros restantes.

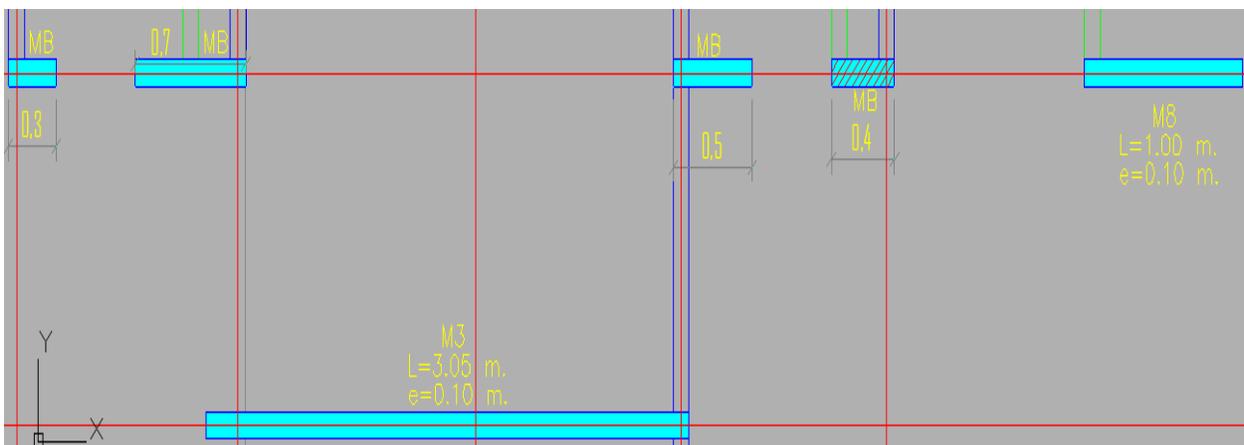
En las figuras 6,7, 8 y 9 se exponen el dimensionamiento de los muros horizontales portantes de un apartamento.



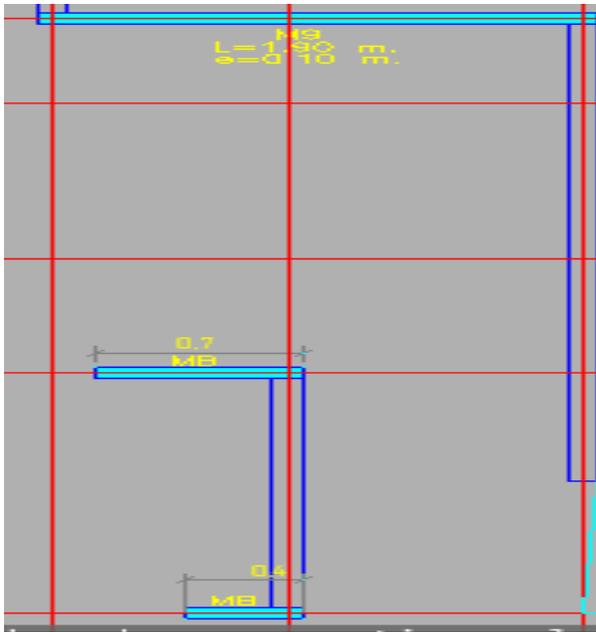
**Figura 6:** Parte de la Habitación principal y habitación 2. Fuente: Adriana Rivera



**Figura 7:** Parte del baño principal, corredor y habitación 3. Fuente: Adriana Rivera

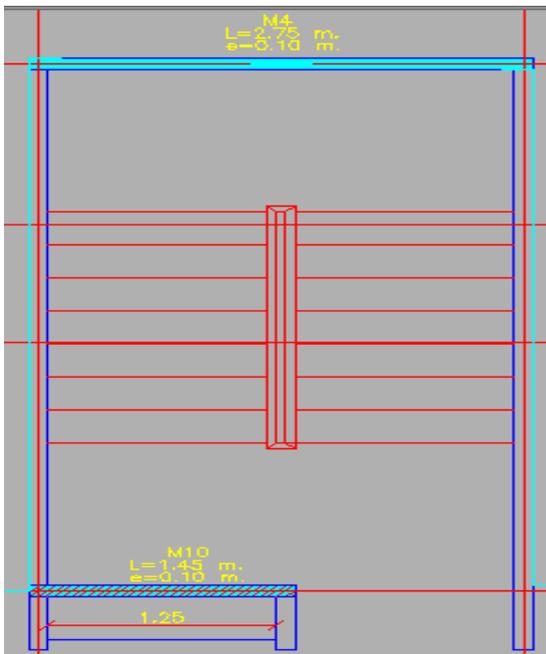


**Figura 8:** Parte del baño principal, habitación 3 y cocina. Fuente: Adriana Rivera

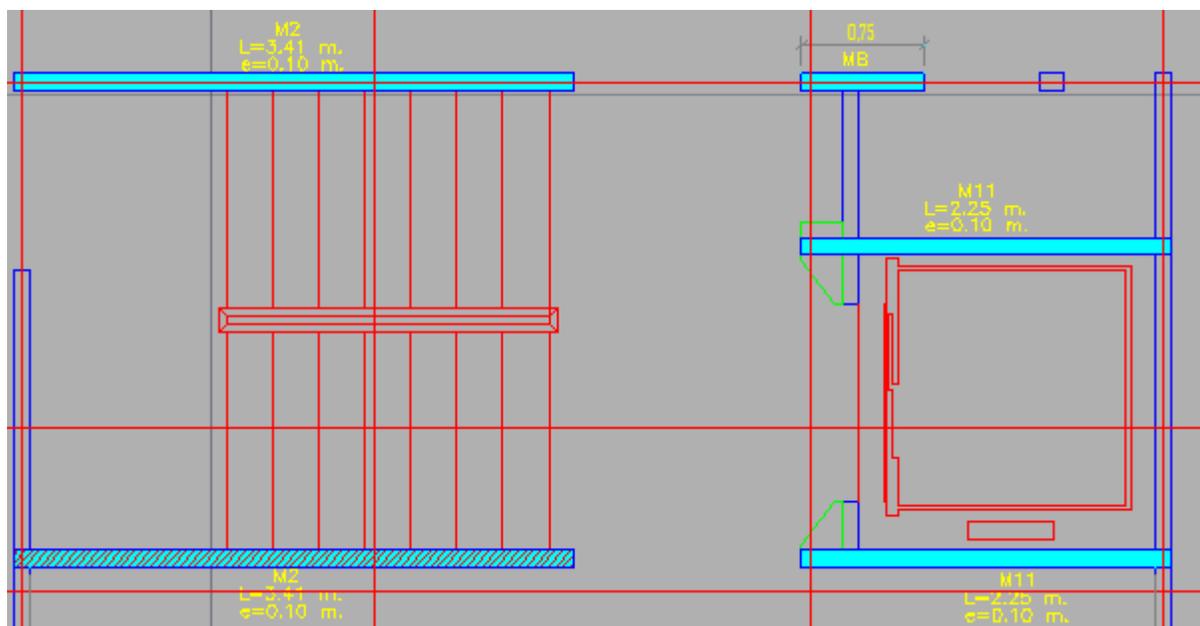


**Figura 9:** Parte de la cocina y salida del apartamento. Fuente: Adriana Rivera.

En las figuras 10 y 11 se visualiza las medidas de los muros en dirección horizontal pertenecientes a las gradas principales y auxiliare y los del ascensor.

