

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL MODALIDAD PASANTÍA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL**



**PARTICIPACION COMO AUXILIAR EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL
EDIFICIO PRADA**

**PRESENTADO POR
MARIA ALEJANDRA GÓMEZ DAVID
100411010450**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN-CAUCA
2016**

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL MODALIDAD PASANTÍA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL**



**PARTICIPACION COMO AUXILIAR EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL
EDIFICIO PRADA**

DIRECTOR

ING. JUAN CARLOS ZAMBRANO VALVERDE

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN-CAUCA**

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DIRECTOR PASANTÍA

FIRMA DE JURADO

FIRMA DE JURADO

POPAYÁN, ___ DE _____ DE 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme brindado la oportunidad de alcanzar este sueño tan importante, por iluminar mi camino y por estar siempre conmigo.

A mi padre por inculcar en mí, el amor y admiración por mi profesión; y por qué con sus esfuerzos logre alcanzar este sueño tan anhelado.

A mi madre, la mujer más hermosa. Gracias por renunciar a todos tus sueños para hacer de mí una mujer de bien, por todos tus desvelos y por todo el amor que me brindas; porque gracias a ti soy lo que soy.

A mi hijo, la luz de mi vida. Gracias por llenar mi vida de alegrías por ser el motor que me impulsa a seguir adelante todos los días.

A mi esposo, por ser ese apoyo incondicional y por darme ánimos para luchar por mis sueños.

Y a todos los docentes de la facultad de ingeniería civil; ya que sin ellos no sería posible mi formación como profesional.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	13
1. JUSTIFICACIÓN.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. OBJETIVO GENERAL:.....	15
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:	15
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	16
3.1. INFORMACIÓN DE LA OBRA.....	16
3.2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
3.3. INFORMACIÓN GLOBAL DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN OBRA	18
3.3.1. Manipulación de planos:.....	19
3.3.2. Mampostería:	19
3.3.3. Ubicación de las instalaciones sanitarias	19
3.3.4. Localización y replanteo.....	20
4. ACTIVIDADES EJECUTADAS EN OBRA	21
4.1. CIMENTACIÓN	21
4.1.1. Pilotes	21
4.1.1.1. Pasos a seguir para la elaboración de un pilote	22
4.1.2. Vigas de cimentación	23
4.1.3. Losa de cimentación	24
4.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES	25
4.2.1. Columnas	25

4.2.1.1.	Procedimiento para la elaboración de una columna	25
4.2.2.	Pantallas	28
4.2.2.1.	Proceso constructivo de pantalla	29
a.	En el sótano	29
b.	en la parte superior e interna del edificio	32
4.2.3.	Losas de entrepiso	33
4.2.3.1.	Proceso de elaboración	34
4.2.4.	Vigas	37
4.2.4.1.	Pasos a seguir para armar una viga	37
4.3.	MAMPOSTERÍA	39
4.3.1.	Proceso constructivo de un muro en mampostería	39
5.	RENDIMIENTO DE 5 ACTIVIDADES EJECUTADAS EN OBRA	41
5.1.	ELABORACIÓN DE PILOTES.....	41
5.1.1.	Equipo	41
5.1.2.	Mano de obra	42
5.1.3.	Materiales.....	42
5.1.4.	Rendimiento de la perforación y la fundición.....	43
5.2.	ELABORACIÓN DE COLUMNAS	43
5.2.1.	Equipo	43
5.2.2.	Mano de obra	44
5.2.3.	Materiales.....	45
5.2.4.	Rendimiento por cuadrillas	47
5.3.	ELABORACIÓN DE PANTALLAS	48
5.3.1.	Equipo	48

5.3.2. Mano de obra	49
5.3.3. Materiales.....	50
5.3.4. Rendimiento	50
5.4. ELABORACIÓN DE LOSAS DE ENTREPISO	50
5.4.1. Equipo	51
5.4.2. Mano de obra	52
5.4.3. Materiales.....	52
5.4.3.1. Vigas.....	52
5.4.3.2. Riostras	55
5.4.3.3. Viguetas.....	56
5.4.4. Rendimiento	59
5.5. ELABORACIÓN DE MAMPOSTERÍA	63
5.5.1. Equipo	63
5.5.2. Mano de obra	64
5.5.4. Rendimiento	66
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES OBTENIDO CON AYUDA DE LOS RENDIMIENTOS Y LOS DIFERENTES INCONVENIENTES PRESENTADOS EN OBRA.....	67
7. ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN EL PROYECTO	68
8. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	74

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Mano de obra para los pilotes.....	42
Tabla 2. Materiales para el refuerzo de los pilotes.....	43
Tabla 3. Materiales para la fundición de los pilotes	43
Tabla 4. Mano de obra para la elaboración de las columnas.....	44
Tabla 4. Mano de obra para la elaboración de las columnas.....	45
Tabla 5. Materiales para la elaboración de columnas tipo 1 (MI).....	46
Tabla 6. Materiales para la elaboración de columnas tipo 2 (MI).....	47
Tabla 7. Rendimiento en la elaboración de columnas	47
Tabla 7. Rendimiento en la elaboración de columnas	48
Tabla 8. Mano de obra utilizado en la elaboración de pantallas	49
Tabla 9. Materiales utilizados en la elaboración de 1m2 de pantalla	50
Tabla 10. Rendimiento del personal en la elaboración de pantallas.....	50
Tabla 11. Personal en la elaboración de las losas de entrepiso	52
Tabla 12. Materiales utilizados en la elaboración de vigas del primer piso.....	52
Tabla 13. Materiales utilizados en la elaboración de vigas de 2 al 5 piso.....	53
Tabla 14. Materiales utilizados en la elaboración de riostras del primer piso	55
Tabla 15. Materiales utilizados en la elaboración de riostras del 2-4 piso	55
Tabla 16. Materiales utilizados en la elaboración de viguetas del primer piso.....	56
Tabla 17. Materiales utilizados en la elaboración de viguetas del 2-4 piso.....	57
Tabla 18. Rendimiento de algunas vigas en el primer piso.....	59

Tabla 19. Rendimiento en la elaboración de algunas vigas del segundo piso	60
Tabla 20. Rendimiento promedio en la elaboración de vigas	60
Tabla 21. Rendimiento en la elaboración de algunas riostras del primer piso	61
Tabla 22. Rendimiento en la elaboración de algunas riostras del segundo piso ...	61
Tabla 23. Rendimiento promedio en la elaboración de riostras	61
Tabla 24. Rendimiento en la elaboración de algunas viguetas del primer piso	62
Tabla 25. Rendimiento en la elaboración de algunas viguetas del segundo piso ..	62
Tabla 26. Rendimiento en la elaboración de viguetas	63
Tabla 27. Rendimiento en la elaboración de formaleta para losas de entrepiso....	63
Tabla 28. Mano de obra para la elaboración de muros en mampostería	64
Tabla 29. Rendimiento en la elaboración de muros en mampostería	66

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Ilustración 1. Localización del proyecto	16
Ilustración 2. Planta del sótano (distribución de parqueaderos)	17
Ilustración 3. Instalaciones sanitarias	19
Ilustración 4. Ubicación de ejes	20
Ilustración 5. Distribución del refuerzo de los pilotes	21
Ilustración 6. perforación de pilotes	22
Ilustración 7. Fundición de los pilotes	23
Ilustración 8. Elaboración de vigas	23
Ilustración 9. Ubicación de las vigas de cimentación	24
Ilustración 10. Fundición de la losa de cimentación	24
Ilustración 11. Refuerzo de la losa	25
Ilustración 12. Refuerzo de las columnas	26
Ilustración 13. Preparación de las columnas para el encofrado	26
Ilustración 14. Fijación de la formaleta con travesaños	27
Ilustración 15. Columna lista para fundir	27
Ilustración 16. Aplicación de Antisol para la comuna	28
Ilustración 17. Excavación manual del terreno para la elaboración de pantallas	29
Ilustración 18. Refuerzo de las pantallas	30
Ilustración 19. Encofrado de pantallas	31
Ilustración 20. Desencofrado de las pantallas	31
Ilustración 21. Pantalla lista para fundir	32

Ilustración 22. Corte transversal de las viguetas tipo 1	33
Ilustración 23. Corte transversal de las viguetas tipo 2.....	34
Ilustración 24. Formaleta para la elaboración de la losa	34
Ilustración 25. Distribución de casetones para la fundición de la losa	35
Ilustración 26. Fundición de la losa.....	36
Ilustración 27. Nivelación y fundición de la losa.....	36
Ilustración 28. Elaboración de vigas	37
Ilustración 29. Ubicación de los estribos en la viga.....	38
Ilustración 30. Refuerzo de la viga.....	38
Ilustración 31. Mampostería.....	40
Ilustración 32. Refuerzo de la viga.....	42
Ilustración 33. columnas listas para fundir	44
Ilustración 34. Sección transversal de las columnas del eje 1, 4 y el eje 5 desde el sótano al último piso	45
Ilustración 35. Sección transversal de las columnas del eje 2 desde el sótano al último piso.....	46
Ilustración 36. Elaboración de pantallas del sótano	49
Ilustración 37. Formaleta para la losa	51
Ilustración 38. Ubicación de casetones.....	51
Ilustración 39. Muro tipo soga con ladrillo común	64
Ilustración 40. Dimensiones del ladrillo usado en obra, para la elaboración de muros en mampostería.	65

Ilustración 41. muros en mampostería.....	66
Ilustración 43. Esquema estructural de pantallas antes de la modificación	69
Ilustración 44. Esquema estructural de pantallas después de la modificación	69

INTRODUCCION

Para obtener el título de Ingeniero Civil, como lo estipula la Universidad del Cauca, el Concejo Superior Universitario con el Acuerdo N° 051 del 2001 y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005, le brinda la posibilidad al estudiante de presentar la modalidad de pasantía como trabajo de grado.

Es así como el ingeniero Edgar Montero Gamboa junto al arquitecto Álvaro Fabián Pino Gamboa me brindó la oportunidad de ejercer todos los conocimientos adquiridos en la universidad. Para participar como Auxiliar en procesos constructivos en actividades como: cimentación, elaboración de losas de entrepiso, elaboración de pantallas, vigas y columnas estructurales.

El proyecto comprende la construcción de un edificio de 6 pisos, conformado por apartamentos y aparta estudios.

