

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO
BOSQUE ENCANTADO, EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN (CAUCA)**

**PROYECTO DE GRADO EN MODALIDAD DE PASANTÍA PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**



PRESENTADO POR

FRANK GIOVANY SOTELO ARAGÓN

C.C. 1.000.136.800

CÓDIGO 100416021063

DIRECTORA

Arq. DIANA VELASCO GALVIS

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

POPAYÁN

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y jurado del trabajo de grado titulado “Auxiliar de ingeniería en la construcción del proyecto Bosque Encantado, en el municipio de Popayán (Cauca)” han evaluado este documento, y luego de haber escuchado la sustentación realizada por el estudiante, lo encuentran satisfactorio, por lo cual, autorizan al estudiante para desarrollar las gestiones para optar por el título de Ingeniero Civil

Firma del Jurado

Firma del Director

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincera gratitud hacia las personas e instituciones que me brindaron su ayuda y apoyo durante mi pasantía y la elaboración de mi trabajo de grado en modalidad de pasantía. En primer lugar, agradezco a mi tutora en la empresa por su dedicación y orientación durante todo el proceso de mi pasantía y por darme la oportunidad de poner en práctica mis conocimientos y habilidades en un entorno laboral real.

Además, agradezco a todos los miembros del equipo de la empresa que me brindaron su colaboración y apoyo, así como a mis compañeros de trabajo por su amistad y ayuda en el logro de mis objetivos.

Asimismo, quiero expresar mi agradecimiento a mi universidad por permitirme realizar esta pasantía como parte de mi formación académica y por brindarme el respaldo necesario para llevarla a cabo. También quiero agradecer a mis profesores por enseñarme los conocimientos y habilidades necesarias para llevar a cabo mi trabajo de grado con éxito.

Finalmente, agradezco a mi familia y amigos por su constante apoyo y motivación, y por estar a mi lado durante todo el proceso de este importante proyecto en mi carrera académica y profesional.

RESUMEN

El presente informe, es el resultado del proyecto de grado en modalidad de pasantía para optar por el título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca, la cual se realizó en la empresa GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES GRACOL SAS, en el proyecto BOSQUE ENCANTADO, ubicado en la ciudad de Popayán (Cauca). En el desarrollo de la pasantía se brindó acompañamiento, supervisión, apoyo técnico y control del proceso constructivo en la obra, en base a los diseños, normatividad, guías técnicas las cuales ayudan a garantizar la buena ejecución del proceso constructivo. Se presentan tablas de control, fotografías y demás de las actividades realizadas.

TABLA DE CONTENIDO

1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	9
2.	<i>OBJETIVO</i>	10
2.1	OBJETIVO GENERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
3.	<i>INFORMACIÓN DE LA EMPRESA RECEPTORA</i>	11
3.1	DATOS DE CONTACTO	11
4.	<i>GENERALIDADES</i>	12
4.1	DATOS DEL PROYECTO	12
5.	<i>SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO</i>	15
5.1	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA MEDIANTE USO DE FORMALETA MODULAR 15	
5.1.1	FORMALETA METÁLICA	16
5.1.2	MEZCLA DE CONCRETO	18
5.2	CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL SISTEMA INDUSTRIALIZADO EN COLOMBIA 19	
6.	<i>ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL PASANTE</i>	20
6.1	VERIFICAR QUE LOS DISEÑOS DE LOS PLANOS SE PROYECTEN DE UNA MANERA ADECUADA EN LA LOCALIZACIÓN DE EJES DE MUROS, PUNTOS HIDROSANITARIOS Y ELÉCTRICOS	20
6.2	VERIFICAR QUE SE REALICE UNA BUENA EJECUCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACIÓN EN LA MANZANA 6A Y 6B DEL PROYECTO. 27	

6.3	BRINDAR APOYO TÉCNICO EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA DE LA MANZANA 6A Y 6B DEL PROYECTO.	37
6.4	ACTIVIDADES ADICIONALES REALIZADAS POR EL PASANTE.....	51
7.	<i>CONCLUSIONES</i>	54
8.	<i>RECOMENDACIONES</i>	56
9.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas del Concreto.....	18
Tabla 2. Muestras de cilindros	45

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logotipo Constructora	11
Ilustración 2. Planta general Bosque Encantado	12
Ilustración 3. Ubicación del proyecto	13
Ilustración 4. Renders Bosque Encantado.....	13
Ilustración 5. Planta arquitectónica	13
Ilustración 6. Detalles estructurales	14
Ilustración 7. Elementos que conforman la formaleta metálica.....	17
Ilustración 8. Modulación de un elemento tipo muro con formaleta metálica	17
Ilustración 9. Detalle tubería en muro	21
Ilustración 10. Detalle instalación tubería en Losa de entepiso.....	21
Ilustración 11. Bajante aguas lluvia mal ubicado	22
Ilustración 12. Irregularidades en tubería sanitaria	23
Ilustración 13. Planta eléctrica.....	23
Ilustración 14. Puntos eléctricos y sanitarios protegidos	24
Ilustración 15. Cimbrado en losa de cimentación	24
Ilustración 16. Mala ubicación de grafiles	25
Ilustración 17. Sikadur AnchorFix-4.....	26
Ilustración 18. Instalación de Anclajes con Sikadur AnchorFix-4.....	26
Ilustración 19. Planta de cimentación	28
Ilustración 20. Detalles de ancho de excavación	29
Ilustración 21. Excavación para cimentación en pacha de 4 casas.....	29
Ilustración 22. Solado en la cimentación	30
Ilustración 23. Falta de solado en la cimentación	30