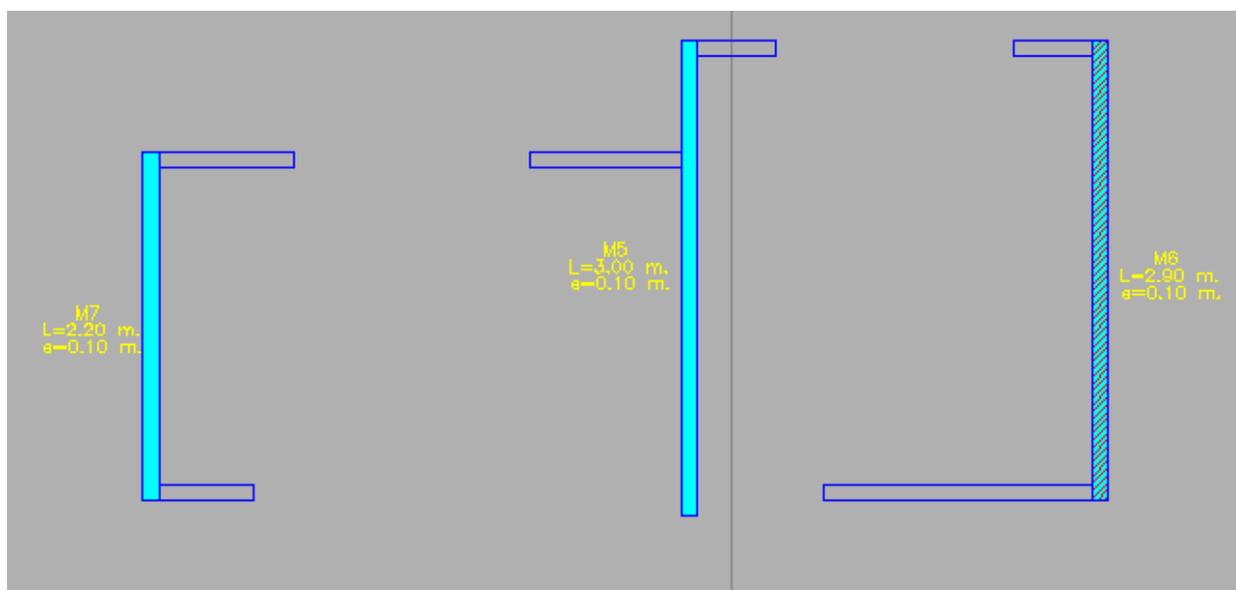


**Figura 10:** Muro de gradas auxiliares. Fuente: Adriana Rivera.

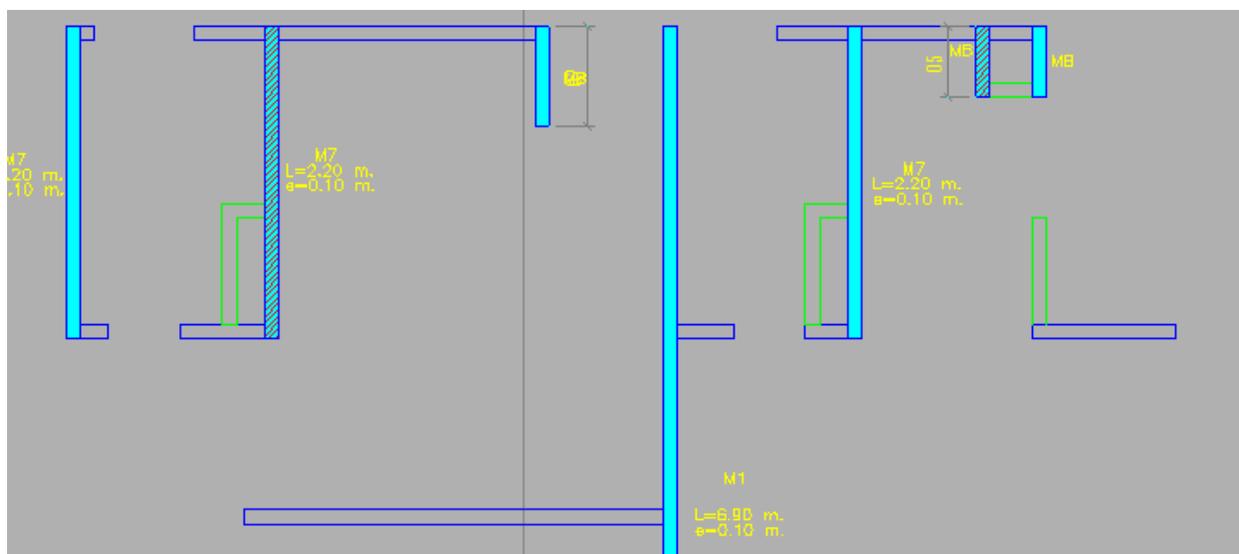


**Figura 11:** Grada principal y ascensor. Fuente: Adriana Rivera.

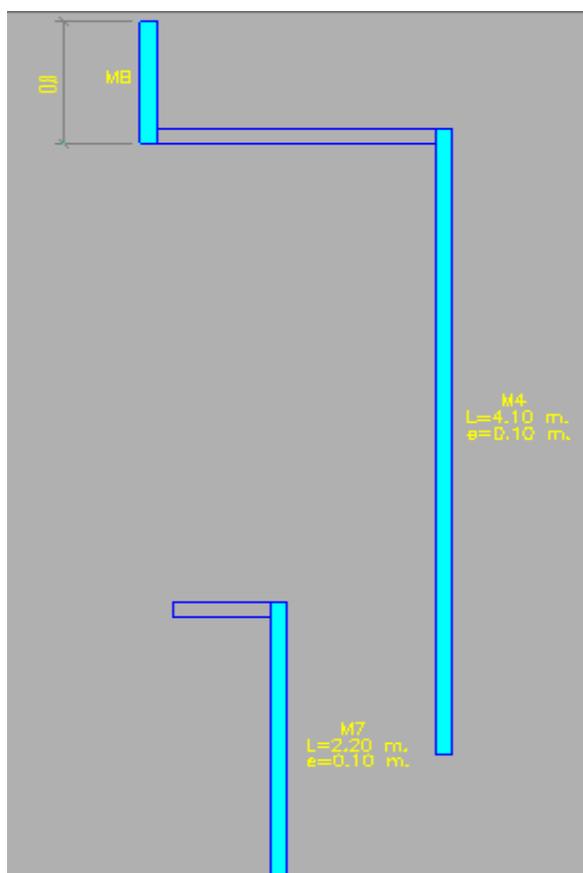
Para las medidas de los muros en dirección vertical se presentan las figuras 12,13 Y 14.