Nombre del proyecto: edificio PRADA

El propietario de la obra es el señor Edgar Montero Gamboa

Dirección Calle 18N # 6N-78

Arquitecto: Álvaro Fabián Pino Gamboa

1. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de la pasantía como práctica profesional enriquece los conocimientos del estudiante desde el punto de vista técnico y administrativo a partir de los diferentes procesos concernientes a la construcción del proyecto.

La experiencia adquirida por el estudiante, en el transcurso de la pasantía le permite interesarse más por adquirir conocimientos de los procesos constructivos, motivando al residente a investigar para dar posibles soluciones a problemas que se pueden presentar en obras en las que el estudiante tenga una futura participación, garantizando así; la estabilidad y el continuo desarrollo de esta, obteniendo una perspectiva más detallada y amplia de las diferentes situaciones a lo largo de la ejecución del proyecto. Que le permitirán al estudiante adquirir una mayor capacidad de planeación, control y dirección de procesos constructivos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Participar como Auxiliar de ingeniería en la ejecución y control de los procesos constructivos del edificio PRADA.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar un control a los procesos constructivos de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de Construcción del proyecto.
- Obtener rendimientos de mano de obras, que me permitan hacer un análisis de las actividades ejecutadas más importantes.

3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

3.1. INFORMACIÓN DE LA OBRA

Nombre de la obra: edificio PRADA

Propietario de la obra en ejecución:

Ing. Edgar Montero Gamboa

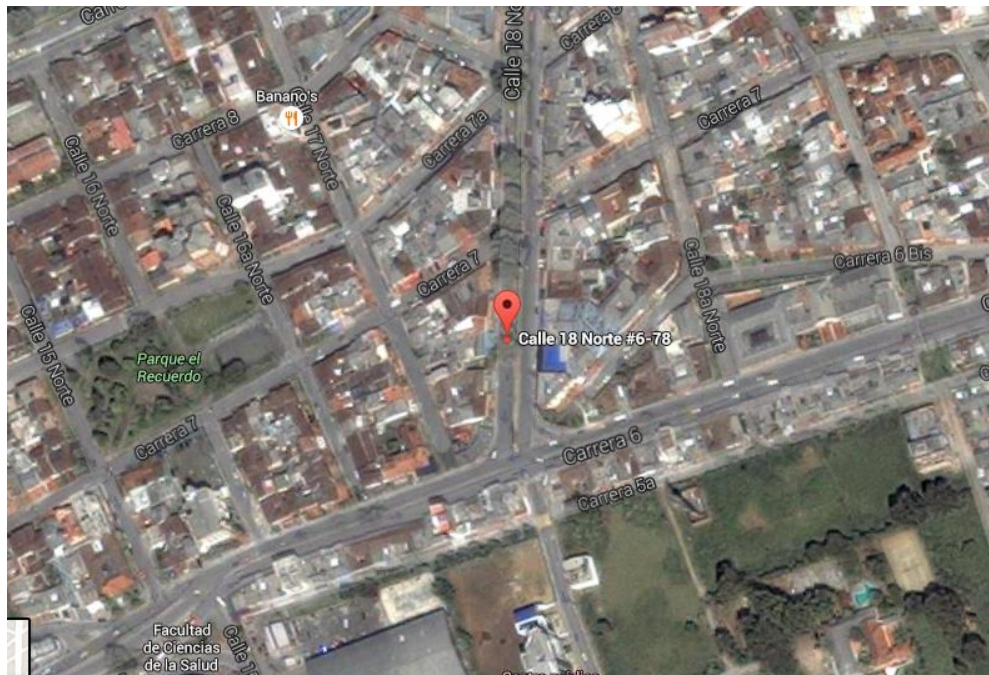
Director de obra:

Arq. Álvaro Fabián Pino Gamboa

3.2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto está localizado en Calle 18N # 6N-78 en la ciudad de Popayán perteneciente al departamento del cauca.

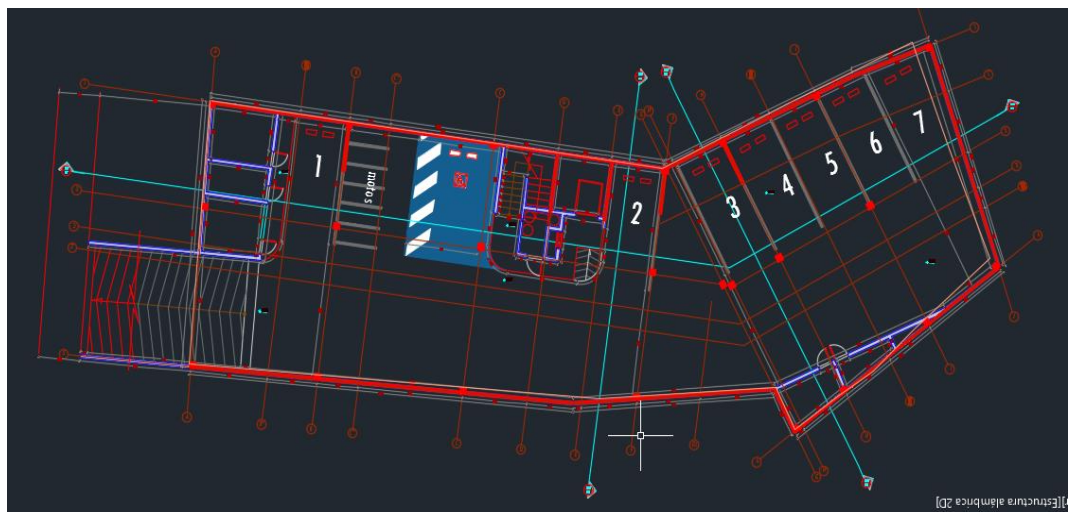
Ilustración 1. Localización del proyecto



Fuente: Google Earth

- El edificio Prada es un proyecto que está conformado en total por 6 pisos incluyendo el sótano y la zona social que se encuentra ubicada en el último piso.
- El proyecto consta de un sótano habilitado como parqueadero con la disponibilidad de alcance para 7 vehículos, y una zona amplia para parqueo de motos.

Ilustración 2. Planta del sótano (distribución de parqueaderos)



Fuente: ECOS arquitectura

- El primer piso está conformado por una recepción con aprox. $23,82 m^2$, un local con $33,34 m^2$, 4 aparta-estudios de aprox. $35 m^2$ c/u, y un apartamento de $62,51 m^2$.
- La distribución del segundo se encuentra repartida de la siguiente manera: 6 aparta-estudios de aprox. $35 m^2$ c/u y un apartamento de $62,51 m^2$. Esta distribución se repite hasta el cuarto piso.
- En el quinto piso se adecuo para la ubicación de un pent-house
- En el sexto piso esta la ubicación de la zona social, en la que se podrá gozar de las siguientes instalaciones: un yacusi, un gimnasio, una zona BBQ, un salón social y un baño turco.

- Es importante resaltar que el edificio se encuentra ubicado en una zona comercial; además en las zonas aledañas se goza de la prestación de servicios como: universidades, plazas mercado y centros comerciales.

3.3. INFORMACIÓN GLOBAL DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN OBRA

Con el propósito de lograr una buena acogida del personal hacia el residente se hizo una presentación del estudiante ante todo el personal y durante la primera semana se hizo una inducción con el fin de dar a conocer el propósito del proyecto y las actividades en las que deberá desempeñar.

El residente hizo el seguimiento y la supervisión diaria, a todos los avances logrados día a día por todo el equipo de trabajo que han hecho posible la elaboración del edificio PRADA.

Como ingeniera residente además de supervisar la ejecución de las actividades, se hizo un seguimiento en el proyecto para obtener el rendimiento que tiene el personal en el desarrollo de los diferentes elementos que conforman la obra.

El horario de trabajo que deben cumplir todos los trabajadores es el siguiente:

De lunes a viernes:

Mañanas: 7:00-12:00 am

Tarde: 1:00-5:00 pm

Los sábados y festivos:

Mañana: 7:00-12:00 pm

El acompañamiento como ingeniera residente inicia desde la cimentación del edificio, y finaliza con la elaboración de todos los elementos estructurales como losas, pantallas, vigas y columnas hasta el segundo piso, otras actividades en las que participo fueron:

3.3.1. Manipulación de planos: es indispensable poder interpretar de forma correcta todo lo estipulado en los planos, fue de gran ayuda el uso del programa AutoCAD.

3.3.2. Mampostería: es necesario cerciorarse de que los oficiales manejen bien los planos para que no se presenten problemas en la ubicación de los muros en mampostería, además se debe revisar que los muros estén a plomo y que las hiladas sean homogéneas.

3.3.3. Ubicación de las instalaciones sanitarias: antes de cualquier fundición hay que cerciorarse de que las instalaciones sanitarias estén bien ubicadas; además deberá rectificarse que el diámetro de la tubería sea el indicado; para esto se hace necesario la interpretación adecuada de los planos.

Ilustración 3. Instalaciones sanitarias



Fuente: propia

3.3.4. Localización y replanteo: Antes de la fundición de cualquier elemento estructural es necesario rectificar que los elementos estén bien ubicados, para ello es necesario trazar unos puntos, que permitan reducir el margen de error en las derivas.

Ilustración 4. Ubicación de ejes



Fuente: propia

4. ACTIVIDADES EJECUTADAS EN OBRA

Las actividades se desarrollan, debido al propósito y al cumplimiento de los objetivos que tiene el residente trazados como proyecto, con el fin de fortalecer los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad del cauca.

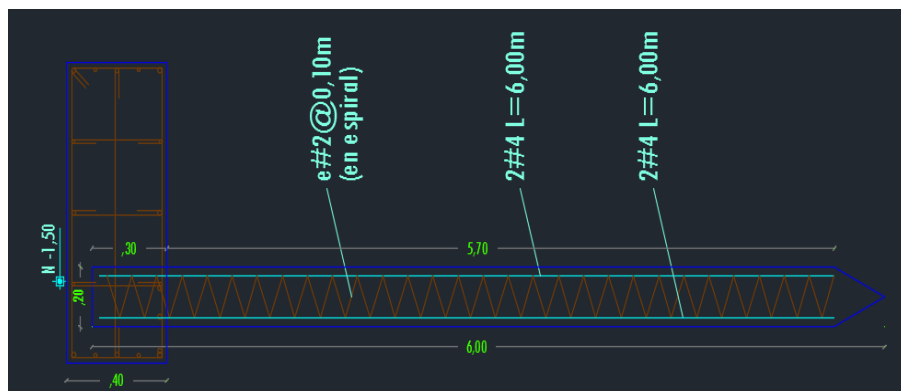
El siguiente registro, consiste en las actividades ejecutadas del proyecto desde el 10 de diciembre hasta el 13 de mayo.