**Figura 12:** Parte de la Habitación principal y habitación 2. Fuente: Adriana Rivera.

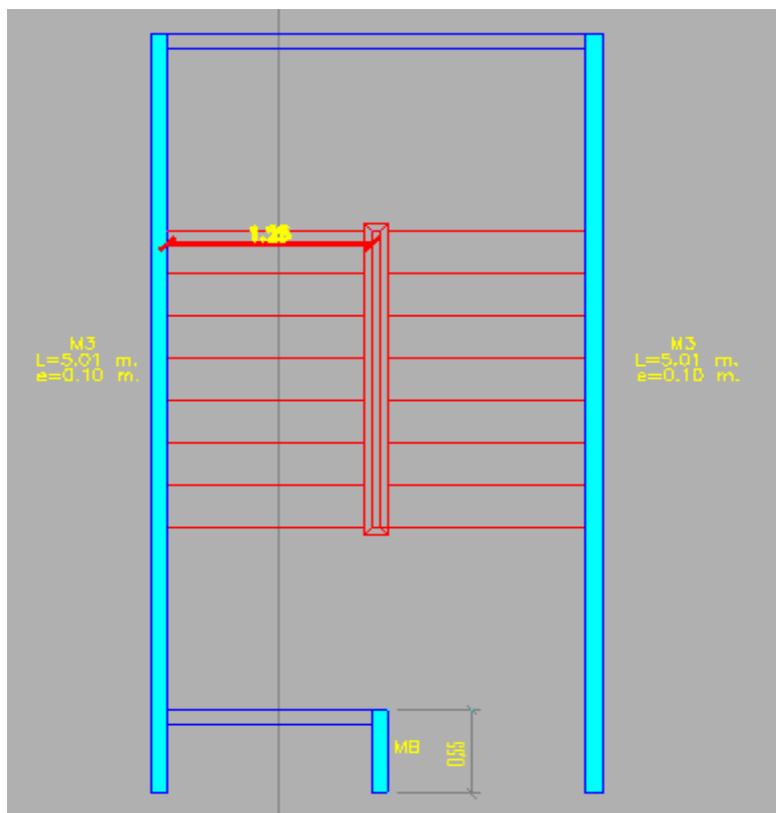


**Figura 13:** Habitación 3. Cocina, baño principal y social. Fuente: Adriana Rivera.

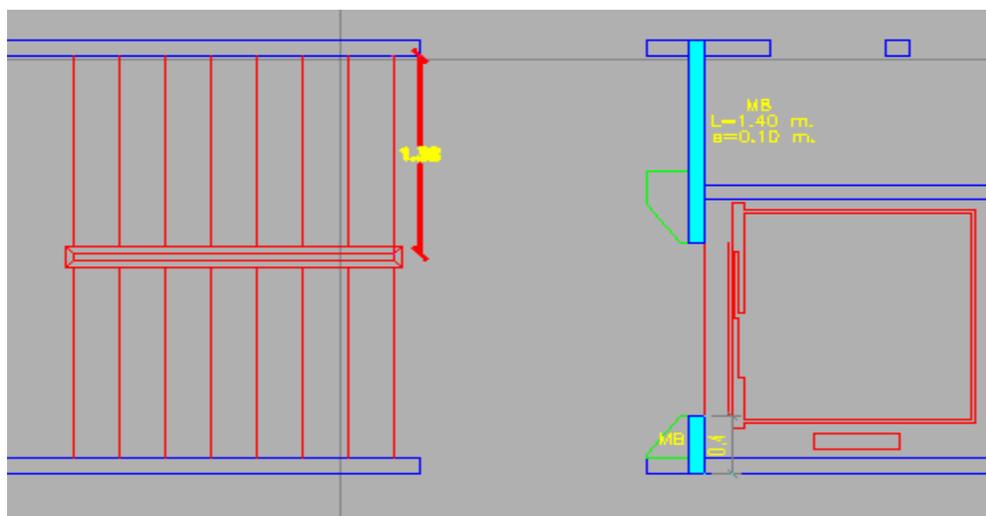


**Figura 14:** Parte de la sala y salida del apartamento. Fuente: Adriana Rivera

Las figuras 15 y 16, presentan las medidas de los muros en dirección vertical de las gradas y ascensor.



**Figura 15:** Grada auxiliar. Fuente: Adriana Rivera.



**Figura 16:** Grada principal y ascensor. Fuente: Adriana Rivera.

A continuación se presenta la planta general de muros de un apartamento

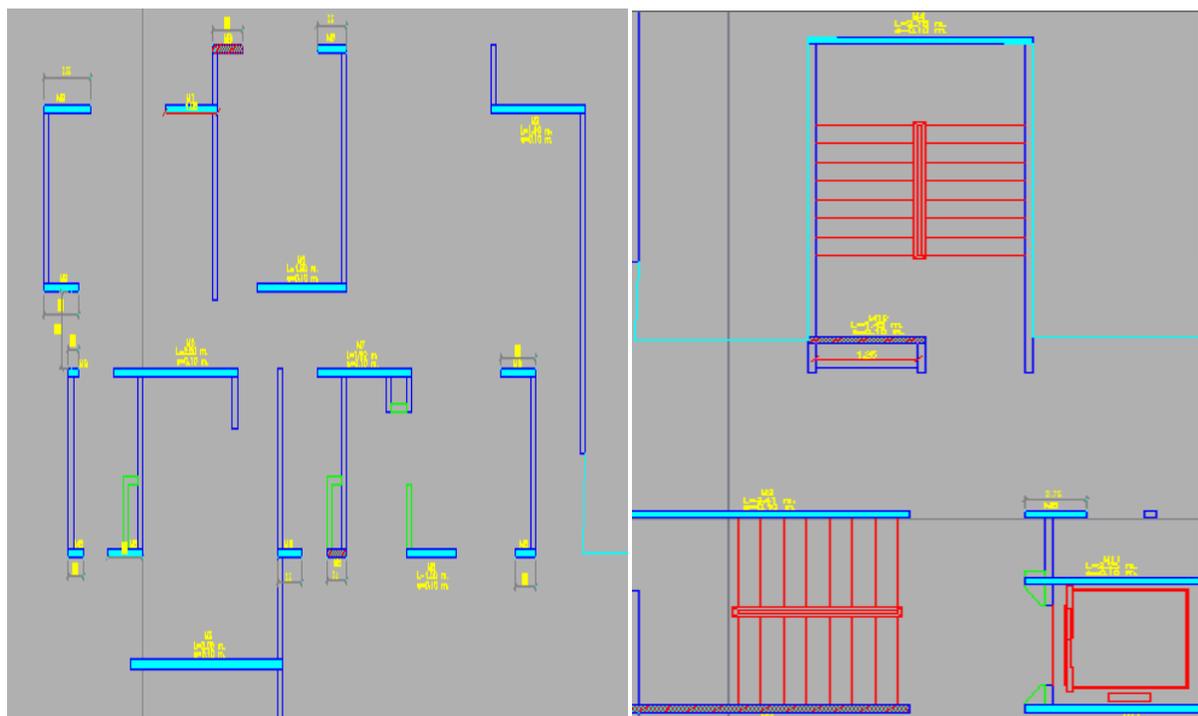


Figura 17: Dirección horizontal. Fuente: Constructora Adriana Rivera.

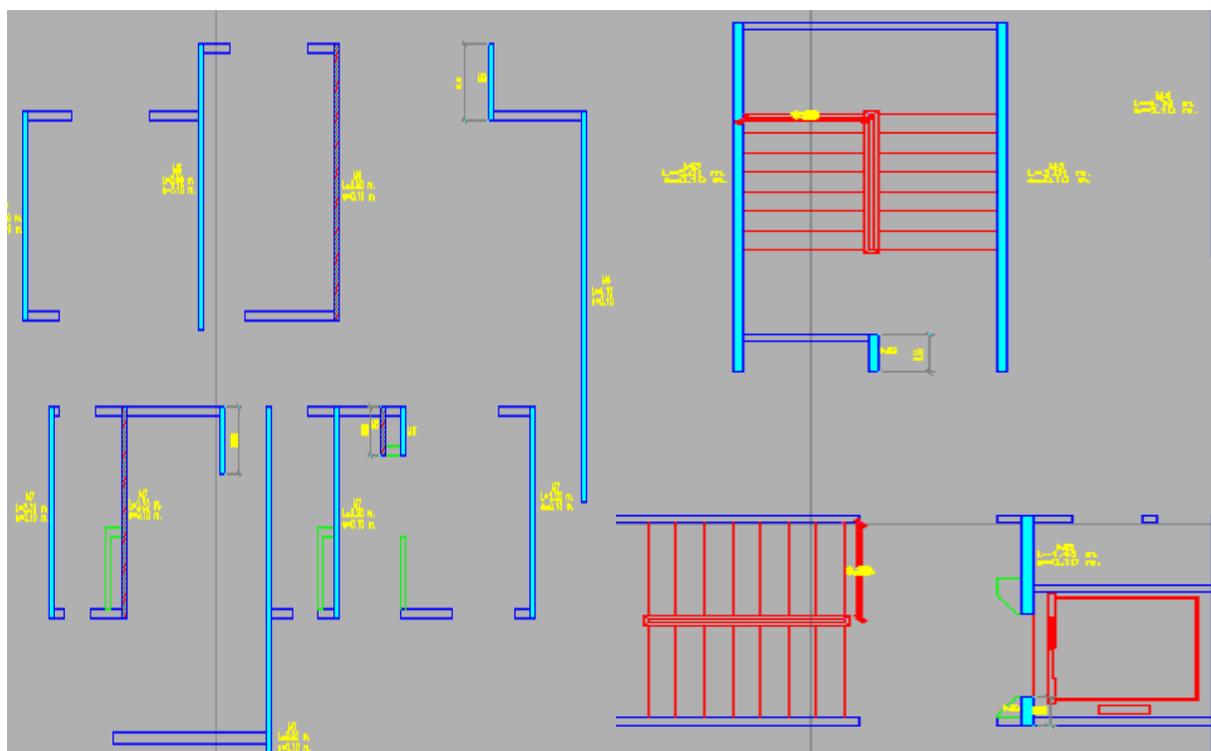
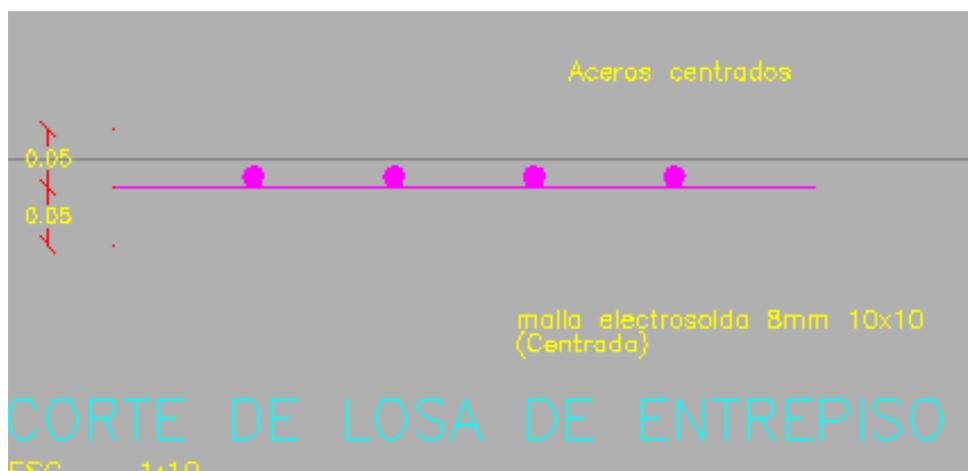


Figura 18: Dirección vertical. Fuente: Constructora Adriana Rivera

### *Dimensiones de gradas y losa de entrepiso.*

La losa de entrepiso, maciza en este caso, se construye con un espesor de 0.10 m como se observa en la figura 19 y los separadores que se utilizaron para la losa de entrepiso eran de 0.05m como se observa en la fotografía 3.