4.1. CIMENTACIÓN

la implementación de cimentación en un proyecto como este; es de gran importancia; puesto que con ella se logra transmitir las cargas que produce la edificación al suelo.

4.1.1. Pilotes: En el edificio PRADA se implementaron cimentaciones profundas denominadas pilotes; cuyas especificaciones técnicas de acuerdo al estudio de suelos arrojaron que deberían tener una profundidad de 6 m con un diámetro de 20 cm.

Ilustración 5. Distribución del refuerzo de los pilotes



Fuente: ECOS arquitectura

4.1.1.1. Pasos a seguir para la elaboración de un pilote:

- se debe marcar con arena o cal, los puntos en los que se desea perforar.
- En los puntos en los que se dificulte el acceso de la máquina, se debe realizar una tarima que permita el acceso de la misma a este lugar.

Ilustración 6. perforación de pilotes



Fuente: propia

- A medida que se va perforando los ayudantes deben ir acarreando el material sobrante.
- Luego se procede a ubicar los castillos, (estos se deben armar con anticipación).
- En seguida se procede a fundir el pilote con concreto tremie

Ilustración 7. Fundición de los pilotes



Fuente: propia

4.1.2. Vigas de cimentación: tienen como función principal enlazar las columnas a nivel de cimentación, brindando la articulación adecuada entre los elementos que conforman el sistema estructural.

Ilustración 8. Elaboración de vigas

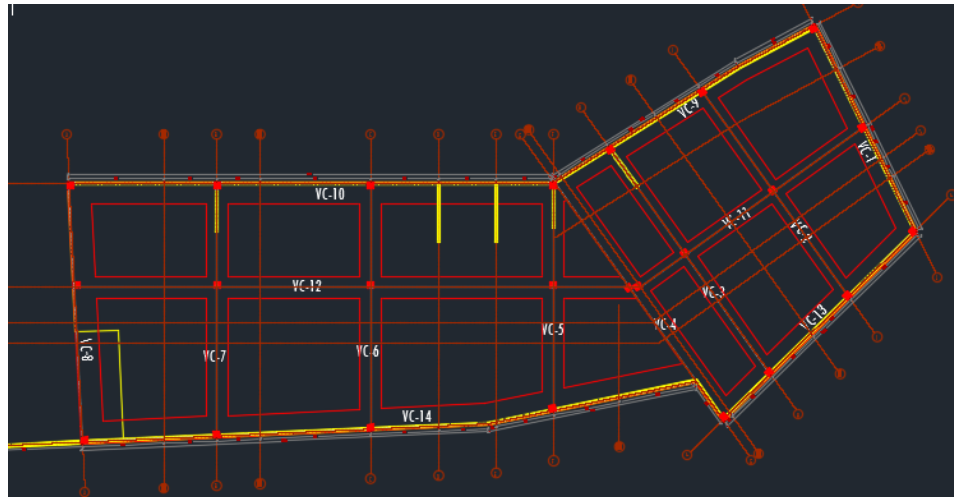


Fuente: propia

en el proyecto se desarrollaron dos tipos secciones transversales geométricas diferentes: unas con una sección de 0,80*0,40 m. y otras con una sección de

1,00*0,40 m. pero las distribuciones del refuerzo varían dependiendo de los requerimientos que necesiten para cumplir con las NSR-10.

Ilustración 9. Ubicación de las vigas de cimentación



Fuente: ECOS arquitectura

4.1.3. Losa de cimentación: superficie que se encarga de repartir el peso y las cargas a toda la superficie de apoyo.

Ilustración 10. Fundición de la losa de cimentación



Fuente: propia

Es una losa maciza cuya distribución de refuerzo está separada cada 0,15m en ambas direcciones, y para su elaboración se hizo necesaria la utilización de barrilla No. 5.

Ilustración 11. Refuerzo de la losa



Fuente: propia

4.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.2.1. Columnas: son elementos estructurales verticales, de forma alargada cuya función es transmitir las cargas que se generan, en las losas de entrepiso a los cimientos, se encuentran sometidas principalmente a cargas axiales de compresión o de flexo - compresión.

4.2.1.1. Procedimiento para la elaboración de una columna:

- Se arman las columnas teniendo en cuenta la distribución de acero que se requiere; según las especificaciones planteadas en los planos.

Ilustración 12. Refuerzo de las columnas



Fuente: propia

- Se deben replantear y ubicar los ejes de la estructura.
- Se ubica un marco de madera, fijado al suelo.

Ilustración 13. Preparación de las columnas para el encofrado



Fuente: propia

- En la parte interna del marco se colocan las caras de la **formaleta**; que previamente deben ser embadurnadas de jabón o ACPM para evitar que el concreto se adhiera a la madera.

- Se ponen travesaños, que corresponden a cuartones de 5*7,5 cm y varillas roscadas en acero. Cuya función es asegurar la formaleta e impedir que la misma se abra.

Ilustración 14. Fijación de la formaleta con travesaños



Fuente: propia

- Se ubican los gatos, con la finalidad de servir de apoyo al elemento estructural y garantizar la verticalidad del mismo.

Ilustración 15. Columna lista para fundir



Fuente: propia

- Se rectifica el plomo, con ayuda de una plomada y una piola.
- Se arma la tarima o andamios para poder vaciar el concreto; para la elaboración de mismo se necesitan andamios tijeras y tablones.
- Se procede a fundir las columnas, para la fundición de las mismas se utilizó concreto premezclado de 4000 psi con Plastocrete.
- Se vibra el concreto con el vibrador con el fin de evitar vacíos en la estructura.
- Al día siguiente se retira la formaleta, se hidrata con agua y se aplica Antisol blanco, utilizado para conservar la humedad del elemento para un adecuado proceso de curado.

Ilustración 16. Aplicación de Antisol para la comuna



Fuente: propia

4.2.2. Pantallas: son elementos estructurales de contención elaborados en hormigón, que se fabrican en el sitio.

4.2.2.1. Proceso constructivo de pantalla

- a. **En el sótano:** para la elaboración de los muros en el sótano fue necesario seguir el siguiente patrón; teniendo en cuenta que la construcción del edificio se hizo en medio de dos viviendas y el suelo era cohesivo:
- la excavación de la zona aledaña a las paredes de las viviendas se hizo manualmente, y por tramos; de tal manera que sea alternado un tramo sin excavar y otro excavado.

Ilustración 17. Excavación manual del terreno para la elaboración de pantallas.



Fuente: propia

- La excavación debe ser pareja y en el proceso se debe ir nivelando.
- Se coloca plástico negro en las paredes de suelo cohesivo para evitar las infiltraciones de agua.
- Se procede a armar la pantalla, siguiendo las especificaciones de los planos, en la construcción de edificio se utilizó varilla No.4 cada 0,20m en ambas direcciones y en las dos caras del muro.

Ilustración 18. Refuerzo de las pantallas



Fuente: propia

- Se alistan los tableros para iniciar a armar la formaleta, se debe aplicar ACPM o jabón azul para evitar que el concreto se adhiera a la madera.
- Se arma la formaleta conservando un espacio de 0,03m entre el acero y los tableros.
- Se ubican las cerchas, que sirven para asegurar la unión de los tableros, y brindar una mayor seguridad, evitando que la formaleta se abra.
- Se apuntalan los gatos, sirven como apoyo y ayudan a contrarrestar la presión que el concreto ejerce sobre la formaleta; además de ayudar a conservar el plomo.
- Se rectifica el plomo.
- Se ubican los andamios, para el vaciado del concreto.
- Se procede a fundir las pantallas, en el edificio se utilizó concreto premezclado de 3000 psi con Plastocrete, aditivo utilizado para evitar infiltraciones de agua.

Ilustración 19. Encofrado de pantallas



Fuente: propia

- Se vibra el concreto.
- Al día siguiente se retira la formaleta, se hidrata con agua los muros y se aplica Antisol blanco, utilizado para conservar la humedad del elemento para un adecuado proceso de curado.

Ilustración 20. Desencofrado de las pantallas



Fuente: propia

- b. en la parte superior e interna del edificio:** para la elaboración de las pantallas internas del edificio es necesario **que** la formaleta se construya para ambas caras del muro.
- Hacer un análisis detallado de los planos para la ubicación adecuada de las pantallas, evitando confusiones con los muros hechos en mampostería.
 - Armar las pantallas, siguiendo las especificaciones de los planos, en este caso en la construcción de edificio se utilizó varilla No.4 cada 0,20m en ambas direcciones y en las dos caras del muro.
 - Alistar los tableros para iniciar a armar la formaleta, se debe aplicar ACPM o jabón azul para evitar que el concreto se adhiera a la madera.
 - Armar la formaleta para ambas caras del muro conservando un espacio de 0,03m entre el acero y los tableros.
 - Ubicar las cerchas, que sirven para asegurar la unión de los tableros, y brindar una mayor seguridad, evitando que la formaleta se abra.
 - Apuntalar los gatos, sirven como apoyo y ayudan a contrarrestar la presión que el concreto ejerce sobre la formaleta; además de ayudar a conservar el plomo.