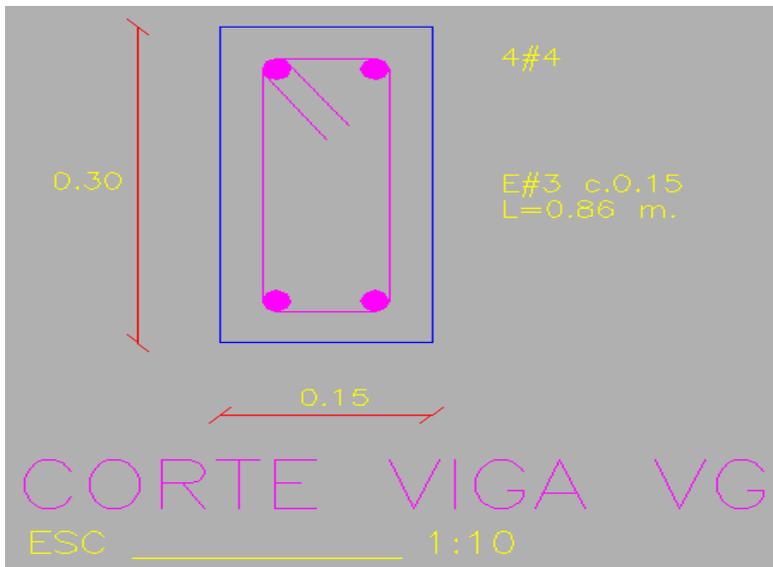


**Figura 19:** Losa de entrepiso. Fuente: Constructora Adriana Rivera.



**Fotografía 3:** Separadores. Fuente: autor.





**Figura 22:** Viga de la escalera. Fuente: Constructora Adriana Rivera.

### ***Tubería.***

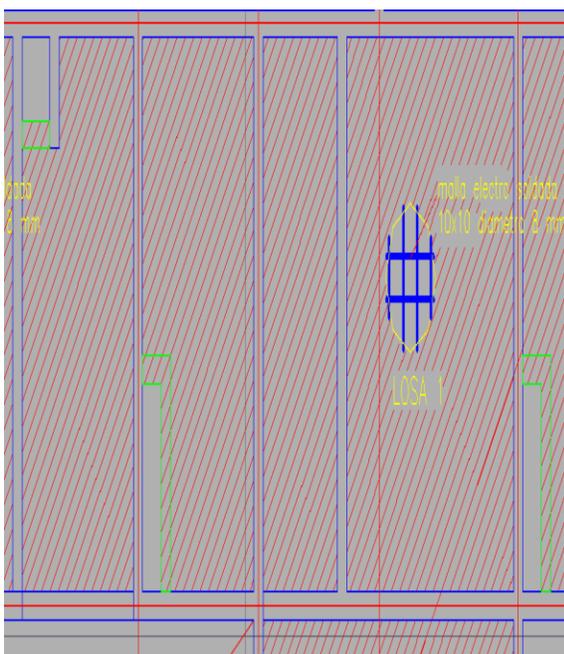
Para la instalación de la tubería para el cableado eléctrico se utilizaban tubos de ½ pulgadas, estos se amarran a los aceros para evitar que se llegaran a levantar durante la fundición, en la imagen que se expondrá a continuación se puede observar la instalación de estos en la losa de entrepiso.

Con respecto al espacio que esta tubería ocupaba en el espesor de la losa no se realizaba ninguna compensación de este, incluso en alguna ocasión los tubos que pasaban por la entrada del apartamento quedaron al descubierto.



**Fotografía 4:** Tubería para cableado eléctrico. Fuente: autor.

En la instalación de Tubería hidráulica en los muros y losa se tenían diámetro de  $\frac{1}{2}$ " y 2". Además se debía tener en cuenta la instalación de negativos, estos eran moldes que formaban espacios para el paso de la tubería sanitaria y eléctrica, en los baños y cocina.



**Figura 23:** Negativos y tubería hidráulica.

Fuente: Adriana Rivera.



**Fotografía 5:** Tubería.

Fuente: autor.

## 8. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y ACTIVIDADES DIARIAS.

A continuación se nombraran las actividades diarias que se realizaban durante la construcción de la torre D:

1. Cálculo del volumen de concreto.
2. Revisión de los aceros, distancias y número correcto de estribos y acero de refuerzo, traslapes tanto de las barras de acero como de la malla, instalación de los separadores de muros. cada uno de ellos debía corresponder a lo estipulado en el plano estructural. Esta revisión se realizaba un día antes de fundir el apartamento.
3. Cimbrado del apartamento: en este proceso se demarcaban los anchos de los muros, en este caso 10 cm, y se referencian a 30 cm a partir de los 10 cm ya medidos, para verificar las medidas ,en el ancho del muro, cuando se halla instalado la formaleta. Además se tomaban mediciones diagonales de cada espacio para verificar las medidas del plano.



**Fotografía 6:** Cimbrado. Fuente: autor.

4. De acuerdo a l cimbrado ya marcado, procedían a colocar los pines, pequeñas varillas de acero, para ubicar la formaleta, estos se ubicaban cada 60 o 70 cm.
5. Luego de ubicados los pines inician con la instalación de la formaleta, en este punto se debía revisar que se estuvieran utilizando el número adecuado de accesorios. (corbatas, cuñas, pin grapa, pasadores, alineadores, gato tensores, entre otros).



**Fotografía 7: formaleta. Fuente: autor.**

6. Verificar que los aceros tengan un adecuado recubrimiento, en este caso 4 cm como mínimo. Este ajuste se realizaba una vez terminaran de instalar los aceros de losa, en este punto se revisaba que los aceros de losa estuvieran instalados en el punto correcto y que estuvieran debidamente amarrados.



**Fotografía 8: Espacio entre el acero y formaleta. Fuente: autor.**

7. **Referenciar**, se revisa que la formaleta se encontrara en la cimbra marcada (10 cm) basándose en los 30 cm mencionados anteriormente.
8. **Plomar**, en este punto se realiza la verificación de la verticalidad de los muros utilizando una pesa que tiende de la parte superior, luego se realiza dos mediciones una en la parte inferior del muro y la otra en la parte superior, llegando a tener una tolerancia de (3 -4) mm.
9. **Nivelación**, se procese a realizar la nivelación de la losa utilizando un nivel de precisión y una mira, se define unos puntos de referenciar a una altura especificada, de acuerdo a ellos se realiza la nivelación de la losa.
10. **Instalación de los aceros de losa y tubería**. En este paso se debe revisar que se hayan utilizados los refuerzos adicionales de losas especificados en el plano.