Ilustración 21. Pantalla lista para fundir



Fuente: propia

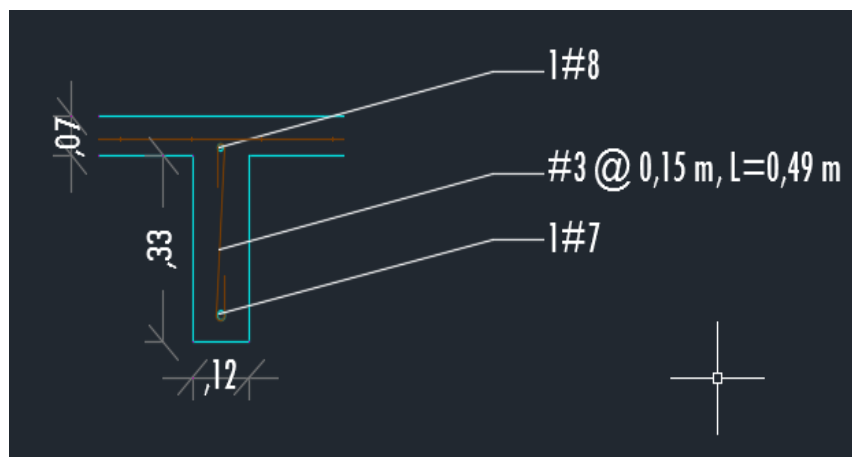
- Rectificar el plomo

- Ubicar los andamios, para el vaciado del concreto
- fundir las pantallas, en el edificio se utilizó concreto premezclado de 3000 psi.
- Vibrar el concreto.
- Al día siguiente se retira la formaleta, se hidrata con agua las pantallas y se aplica Antisol blanco, utilizado para conservar la humedad del elemento para un adecuado proceso de curado.

4.2.3. Losas de entrepiso: en la ejecución del proyecto se elaboraron losas aligeradas, ya que estas proporcionan menos peso y una buena rigidez a la estructura.

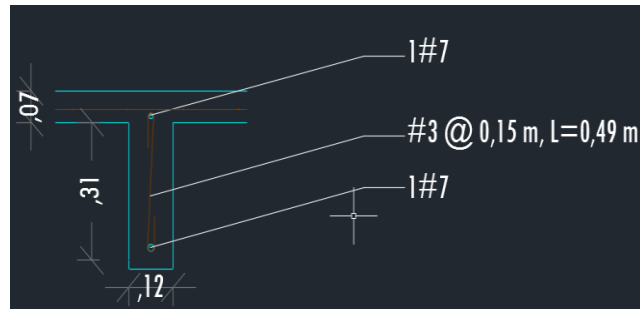
Una losa aligerada está conformada por una serie de nervios o viguetas que determinan el sentido de trabajo de la losa, una placa de concreto en la parte superior de espesor 0,07m, y de riostras que mejoran la rigidez y evitan el pandeo.

Ilustración 22. Corte transversal de las viguetas tipo 1



Fuente: propia

Ilustración 23. Corte transversal de las viguetas tipo 2



Fuente: propia

4.2.3.1. Proceso de elaboración:

- Ubicar tacos metálicos, de tal manera que sirvan de apoyo a las cerchas.
- Ubicar cerchas en la parte superior de los tacos.
- Utilizar diagonales o tijeras para asegurar y **amarrar** el sistema para que funcionen como un conjunto.
- Cuando todo el sistema esté bien instalado, se procede a ubicar los tableros en la parte superior, estos se aseguran con ayuda de varetas, alambre negro y puntillas.
- Encarterar alrededor de la losa, y en la parte interna en donde estén ubicados vacíos como parte del diseño.

Ilustración 24. Formaleta para la elaboración de la losa



Fuente: propia

- Trazar ejes, para poder ubicar las vigas.
- Armar vigas, siguiendo las especificaciones de los planos.
- Plantear la ubicación de los nervios y las riostras.
- Armar los nervios y las riostras siguiendo las especificaciones plasmadas en los planos.
- Poner panelitas de concreto en la parte inferior de cada viga, nervio, y riostra armada con el fin de garantizar el recubrimiento inferior de la losa.
- Ubicar los casetones, en el proyecto se utilizaron casetones de icopor.

Ilustración 25. Distribución de casetones para la fundición de la losa



Fuente: propia

- Ubicar las instalaciones hidrosanitarias.
- Fundir la losa, en obra se utilizó concreto premezclado bombeado de 3000psi.

Ilustración 26. Fundición de la losa



Fuente: propia

- Se vibra el concreto, para hacer que la mezcla quede homogénea y no queden vacíos.
- se pasa el codal, para nivelar la superficie.

Ilustración 27. Nivelación y fundición de la losa



Fuente: propia

- al día siguiente se hidrata con agua la superficie para guardar la humedad y garantizar un buen curado de la losa.

- Se procede a desencofrar 15 días después.

4.2.4. Vigas: elemento estructural horizontal, que trabaja principalmente a flexión, que junto a las columnas se encarga de transmitir las cargas que se producen en la estructura a los cimientos, el esfuerzo de flexión puede producir tensiones de compresión y tracción.

Las secciones transversales de las vigas en el proyecto son de 0,40*0,40m.

En la ejecución del proyecto las vigas están embebidas en la losa, por ello el proceso de construcción está sujeto al de la losa.

Ilustración 28. Elaboración de vigas



Fuente: propia

4.2.4.1. Pasos a seguir para armar una viga:

- Ubicar el refuerzo longitudinal de los extremos superiores.

Ilustración 29. Ubicación de los estribos en la viga



Fuente: propia

- Colocar los estribos siguiendo el espaciamiento planteado en los planos.
- Amarrar los estribos con alambre negro al refuerzo longitudinal.
- Poner el refuerzo longitudinal que va en el intermedio.
- Amarrar el refuerzo longitudinal intermedio a los estribos.

Ilustración 30. Refuerzo de la viga



Fuente: propia

4.3. MAMPOSTERÍA

Se conoce como mampostería la actividad de levantar muros con bloques denominados ladrillos que se pegan con mortero, son utilizados comúnmente para la elaboración de muros divisorios.

Para la fabricación del mortero se hace necesario el uso de materiales como: arena, cemento y agua.

4.3.1. Proceso constructivo de un muro en mampostería:

- Nivelación de la superficie que se dispondrá para el desarrollo de esta actividad.
- Se calcula el espesor de cada hilada.
- Se humedeces los ladrillos, para que no absorban el agua del mortero.
- En los dos laterales se ubica un poste indicadores o barras de medición, que permiten identificar hasta donde tiene que ir cada hilada, para ello se tiempla un nailon de lado a lado.
- Se aplica la mezcla de mortero en el suelo.
- Se ponen los ladrillos encima de la mezcla, conservando una separación adecuada; a medida que se va pegando los ladrillos se debe ir aplicando el mortero en el medio de ellos.
- Se rectifica el nivel.
- Luego se traslada el nailon hacia arriba para conservar el espesor de las hiladas.
- En la siguiente fila se debe intentar no colocar los ladrillos siguiendo el patrón de los anteriores; para ello se inicia pegando en la hilera la mitad de un ladrillo.

- Se repite el procedimiento anterior siempre rectificando el plomo del muro y que la separación de las juntas sea homogénea.

Ilustración 31. Mampostería



Fuente: propia

5. RENDIMIENTO DE 5 ACTIVIDADES EJECUTADAS EN OBRA

Para obtener los rendimientos de la obra; fue necesario seguir paso a paso el avance de cada objeto que conforma el proyecto. El procedimiento se resume en los siguientes pasos:

- Llevar apuntes de la hora de inicio y finalización de la construcción de cada objeto.
- Cuantificar el material empleado en cada avance de obra.
- Tomar registro del número de personas que integran cada cuadrilla.
- Registrar que cuadrilla elaboro cada elemento.

Obteniendo el material **empleado** por cada cuadrilla en la construcción de los diferentes elementos y las horas empleadas en la elaboración de ellos obtengo el rendimiento.

5.1. ELABORACIÓN DE PILOTES

5.1.1. Equipo: para la elaboración de los pilotes se utilizó una maquina cuyo mecanismo de perforación está conformado por una barrena que funciona bajo el principio de la rotación.

Ilustración 32. Refuerzo de la viga



Fuente: propia

5.1.2. Mano de obra: para la ejecución de esta actividad se hace necesario la conformación de dos cuadrillas diferentes, que se repartirán las siguientes actividades:

Tabla 1. Mano de obra para los pilotes		
CUADRILLA NO.	PERSONAL	ACTIVIDADES
Cuadrilla No. 1	1 oficial + 1 ayudante	Armar castillos
Cuadrilla No. 2	1 oficial + 1 ayudante	Armar castillos
Cuadrilla No. 3	1 oficial + 4 ayudante	perforar y fundir los pilotes.

5.1.3. Materiales: Las siguientes cantidades se calcularán solo para la elaboración de un solo pilote.

- Castillo:
Especificaciones:
4 varillas No. 4 de longitud 6m
Estribos No. 2 @ 0,1m

Tabla 2. Materiales para el refuerzo de los pilotes		
Materiales	Unidad	Cantidad
acero # 4(l= 6m)	Kg	23,86
acero #2(esprial)	Kg	10
Alambre negro Calibre # 18	Kg	1

- Fundición: para la fundición de los elementos se utilizó concreto premezclado, distribuido por la empresa **GEOACOPIO. S.A.S.**

Tabla 3. Materiales para la fundición de los pilotes		
Materiales	Unidad	Cantidad
Concreto tremie 3000 psi	m^3	0,20

5.1.4. Rendimiento de la perforación y la fundición: el rendimiento de la actividad es de 12 *pilotes/dia*, aproximadamente 40 min por pilote.

5.2. ELABORACIÓN DE COLUMNAS

5.2.1. Equipo

Para el desarrollo de esta actividad se hizo necesario el uso de los siguientes implementos:

- Para la parte estructural se utilizó un gancho para amarrar el refuerzo, un martillo y un metro.
- Para la formaleta se utilizó una brocha, martillo, metro o cinta métrica y cortadora.