**Fotografía 9:** instalación de tubería y acero en la losa. Fuente: autor.

11. Fundición, en este punto se debe acompañar y verificar que se realice un buen proceso de vibrado, golpeteo de la formaleta con el martillo de caucho y fratachado de la losa. Además se debían tomar las respectivas muestras representativas del concreto y el ensayo del slump a cada mixer.



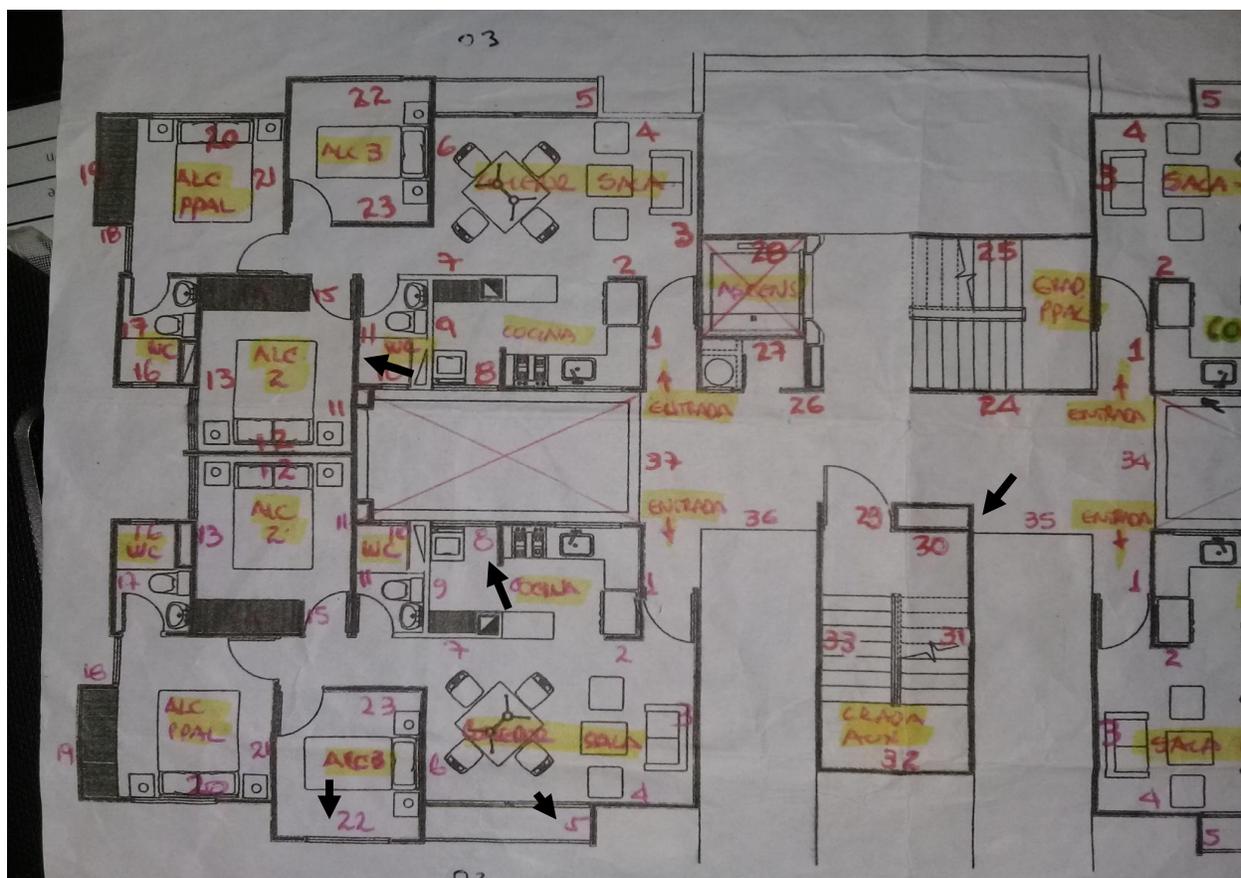
**Fotografía 10:** fundición. Fuente: autor.

12. Re-plomar, este paso permite ajustar los muros que hayan perdido un poco de verticalidad en el momento de la fundición.
13. Desencofrar al siguiente día de la fundición, tiempo de curado del concreto, se retira la formaleta y se procede a la revisión del apartamento, para identificar los posibles arreglos.

## 9. Problemas A La Hora De Construir Y El Punto Crítico

Los puntos críticos que se presentaban a la hora de realizar la fundición en algunas partes inferiores de los muros, en las uniones de muros – losa y en las ventanas, en estas zonas solían presentarse hormigueros, algunos más significativos que otros.

De acuerdo a la numeración planteada en la siguiente imagen de los muros, se identifican algunos problemas, a los cuales se les dio el debido tratamiento con productos SIKA, con la adecuada supervisión, preparación y aplicación de ellos. A continuación se exponen las siguientes dificultades:



Fotografía 11: Numeración de muros. Fuente: autor.

- En esta imagen se observa, después de retirar la formaleta, un “hormiguero” en el muro 8 del baño social, este dejó de presentarse después del 6 piso y se estima que una de las posibles soluciones a esto pudo haber sido el cambio de ayudante para vibrar el concreto o el adecuado golpeteo con el martillo de caucho en la formaleta. El hormiguero en esta zona era uno de los arreglos más frecuentes.



**Fotografía 12:** Ventana de muro social. Fuente: autor.

- En la parte inferior-esquina del muro 5, se presentaba una falta de recubriendo en los aceros. Esto puede darse por el poco espacio que queda entre la formaleta y los aceros, a pesar de verificar que los estos lleven los separadores de muro.



**Fotografía 13:** Muro 5-balcon. Fuente: autor.

- En algunas losas de entrepiso se presentaron fisuras, en su totalidad eran superficiales, estas fisuras aparecieron en el séptimo nivel de la torre, una de las hipótesis que se manejaron ante esta situación fue la temperatura y el viento, se creyó que alguna de estas dos opciones provoco este agrietamiento.



**Fotografía 14:** Losa de entrepiso parte inferior y superior. Fuente: autor.

- Entre la unión de la viga de las escaleras auxiliares y la losa se daba una falta de concreto para formar una unidad monolítica. Posiblemente este hecho se presentaba por ser una unión de concreto nuevo-viejo, ya que la fundición de la escalera no siempre se daba al mismo instante que fundición de la losa.



**Fotografía 15:** Unión vigas-losa de entrepiso. Fuente: autor.

- La mayoría de las fundiciones se observaba en la unión de la losa de entrepiso y el muro 30 una falta de recubrimiento que dejaba descubierto los aceros del muro. A pesar de que la fundición de este punto se daba en el mismo momento se presentaba continuamente, puede ser que el vibrado del concreto o el golpeteo del martillo de caucho hayan sido un factor promotor de esto.



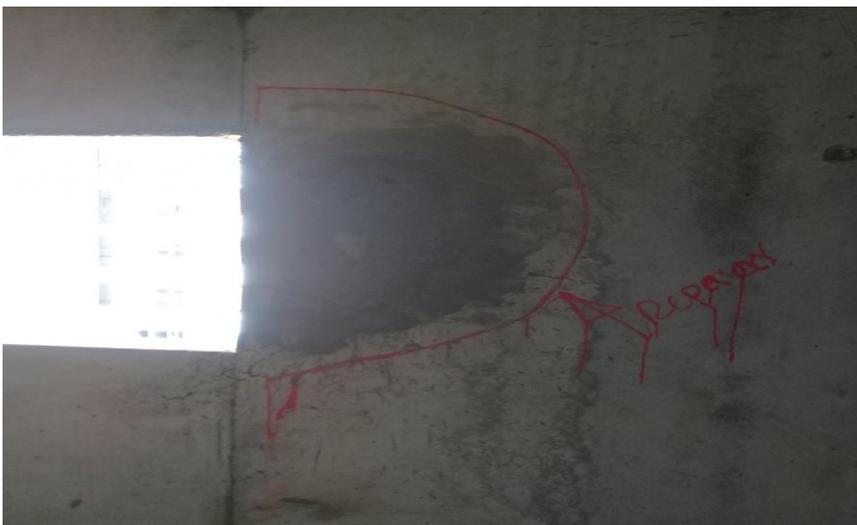
**Fotografía 16:** Muro 30- losa de entrepiso. Fuente: autor.

- En la parte superior del muro 11, en algunas fundiciones se solía observar un vacío. En este punto el espacio que se presentaba entre el acero y la tubería eléctrica, instalada en la losa de entrepiso, podía a veces formar un obstáculo para la adecuada acomodación del concreto, si no se tenía presente un buen vibrado del concreto.



**Fotografía 17:** Vacio en el Muro 11. Fuente: autor.

- En la siguiente foto se observa la dimensión del el arreglo de un hormiguero en el muro22, la posible causa de este arreglo debió ser por un mal empleo del vibrado del concreto, ya que en esta zona el espacio que se da entre formaleta y acero es aproximadamente 0.045m suficiente para que el concreto fluya, ventana perteneciente a la alcoba 3.



**Fotografía 18:** Arreglo muro 22. Fuente: autor.

Los problemas de los hormigueros presentados anteriormente se reparaban utilizando los siguientes productos:

SikaDur 32 prime, es un adhesivo que permite que el concreto endurecido y el concreto fresco tengan una mejor adherencia. Su aplicación es de 2 del componente A por 1 del componente B, este tiene un rendimiento de 400-600 g/m<sup>2</sup>. Para la aplicación de este se debe preparar la superficie dejándola libre de partes sueltas, libre de polvo u otros residuos. (Sika, 2015).

SikaGroup 212, este es un mortero de alta resistencia que se aplicaba con una consistencia semi-fluida donde se utilizaban de 4.5-4.8 litros de agua para 30 Kg de este. Este se mezclaba agregándolo, a la totalidad del agua, paulatinamente, mezclando hasta obtener una masa homogénea. (Sika, 2015)

SikaTop 121, este es un mortero cementoso modificado con resina acrílica, utilizándolo como material de resane. Este se preparaba teniendo como referencia el clima, en el caso de la ciudad de Popayán se toma como templado, donde se mezclaban 4 kg del componente A (líquido) con 14 kg del componente B (polvo) gradualmente durante la mezcla. Mezclando hasta obtener una mezcla homogénea, para la aplicación de este se debe preparar la superficie dejándola limpia y libre de grasas, además se tiene que aplicarse antes de que transcurran 20 minutos. (Sika, 2015)

Cada uno de ellos se preparaba siguiendo lo especificado en la ficha técnica del manual de productos Sika y se utilizaba de acuerdo al problema que se presentara. Haciendo un acompañamiento al proceso de preparación y aplicación de cada uno de estos productos.

Para reparaciones estructurales, (ver fotografía 12, 15, 17 y 18), se utilizaba el sikaDur 32 prime y el sikaGroup 212, realizando el siguiente proceso:

- ✓ Se picaba el área afectada con el fin de retirar las partes porosas y ayudar con la adherencia.
- ✓ Se ajustaban alrededor del hormiguero una tablas como formaletas, estas debían estar bien ajustadas de tal manera que el mortero no se fuera a escapar.
- ✓ Se aplicaba sikaDur 32 prime sobre la superficie afectada
- ✓ Inmediatamente aplicado el sikaDur se agregaba el mortero sikaGroup 212.

Para los arreglos menores, (ver fotografía 13,14 y 16), se utilizaba el producto sikaTop 121, para la aplicación de este se realizaba el siguiente proceso:

- ✓ Picaban la superficie afectada, retirando partes porosas y dejando un poco rugoso la superficie, con el fin de mejorar la adherencia.
- ✓ Limpiaban la superficie y la humedecían un poco.
- ✓ Preparaban el sikaTop 121.
- ✓ Aplicaban sobre el área afectada.

Cada uno de los cuidados durante la construcción llevó a la torre D, perteneciente al proyecto CONDOMINIO MONSERRAT, a tener uno de los mejores rendimientos y disminución de hormigueros en comparación con las 3 torres construidas anteriormente.



**Fotografía 19:** Torre D en construcción. Fuente: autor.

## 10. Informes

Durante la ejecución de la obra se realizó la entrega de manera digital de dos informes, nombrados al final y al terminar cada jornada de trabajo se realizaba, en conjunto con la ingeniera residente de la obra, el registro de rendimiento de la obra en la bitácora.