Ilustración 33. columnas listas para fundir



Fuente: propia

5.2.2. Mano de obra

Tabla 4. Mano de obra para la elaboración de las columnas			
CUADRILLA NO.	PERSONAL	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
Cuadrilla No. 1	1 oficial + 1 ayudante	figurar el refuerzo para las columnas.	
Cuadrilla No. 2	1 oficial + 1 ayudante	armar, aplomar y formaletear las columnas.	Trabajadores de poca experiencia

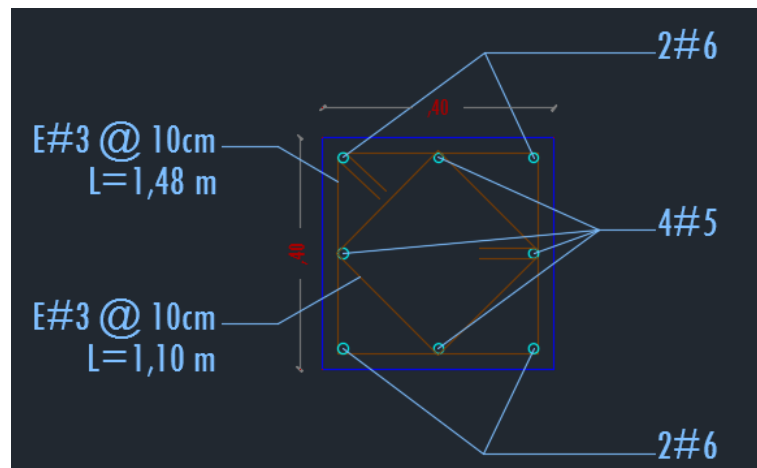
Tabla 5. Mano de obra para la elaboración de las columnas			
CUADRILLA NO.	PERSONAL	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
Cuadrilla No. 3	1 oficial + 1 ayudante	armar, aplomar y formatear las columnas.	
Cuadrilla No. 4	1 oficial + 1 ayudante	armar, aplomar y formatear las columnas.	
Cuadrilla No. 5	1 oficial + 1 ayudante	armar, aplomar y formatear las columnas.	

5.2.3. Materiales

continuación se calcularán la cantidad de material; dependiendo de la sección transversal de cada columna. Solo se analizará 1 columna por cada sección.

- Sección transversal tipo 1:

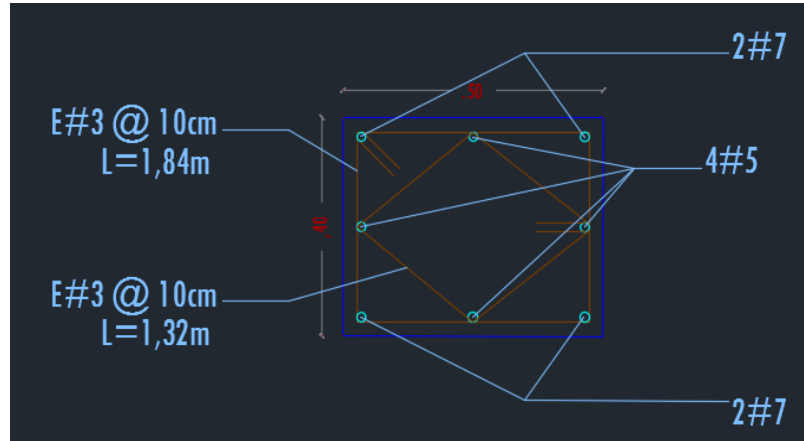
Ilustración 34. Sección transversal de las columnas del eje 1, 4 y el eje 5 desde el sótano al último piso



Fuente: propia

- Sección transversal tipo 2:

Ilustración 35. Sección transversal de las columnas del eje 2 desde el sótano al último piso



Fuente: propia

Tabla 6. Materiales para la elaboración de columnas tipo 1 (MI)		
materiales	Unidad	Cantidad
Acero fy (420Mpa)	Kg	31,443
Alambre negro Calibre # 18	Kg	3,2
Concreto f'c (21Mpa)	M ³	0,168
Formaleta	M ³	0,168

Tabla 7. Materiales para la elaboración de columnas tipo 2 (MI)		
materiales	Unidad	Cantidad
Acero fy (420Mpa)	Kg	38,32
Alambre negro Calibre # 18	Kg	3,9
Concreto f'c (21Mpa)	M ³	0,21
formaleta	M ³	0,21

5.2.4. Rendimiento por cuadrillas:

Se analizará el rendimiento solo del procedimiento antes de la fundición de las columnas.

Tabla 8. Rendimiento en la elaboración de columnas					
CUADRILLA NO.	Tipo de columna	ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo (h)	RENDIMIENTO
Cuadrilla No. 1	Tipo 1	Figurar el acero, para estribos	1323,54kg	1	1323,54Kg/hora
	Tipo 2		1296,86kg	1	1296,864Kg/hora
Cuadrilla No. 2	Tipo 1	Armar el refuerzo	31,44 kg	0,889	35,396 Kg/hora
	Tipo 2		38,32kg	0,859	44.588 Kg/hora
	Tipo 1	Formaleta	1col	1,8	0,555 col/hora
	Tipo 2		1col	2	0,5col/hora
Cuadrilla No. 3	Tipo 1	Armar el refuerzo	31,44 kg	0,711	44,245 Kg/hora
	Tipo 2		38,32kg	0,841	45,579 Kg/hora
	Tipo 1	Formaleta	1col	1,6	0,625 col/hora
	Tipo 2		1col	1,8	0,555col/hora

Tabla 9. Rendimiento en la elaboración de columnas					
CUADRILLA NO.	Tipo de columna	ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo (h)	RENDIMIENTO
Cuadrilla No. 4	Tipo 1	Armar el refuerzo	31,44 kg	0,622	50,566 Kg/hora
	Tipo 2		38,32kg	0,747	51,276 Kg/hora
	Tipo 1	Formaleta	1col	2	0,5 col/hora
	Tipo 2		1col	1,8	0,555col/hora
Cuadrilla No. 5	Tipo 1	Armar el refuerzo	31,44 kg	0,675	46,573Kg/hora
	Tipo 2		38,32kg	0,710	53,975Kg/hora
	Tipo 1	Formaleta	1col	2,2	0,454 col /hora
	Tipo 2		1col	2	0,5col/hora

5.3. ELABORACIÓN DE PANTALLAS

5.3.1. Equipo

- para la parte estructural solo se emplean ganchos para amarrar, martillo, cortadora, escalera, metro.
- Para la formaleta se utiliza una cortadora para cortar la madera, martillo, gancho para amarrar alambre, brocha, metro o cinta métrica y una plomada.

Ilustración 36. Elaboración de pantallas del sótano



Fuente: propia

5.3.2. Mano de obra

Tabla 10. Mano de obra utilizado en la elaboración de pantallas			
CUADRILLA NO.	PERSONAL	ACTIVIDADES	Observaciones
Cuadrilla No. 1	1 oficial + 1 ayudante	armar, aplomar y formatear las pantallas.	
Cuadrilla No. 2	2 oficiales	armar, aplomar y formatear las pantallas.	
Cuadrilla No. 3	1 oficial + 1 ayudante	armar, aplomar y formatear las pantallas.	Personal joven de poca experiencia.
Cuadrilla No. 4	1 oficial+1 ayudante	Armar, aplomar y formatear las pantallas.	

5.3.3. Materiales

Tabla 11. Materiales utilizados en la elaboración de 1m ² de pantalla		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
acero # 4	Kg	21
Alambre negro Calibre # 18		0.21
Concreto f'c (21Mpa)	M ³	0.21

5.3.4. Rendimiento

Tabla 12. Rendimiento del personal en la elaboración de pantallas		
CUADRILLA NO.	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO
Cuadrilla No. 1	Armar el refuerzo	24.686 Kg/h
	Formaleta	0.301ml/h
Cuadrilla No. 2	Armar el refuerzo	22.172 Kg/h
	Formaleta	0.401ml/h
Cuadrilla No. 3	Armar el refuerzo	22.044 Kg/h
	Formaleta	0.321ml/h
Cuadrilla No. 4	Armar el refuerzo	23.246 Kg/h
	Formaleta	0.315ml/h

5.4. ELABORACIÓN DE LOSAS DE ENTREPISO

5.4.1. Equipo

- Para la formaleta se utilizan: gatos o puntales, cerchas, tijeras, andamios, cortadora, segueta, martillo, gancho para amarrar alambre.
- Para la parte estructural se utilizó una cortadora para cortar el refuerzo a la medida requerida, un gancho para amarrar el alambre, metro.

Ilustración 37. Formaleta para la losa



Fuente: propia

Ilustración 38. Ubicación de casetones



Fuente: propia

5.4.2. Mano de obra

Las mismas cuadrillas se implementaron tanto para armar las vigas como para armar los nervios o viguetas y las riostras.

Tabla 13. Personal en la elaboración de las losas de entepiso		
CUADRILLA NO.	PERSONAL	ACTIVIDADES
Cuadrilla No. 1	1 oficial + 1 ayudante	Figuran el refuerzo
Cuadrilla No. 2	2 oficiales	Armar vigas
Cuadrilla No. 3	1 oficial + 1 ayudante	Armar vigas
Cuadrilla No. 4	1 oficial + 1 ayudante	Armar vigas
Cuadrilla No. 5	1 oficial + 1 ayudante	Armar formaleta y Encarterar
Cuadrilla No. 6	1 oficial + 1 ayudante	Encarterar

5.4.3. Materiales

5.4.3.1. Vigas

Tabla 14. Materiales utilizados en la elaboración de vigas del primer piso			
VIGA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Primer piso			
v1	Acero fy (420Mpa)	kg	171.918
	Alambre negro Calibre # 18		17.192
v2	Acero fy (420Mpa)	kg	287.081
	Alambre negro Calibre # 18		28.708
v3	Acero fy (420Mpa)	kg	280.942
	Alambre negro Calibre # 18		28.094
v4	Acero fy (420Mpa)	kg	253.604
	Alambre negro Calibre # 18		25.360
v5	Acero fy (420Mpa)	kg	179.685
	Alambre negro Calibre # 18		17.968
v6	Acero fy (420Mpa)	Kg	177.875

Tabla No.12 materiales utilizados en la elaboración de vigas del primer piso

VIGA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Primer piso			
v6	Alambre negro Calibre # 18	kg	17.787
v7	Acero fy (420Mpa)	kg	208.586
	Alambre negro Calibre # 18		20.859
v8	Acero fy (420Mpa)	kg	219.548
	Alambre negro Calibre # 18		21.955
v9	Acero fy (420Mpa)	kg	294.632
	Alambre negro Calibre # 18		29.463
v10	Acero fy (420Mpa)	kg	465.572
	Alambre negro Calibre # 18		46.557
v12	Acero fy (420Mpa)	kg	210.841
	Alambre negro Calibre # 18		21.084
v13	Acero fy (420Mpa)	kg	255.301
	Alambre negro Calibre # 18		25.530
v14	Acero fy (420Mpa)	kg	202.041
	Alambre negro Calibre # 18		20.204
v15	Acero fy (420Mpa)	kg	321.303
	Alambre negro Calibre # 18		32.130
v16	Acero fy (420Mpa)	kg	612.256
	Alambre negro Calibre # 18		61.226
v17	Acero fy (420Mpa)	kg	555.470
	Alambre negro Calibre # 18		55.547
v18	Acero fy (420Mpa)	kg	76.067
	Alambre negro Calibre # 18		7.607
v19	Acero fy (420Mpa)	kg	77.222
	Alambre negro Calibre # 18		7.722