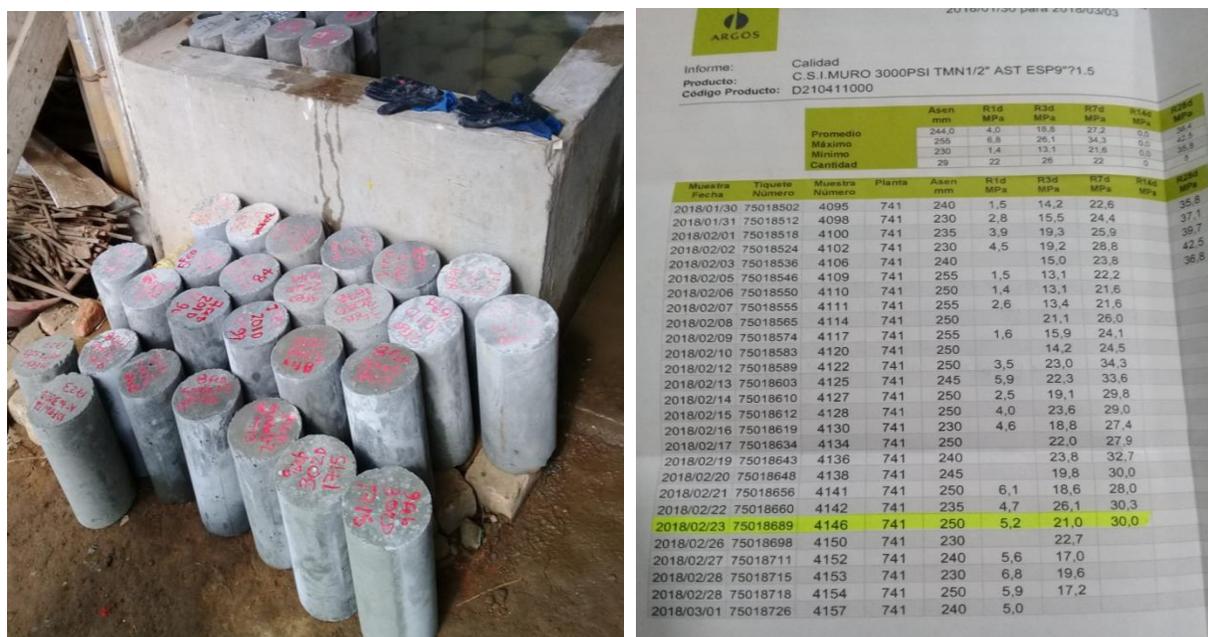
Informe 1. Procedimientos de construcción.

Informe 2. Puntos críticos.

## 11. Control De Materiales

Respecto a los materiales de obra se llevo un registro de las entradas y salidas de ellos en conjunto con el almacenista, para así poder determinar a tiempo la falta de alguno de los materiales y a la vez llevar un control del uso de los mismos. Además se verificaban si los materiales correspondían a las especificaciones con las que se realizaba la compra y el estado en el que llegaban.

Con el concreto se llevaba un control de la resistencia, registrando el número de muestras, la zona de fundición, la fecha y el asentamiento. Se tomaban de 6 a 4 muestras de cilindros de altura 0.30 m y diámetro 0.15 m, al día siguiente se desencofraban las muestras y se realizaba la inmersión de ellas hasta el día que se llevaran a medir la resistencia, de acuerdo a lo especificado en la INV-E 410 -13. Además se verificaba que los m<sup>3</sup> de concreto que llegaban cumplieran con las características adecuadas para iniciar la fundición, una de ellas su fluidez.



Fotografía 20: Muestras seleccionadas para ensayo de resistencia y resultados. Fuente: autor.

## 12. Conclusiones

- La participación en la construcción de una de las torres del proyecto CONDOMINIO MONSERRAT, fue una gran oportunidad que permitió la aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, siendo de gran utilidad tanto a nivel profesional como a nivel personal.
- El sistema de muros delgados ofrece una velocidad de construcción considerable, pero su espesor muchas veces no le permite fluir al concreto, dejando pequeñas partes sin cubrir.
- Las buenas relaciones personales entre los ingenieros, maestros y obreros ayudan a realizar las actividades proyectadas de manera adecuada y permiten un avance considerable.
- La práctica profesional permite al pasante tener una visión acerca de la posible llegada de nuevas etapas en el ejercicio profesional, permitiendo que se generen herramientas que ayuden en la planeación de los procesos de construcción.
- Una adecuada supervisión en los procesos de construcción garantizará en un futuro un buen comportamiento de la estructura. Teniendo certeza de que cada paso se hizo responsablemente se puede asegurar que cada elemento estructural responderá para lo que fue diseñado.
- El recubrimiento del acero en obra, algunas veces es difícil hacerlo cumplir, ya que en un sistema como este donde el espesor en los muros es poco, poder cumplir con este requisito se hace difícil en los puntos donde se requieren los traslapes del acero.
- Tener un control de los materiales permite determinar su buen uso, la cantidad que se requiere y la calidad del mismo.

- La inspección del estado de los muros después de la fundición nos permite evidenciar todos los arreglos estructurales o resanes que se puedan presentar , además nos permite analizar los posibles errores que llevaron a causar estos arreglos y las afectaciones que estos le traen al funcionamiento de la estructura, en el caso de que sean graves.
- La velocidad de construcción de este sistema hace que los encargados tenga que ser más cuidadoso y exigentes con la supervisión de los procesos de construcción, ya que la rapidez puede generar que los obreros omitan pasos.

### 13. Referencias

- De Gilberto Araiza, P. (2017). Evaluación Del Desempeño Sísmico De Edificaciones De Muros Estructurales Delgados De Concreto Reforzado. Recuperado de [http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurrículoCv.do?cod\\_rh=0000449598](http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurrículoCv.do?cod_rh=0000449598).
- De Antonio Blanco, B.(sin fecha). Los Edificios De Muros Delgados De Concreto y Las Nuevas Normas Para Su Diseño. Recuperado de [https://www.institutoconstruir.org/centrocivil/concreto%20armado/Edificios\\_de\\_muros\\_delgados\\_de\\_concreto.pdf](https://www.institutoconstruir.org/centrocivil/concreto%20armado/Edificios_de_muros_delgados_de_concreto.pdf)
- De Luis Zavaleta, C.(2009).Análisis y Diseño Estructural Comparativo Entre El Sistema de Muros De Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada De Una Vivienda Multifamiliar En La Ciudad de Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú.
- San Bartolomé, A., &Ríos, R. (2103). Comportamiento a Fuerza Cortante de Muros Delgados de Concreto Reforzados en su Zona Central con Barras de Acero, Fibra de Polipropileno y con Fibra de Acero. Scielo Analytics, 5 (1) ,2-3.
- Arabella, V & Tracy, T ,(2016). Diseño Estructural de un Edificio de 7 Pisos con Muros de Ductilidad Limitada. Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima.
- Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente .Titulo C,(2010).
- La Comisión Asesora Permanente Para El Régimen De Construcciones Sismo Resistentes. Resolución 0017 (2017).
- Manual de Productos (Ed.). (2015). SIKA, Colombia. Recuperado de [file:///C:/Users/Window/Downloads/Manual%20Productos%20Sika%202012%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Window/Downloads/Manual%20Productos%20Sika%202012%20(1).pdf).

## **14. Anexos**

- Carta de presentación.
- Carta de aceptación.
- Certificado de práctica de pasantía.