Tabla 15. Materiales utilizados en la elaboración de vigas de 2 al 5 piso

VIGA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
2-5 piso			
v1	Acero fy (420Mpa)	kg	103.514
	Alambre negro Calibre # 18		10.351
v2	Acero fy (420Mpa)	kg	268.055
	Alambre negro Calibre # 18		26.805

Tabla No.13 Materiales utilizados en la elaboración de vigas de 2 al 5 piso

VIGA 2-5 piso	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
v3	Acero fy (420Mpa)	kg	297.146
	Alambre negro Calibre # 18		29.715
v4	Acero fy (420Mpa)	kg	164.479
	Alambre negro Calibre # 18		16.448
v5	Acero fy (420Mpa)	kg	179.685
	Alambre negro Calibre # 18		17.968
v6	Acero fy (420Mpa)	kg	177.875
	Alambre negro Calibre # 18		17.787
v7	Acero fy (420Mpa)	kg	208.586
	Alambre negro Calibre # 18		20.859
v8	Acero fy (420Mpa)	kg	233.723
	Alambre negro Calibre # 18		23.372
v9	Acero fy (420Mpa)	kg	294.632
	Alambre negro Calibre # 18		29.463
v10	Acero fy (420Mpa)	kg	465.572
	Alambre negro Calibre # 18		46.557
v12	Acero fy (420Mpa)	kg	210.841
	Alambre negro Calibre # 18		21.084
v13	Acero fy (420Mpa)	kg	255.301
	Alambre negro Calibre # 18		25.530
v14	Acero fy (420Mpa)	kg	202.041
	Alambre negro Calibre # 18		20.204
v15	Acero fy (420Mpa)	kg	321.303
	Alambre negro Calibre # 18		32.130
v16	Acero fy (420Mpa)	kg	570.103
	Alambre negro Calibre # 18		57.010
v17	Acero fy (420Mpa)	kg	582.409
	Alambre negro Calibre # 18		58.241
v18	Acero fy (420Mpa)	kg	76.067
	Alambre negro Calibre # 18		7.607
v19	Acero fy (420Mpa)	kg	77.222
	Alambre negro Calibre # 18		7.722

5.4.3.2. Riostras

Tabla 16. Materiales utilizados en la elaboración de riostras del primer piso			
RIOSTRA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Primer piso			
R1	Acero fy (420Mpa)	kg	70.170
	Alambre negro Calibre # 18		7.017
R2	Acero fy (420Mpa)	kg	126.698
	Alambre negro Calibre # 18		12.670
R3	Acero fy (420Mpa)	kg	123.542
	Alambre negro Calibre # 18		12.354
R4	Acero fy (420Mpa)	kg	122.504
	Alambre negro Calibre # 18		12.250
R5	Acero fy (420Mpa)	kg	65.139
	Alambre negro Calibre # 18		6.514
R6	Acero fy (420Mpa)	kg	133.968
	Alambre negro Calibre # 18		13.397
R7	Acero fy (420Mpa)	kg	106.053
	Alambre negro Calibre # 18		10.605

Tabla 17. Materiales utilizados en la elaboración de riostras del 2-4 piso			
RIOSTRA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
2-4 piso			
R1	Acero fy (420Mpa)	kg	127.535
	Alambre negro Calibre # 18		12.754
R2	Acero fy (420Mpa)	kg	126.698
	Alambre negro Calibre # 18		12.670
R3	Acero fy (420Mpa)	kg	123.542
	Alambre negro Calibre # 18		12.354
R4	Acero fy (420Mpa)	kg	122.504
	Alambre negro Calibre # 18		12.250
R5	Acero fy (420Mpa)	kg	65.139
	Alambre negro Calibre # 18		6.514
R6	Acero fy (420Mpa)	kg	133.968
	Alambre negro Calibre # 18		13.397
R7	Acero fy (420Mpa)	kg	67.779
	Alambre negro Calibre # 18		6.778

5.4.3.3. Viguetas

Tabla 18. Materiales utilizados en la elaboración de viguetas del primer piso			
VIGUETA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Primer piso			
Vt1	Acero fy (420Mpa)	kg	133.543
	Alambre negro Calibre # 18		13.354
Vt2	Acero fy (420Mpa)	kg	141.706
	Alambre negro Calibre # 18		14.171
Vt3	Acero fy (420Mpa)	kg	247.619
	Alambre negro Calibre # 18		24.762
Vt4	Acero fy (420Mpa)	kg	238.140
	Alambre negro Calibre # 18		23.814
Vt5	Acero fy (420Mpa)	kg	217.688
	Alambre negro Calibre # 18		21.769
Vt6	Acero fy (420Mpa)	kg	185.320
	Alambre negro Calibre # 18		18.532
Vt7	Acero fy (420Mpa)	kg	100.233
	Alambre negro Calibre # 18		10.023
Vt8	Acero fy (420Mpa)	kg	13.080
	Alambre negro Calibre # 18		1.308
Vt9	Acero fy (420Mpa)	kg	73.296
	Alambre negro Calibre # 18		7.330
Vt10	Acero fy (420Mpa)	kg	4.285
	Alambre negro Calibre # 18		0.429
Vt11	Acero fy (420Mpa)	kg	6.606
	Alambre negro Calibre # 18		0.661
Vt12	Acero fy (420Mpa)	kg	8.960
	Alambre negro Calibre # 18		0.896
Vt13	Acero fy (420Mpa)	kg	23.468
	Alambre negro Calibre # 18		2.347
Vt14	Acero fy (420Mpa)	kg	118.622
	Alambre negro Calibre # 18		11.862
Vt15	Acero fy (420Mpa)	kg	118.108
	Alambre negro Calibre # 18		11.811
Vt16	Acero fy (420Mpa)	kg	117.236
	Alambre negro Calibre # 18		11.724

Tabla No.16 Materiales utilizados en la elaboración de viguetas del primer piso			
VIGUETA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Primer piso			
Vt17	Acero fy (420Mpa)	kg	116.722
	Alambre negro Calibre # 18		11.672
Vt18	Acero fy (420Mpa)	kg	115.851
	Alambre negro Calibre # 18		11.585
Vt19	Acero fy (420Mpa)	kg	114.979
	Alambre negro Calibre # 18		11.498
Vt20	Acero fy (420Mpa)	kg	113.401
	Alambre negro Calibre # 18		11.340
Vt21	Acero fy (420Mpa)	kg	112.015
	Alambre negro Calibre # 18		11.201
Vt22	Acero fy (420Mpa)	kg	111.015
	Alambre negro Calibre # 18		11.101
Vt23	Acero fy (420Mpa)	kg	110.501
	Alambre negro Calibre # 18		11.050
Vt24	Acero fy (420Mpa)	kg	70.204
	Alambre negro Calibre # 18		7.020
Vt25	Acero fy (420Mpa)	kg	42.892
	Alambre negro Calibre # 18		4.289

Tabla 19. Materiales utilizados en la elaboración de viguetas del 2-4 piso			
VIGUETA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
2-4 piso			
Vt1	Acero fy (420Mpa)	kg	141.094
	Alambre negro Calibre # 18		14.109
Vt2	Acero fy (420Mpa)	kg	140.709
	Alambre negro Calibre # 18		14.071
Vt3	Acero fy (420Mpa)	kg	140.094
	Alambre negro Calibre # 18		14.009
Vt4	Acero fy (420Mpa)	kg	133.680
	Alambre negro Calibre # 18		13.368
Vt5	Acero fy (420Mpa)	kg	226.581
	Alambre negro Calibre # 18		22.658

Tabla No.17 Materiales utilizados en la elaboración de viguetas del 2-4 piso			
VIGUETA 2-4 piso	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Vt6	Acero fy (420Mpa)	kg	131.009
	Alambre negro Calibre # 18		13.101
Vt7	Acero fy (420Mpa)	kg	137.612
	Alambre negro Calibre # 18		13.761
Vt8	Acero fy (420Mpa)	kg	137.291
	Alambre negro Calibre # 18		13.729
Vt9	Acero fy (420Mpa)	kg	136.970
	Alambre negro Calibre # 18		13.697
Vt10	Acero fy (420Mpa)	kg	136.387
	Alambre negro Calibre # 18		13.639
Vt11	Acero fy (420Mpa)	kg	20.657
	Alambre negro Calibre # 18		2.066
Vt12	Acero fy (420Mpa)	kg	44.057
	Alambre negro Calibre # 18		4.406
Vt13	Acero fy (420Mpa)	kg	93.025
	Alambre negro Calibre # 18		9.303
Vt14	Acero fy (420Mpa)	kg	76.719
	Alambre negro Calibre # 18		7.672
Vt15	Acero fy (420Mpa)	kg	75.626
	Alambre negro Calibre # 18		7.563
Vt16	Acero fy (420Mpa)	kg	46.439
	Alambre negro Calibre # 18		4.644
Vt17	Acero fy (420Mpa)	kg	41.836
	Alambre negro Calibre # 18		4.184
Vt18	Acero fy (420Mpa)	kg	92.636
	Alambre negro Calibre # 18		9.264
Vt19	Acero fy (420Mpa)	kg	91.314
	Alambre negro Calibre # 18		9.131
Vt20	Acero fy (420Mpa)	kg	90.443
	Alambre negro Calibre # 18		9.044
Vt21	Acero fy (420Mpa)	kg	89.929
	Alambre negro Calibre # 18		8.993
Vt22	Acero fy (420Mpa)	kg	89.057
	Alambre negro Calibre # 18		8.906

Tabla No.17 Materiales utilizados en la elaboración de viguetas del 2-4 piso			
VIGUETA	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
2-4 piso			
Vt23	Acero fy (420Mpa)	kg	88.186
	Alambre negro Calibre # 18		0.000
Vt24	Acero fy (420Mpa)	kg	69.304
	Alambre negro Calibre # 18		6.930
Vt25	Acero fy (420Mpa)	kg	79.582
	Alambre negro Calibre # 18		7.958
Vt26	Acero fy (420Mpa)	kg	69.304
	Alambre negro Calibre # 18		6.930
Vt27	Acero fy (420Mpa)	kg	69.304
	Alambre negro Calibre # 18		6.9304095

5.4.4. Rendimiento

5.4.4.1. Vigas

Tabla 20. Rendimiento de algunas vigas en el primer piso					
cuadrilla	viga	refuerzo armado (KG)	tiempo empleado (h)	rendimiento (kg/h)	promedio (kg/h)
cuadrilla1	estribos#3 l=1.48	35.431	1.000	35.431	35.431
	v12	210.841	2.530	83.336	
cuadrilla2	v1	171.918	2.330	73.784	73.078
	v4	253.604	4.083	62.112	
cuadrilla3	v13	255.301	2.917	87.522	87.927
	v2	287.081	3.250	88.333	
cuadrilla4	v14	202.041	2.500	80.816	75.526
	v3	280.942	4.000	70.236	

Tabla 21. Rendimiento en la elaboración de algunas vigas del segundo piso

Cuadrilla	viga	refuerzo armado (KG)	tiempo empleado (h)	rendimiento (kg/h)	promedio (kg/h)
cuadrilla 1	estribos#3 l=1.48	35.4312	1	35.4312	35.431
cuadrilla2	v17	582.409	4.500	129.424	117.043
	v5	179.685	2.750	65.340	
	v10	465.572	2.750	169.299	
	v9	294.632	2.830	104.110	
cuadrilla3	v16	570.103	3.500	162.887	100.400
	v8	233.723	3.000	77.908	
	v7	208.586	2.170	96.123	
	v6	177.875	2.750	64.682	
cuadrilla4	v15	321.303	3.250	98.862	75.720
	v18	76.067	1.083	70.238	
	v19	77.222	1.330	58.061	

Tabla 22. Rendimiento promedio en la elaboración de vigas

CUADRILLA NO.	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO
Cuadrilla No. 1	Armar el refuerzo	35.431Kg/h
Cuadrilla No. 2	Armar el refuerzo	95.060 Kg/h
Cuadrilla No. 3	Armar el refuerzo	94.163 Kg/h
Cuadrilla No. 4	Armar el refuerzo	75.623 Kg/h

5.4.4.2. Riostras

Tabla 23. Rendimiento en la elaboración de algunas riostras del primer piso					
cuadrilla	riostra	refuerzo armado (KG)	tiempo empleado (h)	rendimiento (kg/h)	promedio (kg/h)
cuadrilla1	estribos#3 L=0.49m	20.110	1.000	20.110	20.110
cuadrilla3	r6	133.968	2.083	64.315	64.315
cuadrilla4	r7	106.053	1.830	57.952	57.952

Tabla 24. Rendimiento en la elaboración de algunas riostras del segundo piso					
cuadrilla	riostra	refuerzo armado (KG)	tiempo empleado (h)	rendimiento (kg/h)	promedio (kg/h)
cuadrilla1	estribos#3 L=0.49m	20.110	1.000	20.110	20.110
cuadrilla2	r1	127.535	2.250	56.682	56.682
cuadrilla3	r2	126.698	2.330	54.377	54.377
cuadrilla4	r5	65.139	1.167	55.818	59.897
	r3	123.542	2.170	56.932	
	r4	122.504	1.830	66.942	

Tabla 25. Rendimiento promedio en la elaboración de riostras		
CUADRILLA NO.	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO
Cuadrilla No. 1	Armar el refuerzo	20.110 Kg/h
Cuadrilla No. 2	Armar el refuerzo	56.682 Kg/h
Cuadrilla No. 3	Armar el refuerzo	59.346 Kg/h
Cuadrilla No. 4	Armar el refuerzo	58.925Kg/h

5.4.4.3. Viguetas

Tabla 26. Rendimiento en la elaboración de algunas viguetas del primer piso					
Cuadrilla	vigüeta	refuerzo armado (KG)	tiempo empleado (h)	rendimiento (kg/h)	promedio (kg/h)
cuadrilla 1	estribos#3 L=0.49m	26.394	1.000	26.394	26.394
cuadrilla2	v17	116.722	1.500	77.815	66.960
	v18	115.851	1.920	60.339	
	v19	114.979	1.833	62.727	
cuadrilla3	v20	113.401	1.670	67.905	67.392
	v21	112.015	1.750	64.009	
	v22	111.015	1.580	70.263	
cuadrilla4	v23	110.501	1.830	60.383	60.799
	v24	70.204	1.083	64.823	
	v25	42.892	0.750	57.189	

Tabla 27. Rendimiento en la elaboración de algunas viguetas del segundo piso					
Cuadrilla	vigüeta	refuerzo armado (KG)	tiempo empleado (h)	rendimiento (kg/h)	promedio (kg/h)
cuadrilla 1	estribos#3 L=0.49m	26.39385	1	26.39385	26.39385
cuadrilla2	vt1	141.094	1.500	94.063	68.799
	vt2	140.709	1.750	80.405	
	vt11	20.657	0.500	41.314	
	vt4	133.680	2.250	59.413	
cuadrilla3	vt5	226.581	2.500	90.632	70.590
	vt6	131.009	2.083	62.894	
	vt10	136.387	2.083	65.476	
	vt8	137.291	2.167	63.355	
cuadrilla4	vt9	136.970	1.500	91.313	73.463
	vt3	140.094	2.750	50.943	
	vt7	137.612	2.168	63.483	
	vt12	44.057	0.500	88.114	

Tabla 28. Rendimiento en la elaboración de viguetas		
CUADRILLA NO.	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO
Cuadrilla No. 1	Armar el refuerzo	26.394 Kg/h
Cuadrilla No. 2	Armar el refuerzo	67.880 Kg/h
Cuadrilla No. 3	Armar el refuerzo	68.991 Kg/h
Cuadrilla No. 4	Armar el refuerzo	67.131 Kg/h

5.4.4.4. Formaleta

Tabla 29. Rendimiento en la elaboración de formaleta para losas de entepiso					
cuadrilla	piso	formaleta armada (m ²)	tiempo empleado (h)	rendimiento (m ² /h)	promedio
No.1	primer piso	150.440	50.000	3.009	3.251
		253.200	72.500	3.492	
	segundo piso	136.600	64.500	2.118	2.051
		254.610	128.330	1.984	
Promedio					2.651

5.5. ELABORACIÓN DE MAMPOSTERÍA

5.5.1. Equipo

- Para preparar el mortero se **utilizó** una pala, un balde y un cedazo rectangular para cernir arena.
- Para la pega de ladrillo se utilizaron: una regleta, nailon, un nivel y un palustre.

Ilustración 39. Muro tipo sogá con ladrillo común



Fuente: propia

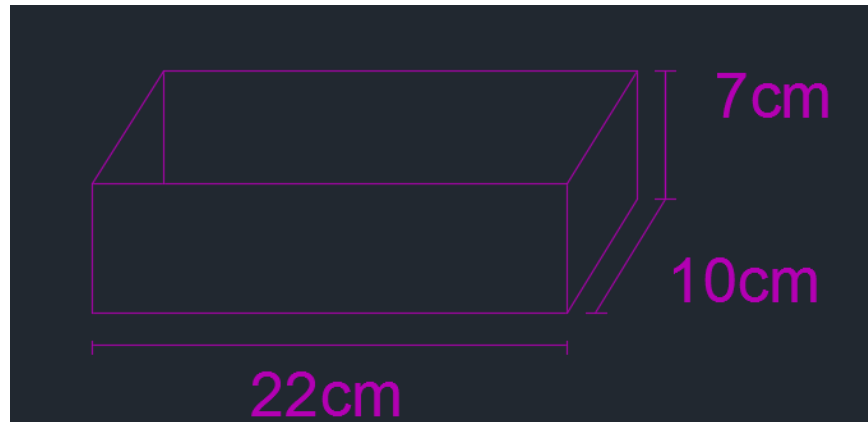
5.5.2. Mano de obra

Tabla 30. Mano de obra para la elaboración de muros en mampostería		
CUADRILLA NO.	PERSONAL	ACTIVIDADES
Cuadrilla No. 1	1 oficial + 1 ayudante	Humedecer los ladrillos, Formar la mezcla de mortero, y pegar los ladrillos.

5.5.3. Materiales

- Para la preparación del mortero se utilizó: cemento Argos, arena fina para repello y agua.
- Para la ejecución del muro en mampostería se utilizaron ladrillos de tipo común con las siguientes dimensiones:

Ilustración 40. Dimensiones del ladrillo usado en obra, para la elaboración de muros en mampostería.



Fuente: propia

- Cantidad de materiales por metro cuadrado:
 se utilizó mortero 1:3 para la pega de ladrillos, con un espesor de 1,5 cm

$$\text{cemento} = \left(\frac{36}{1+3}\right) * 50 \left(\frac{kg}{m^3}\right) = 9 * 50 = \frac{450kg}{m^3} \text{ de mortero}$$

$$\text{agregado fino} = 0,04 * 9 * 3 = 1,08 m^3 \text{ de material} / (m^3 \text{ de mortero})$$

En obra se ejecutaron los muros tipo sogá, cantidad de ladrillos por m²

$$\frac{\text{No de ladrillos}}{m^2 \text{ de muro}} = \left(\frac{100}{22 + 1,5}\right) * \left(\frac{100}{7 + 1,15}\right) = 50 \text{ ladrillos}$$

$$\begin{aligned} (\text{cantidad de mortero } m^3) / (m^2 \text{ muro}) &= (100 * 100 - 50 * 22 * 7) * \left(\frac{10}{10^6}\right) \\ &= 0,023m^3 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta el 5% de desperdicio se tiene que

$$\begin{aligned} \frac{\text{No de ladrillos}}{m^2 \text{ de muro}} &= \left(\frac{100}{22 + 1,5}\right) * \left(\frac{100}{7 + 1,15}\right) = 50 \text{ ladrillos} * 1,05 \\ &= 52,5 \text{ ladrillos} \end{aligned}$$

$$\text{cemento} = 450 * 0,023 * 1,05 = 10,87kg$$

$$\text{agregado fino} = 1,08 * 0,023 * 1,05 = 0,026\text{m}^3$$

5.5.4. Rendimiento: el análisis de rendimiento se tendrá en cuenta por metro cuadrado.

Ilustración 41. muros en mampostería.



Fuente: propia

Tabla 31. Rendimiento en la elaboración de muros en mampostería		
CUADRILLA NO.	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO
Cuadrilla No. 1	Pega de ladrillo	0,284 h/m ²

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES OBTENIDO CON AYUDA DE LOS RENDIMIENTOS Y LOS DIFERENTES INCONVENIENTES PRESENTADOS EN OBRA

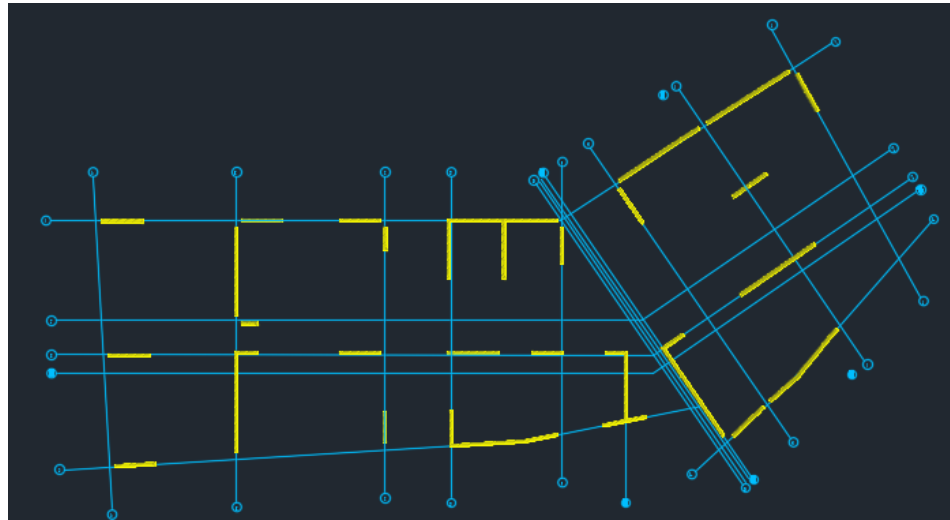
Este cronograma se desarrolló con el fin de conocer el número de días gastados en la construcción de cada planta; para la elaboración del mismo se tuvieron en cuenta los rendimientos obtenidos, la secuencia de actividades que tienen que hacerse antes de otra, retrasos con los materiales y problemas climatológicos.

El cronograma se encuentra en el **ANEXO 5**.

7. ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN EL PROYECTO

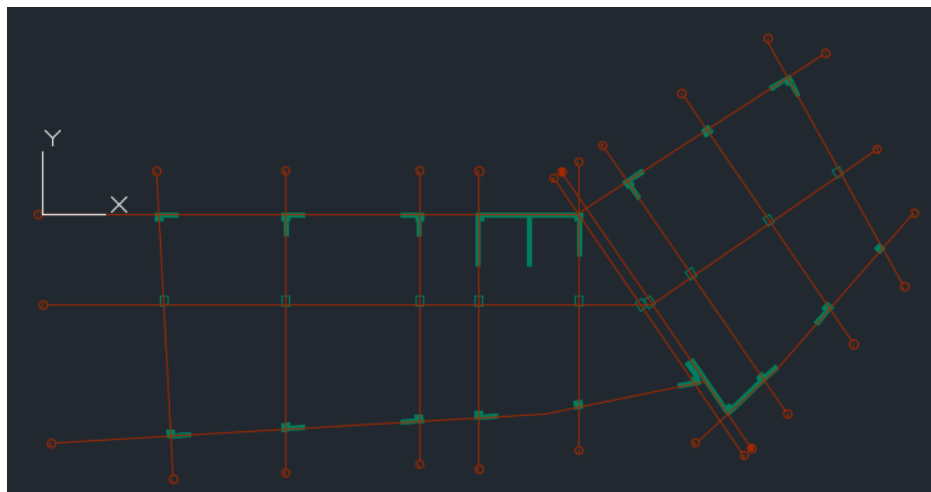
- El rendimiento de la actividad de armado de pantallas es mayor en el sótano, esto se debe a que las pantallas en él, son continuas mientras que en el primer y segundo piso las pantallas son cortas, esto implica mayores cortes del refuerzo y figuración del mismo.
- El rendimiento de la actividad de formaletas para pantallas en el sótano es mayor debido a que **estas requerían formaleta por un solo lado**; puesto que el otro lado tenía como apoyo el suelo; además de que no era necesario hacer tantos cortes a la madera para la elaboración de las mismas porque estas eran amplias.
- El rendimiento en la elaboración del sótano se vio afectado debido a la ubicación del proyecto, ya que por estar en medio de dos viviendas el terreno aledaño a este, tuvo que excavar manualmente y por tramos para evitar deslizamientos; lo que demoró la perforación de pilotes.
- **El rendimiento de las actividades del primer piso se vieron afectadas por dos situaciones: la primera se debe al incumplimiento del proveedor del casetón del icopor que atrasó 18 días la fundición de la losa y la segunda se debe a la modificación de los planos estructurales; en los cuales se redujeron un gran porcentaje de pantallas; estas modificaciones ocasionaron un atraso de 15 días.**

Ilustración 42. Esquema estructural de pantallas antes de la modificación



Fuente: ECOS arquitectura

Ilustración 43. Esquema estructural de pantallas después de la modificación



Fuente: ECOS arquitectura

8. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Algunos factores que pueden mejorar el rendimiento de la obra son:

- El maestro contratado en obra, debe cumplir con el horario laboral establecido, logrando así un mayor control y supervisión del personal; evitando así errores de construcción por parte de los obreros.
- Preparar e instruir al personal administrativo antes del inicio de la construcción de la obra es de suma importancia; ya que con ello se logra que el personal conozca el proyecto y así mismo tengan claro sus funciones.
- El almacenista de la obra tiene que ser una persona capacitada, que tenga conocimiento de los diferentes materiales **usados** en la construcción y preferiblemente debe saber manejar un software para llevar un mejor control de los materiales y el equipo.
- El almacenista no debe ser utilizado como mensajero, tiene que estar presente durante el horario laboral establecido; puesto que él debe abastecer de materiales y equipo al personal de trabajo.
- El director de obra tiene que ser una persona activa que constantemente este interactuando con los avances que se presentan en obra; esto con el fin de identificar errores que se estén presentado en el proyecto y puedan corregirse antes de ocasionar daños que afecten la estabilidad de la edificación.
- La planeación del proyecto es muy importante; puesto que con ello obtengo un cronograma de actividades que me sirven para comparar si el personal de

trabajo está cumpliendo con las metas establecidas y mirar cual puede ser el motivo de los retrasos.

- Se debe elaborar el cronograma de actividades para identificar cuáles son las rutas críticas; y así poner todo el empeño posible para que estas actividades se desarrollen sin imprevistos evitando demoras en obra.
- El uso de un cronograma de actividades es necesario para mirar con que anticipación hay que solicitar los materiales o el equipo de construcción y si es útil en algunas actividades la contratación de más personal.
- Los diseños estructurales, hidrosanitarios, eléctricos y arquitectónicos antes de iniciar el proyecto deben estar terminados; si se hacen modificaciones estas tienen que corregirse con anticipación al desarrollo de la actividad modificada para evitar demoliciones que pueden traer como resultado retrasos y pérdidas económicas.
- Se debe preparar al personal para que haga un buen manejo de los equipos (vibradores, cortadoras, soldadora, plumas, etc.) utilizados en obra.
- Hay que cerciorarse de que todo el personal de trabajo se encuentre asegurado y de que estén utilizando accesorios como (casco, botas, guantes) que pueden evitar accidentes que ocasionen retrasos, problemas legales y económicos.
- Esta experiencia me sirvió para aprender que cada uno de los pasos en los procesos constructivos de un objeto son importantes; y que si ignoramos alguno de ellos puede traer consecuencias en el funcionamiento del mismo. Además, de que el proceso de planeación de una obra no es irrelevante es

uno de los pasos más importantes y me ayudan a mantener el orden en el proyecto.

- Mi aporte como ingeniera residente en la obra fue: supervisar la elaboración de los elementos que componen la edificación desde el sótano hasta el segundo piso, explicarle al almacenista cuáles son sus funciones y enseñarle a elaborar un kardex en Excel, cuantificar materiales con ayuda de los planos, cerciorarme de la seguridad de los empleados y por ultimo mirar que los empleados estén rindiendo y cumplan sus funciones en la elaboración del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Rivera I. Gerardo A. Concreto Simple. Unicauca. 1992.
- Planos digitales del Edificio Prada.
- Apuntes realizados durante toda la práctica.

ANEXOS

- **ANEXO 1:** Dimensiones Nominales y Tolerancias máximas de las barras corrugadas DIACO.
- **ANEXO 2:** Resolución 606 del 2015.
- **ANEXO 3:** certificación práctica profesional pasantía.
- **ANEXO 4:** CD con planos estructurales del edificio Prada.
- **ANEXO 5:** CD con el cronograma de actividades elaborados con el software Project.

ANEXO 1

Dimensiones Nominales y Tolerancias máximas de las barras corrugadas

DESIGNACION		DIAMETRO	AREA DE SELECCIÓN	PERIMETRO	DISTANCIA PROM. MAX.	ALTURA MAX. RESALTES Y VENAS	ANCHO MÁX. DE VENAS	MASA POR METRO LINEAL
No.	Pulg.	mm.	mm ²	mm.	mm.	mm.	mm.	Kg/M.
3	3/8	9.53	71.40	30.00	6.70	0.42	3.60	0.57
4	1/2	12.70	129.00	39.90	8.90	0.51	4.80	1.00
5	5/8	15.90	200.00	49.90	11.10	0.63	6.00	1.56
6	3/4	19.10	284.00	59.80	13.30	0.95	1.20	2.25
7	7/8	22.20	387.00	69.80	15.60	1.11	8.40	3.06
8	1	25.40	510.00	79.80	17.80	1.27	9.70	4.00
9	1.1/8	28.70	645.00	90.00	20.00	1.43	10.90	5.06
10	1.1/4	32.30	819.00	101.40	22.40	1.60	12.20	6.35
11	1.3/8	35.80	1,006.00	112.50	25.20	1.80	13.70	8.04

Fuente:

http://www.codiacero.com/catalogos/productos_industriacomercio_barras.pdf