Ilustración 24. Detalle refuerzo de acero en cimentación	31
Ilustración 25. Instalación de castillos de acero en la cimentación	31
Ilustración 26. Refuerzo de acero en la cimentación para una junta	32
Ilustración 27. Longitud de traslape en losa de cimentación	32
Ilustración 28. Detalle grafil	33
Ilustración 29. Cimentación apta antes del proceso de fundición	34
Ilustración 30. Fundición de cimentación.....	35
Ilustración 31. Losa de cimentación fundida pacha de 6 casas.....	35
Ilustración 32. Losa de cimentación fundida pacha de 2 casas.....	35
Ilustración 33. Ensayo de esclerometría.....	36
Ilustración 34. Refuerzo en dinteles.....	37
Ilustración 35. Inspección de ubicación de formaleta	38
Ilustración 36. Elementos para asegurar formaleta	39
Ilustración 37. Atrancado de muros y losa con ayuda de gatos tensores ...	39
Ilustración 38. Detalles en el refuerzo de la losa de cimentación	40
Ilustración 39. Refuerzo de acero en losa de entrepiso.....	41
Ilustración 40. Refuerzo esquina de losa de entrepiso	41
Ilustración 41. Detalle remate entre muro y losa	42
Ilustración 42. Verificación de aplomada de muros.	43
Ilustración 43. Autobomba anclada y lista para fundición	43
Ilustración 44. Prueba de slump	44
Ilustración 45. Cilindros en concreto.....	44
Ilustración 46. Resistencia de casas (Piso 1 y Piso 2) a 28 días	45
Ilustración 47. Fundición primer nivel	46
Ilustración 48. Fundición diurna y nocturna segundo nivel	46

Ilustración 49. Proceso de curado de elementos fundidos	47
Ilustración 50. Hormigueros y hueco en muro	47
Ilustración 51. Antepecho incompleto	48
Ilustración 52. Barriga en muro de concreto por falla de corbata.....	48
Ilustración 53. Muro picado.....	49
Ilustración 54. Corbata embebida	50
Ilustración 55. Juntas en losa de entrepiso.....	50
Ilustración 56. Juntas entre casas por cambio de nivel	51
Ilustración 57. Cerezo de vías	51
Ilustración 58. Estructura de pavimento.....	52
Ilustración 59. Pavimentación de vías y corte de juntas	52
Ilustración 60. Fundición de entrada para acceso a la vivienda.....	53

1. INTRODUCCIÓN

La pasantía, es una modalidad de trabajo de grado la cual le concede al estudiante herramientas que ayudan a afianzar los conocimientos adquiridos durante el proceso académico, convirtiéndose en una gran oportunidad para vivir situaciones a las cuales estará expuesto en la vida laboral, de esta manera, adquiriendo experiencia tanto en campo como oficina. La facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca permite la pasantía como una modalidad de grado para obtener el título de Ingeniero Civil, según la resolución *FIC N° 820 del 14 de octubre del 2014*.

Cuando se habla de construcción, se refiere a las múltiples formas que hay para crear diferentes tipos de estructuras, uno de los aspectos que toman mayor importancia en el instante de construir una obra civil, es el control de calidad de los materiales a emplear ya que la vida útil que tendrá la obra depende en gran medida a ello. Por otra parte, también se deben cumplir ciertos reglamentos técnicos como la NTC (Norma técnica colombiana), la ASTM o NSR-10 (Norma Sismo Resistente - 10). Por dicha razón, en las obras civiles se hace necesaria la existencia de un supervisor y/o interventor el cual está constantemente observando y dando criterio profesional para que se cumplan las normas mencionadas anteriormente y se garantice una óptima construcción.

Los proyectos de vivienda en Colombia tienen gran importancia ya que están ligados al desarrollo de las regiones en donde se ejecutan, Teniendo en cuenta la generación de empleo, inversiones, desarrollo vial, etc. Por dicha razón, el rol del ingeniero civil toma gran importancia gracias a la formación adquirida en el transcurso de la carrera profesional, donde se debe aplicar todo su conocimiento en busca de calidad, y una correcta planificación y ejecución de los proyectos.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el trabajo de grado mediante la modalidad de práctica profesional, como auxiliar de ingeniería en la construcción del proyecto Bosque encantado en el municipio de Popayán.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar que se realice una buena ejecución del proceso constructivo de la cimentación en la manzana 6A y 6B del proyecto.
- Verificar que los diseños de los planos se proyecten de una manera adecuada en la localización de ejes de muros, puntos hidrosanitarios y eléctricos.
- Brindar apoyo técnico en el proceso constructivo de la estructura de la manzana 6A y 6B del proyecto.

3. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA RECEPTORA

3.1 DATOS DE CONTACTO

Nombre: Grandes y Modernas Construcciones Gracol SAS

Representante legal: Pedro Pablo Reyes Guzmán

NIT: 900343892

Dirección: Cra. 17 #19n – 238

Teléfono: 317 8154011

Correo: servicioalcliente@gracolsas.com

Logo:



*Ilustración 1. Logotipo Constructora
Fuente: Gracol SAS (2022)*

4. GENERALIDADES

4.1 DATOS DEL PROYECTO

La práctica se realizó en la ciudad de Popayán en la Calle 53a Norte # 14-46, donde el pasante fue auxiliar de ingeniería en la construcción del proyecto Bosque encantado, apoyando en mayor parte la ejecución de la cimentación y estructura.

El conjunto cerrado Bosque encantado es un proyecto de vivienda de interés social (VIS), el cual consta de un total de 342 casas que contienen dos plantas las cuales se dividen en 6 manzanas. Las casas tienen un sistema de construcción industrializado donde su sistema estructural se conforma por losas y muros en concreto outinord y modulados con formaleta metálica **FORMESAN**.

La distribución en planta del proyecto Bosque encantado se muestra en la *ilustración 2*.

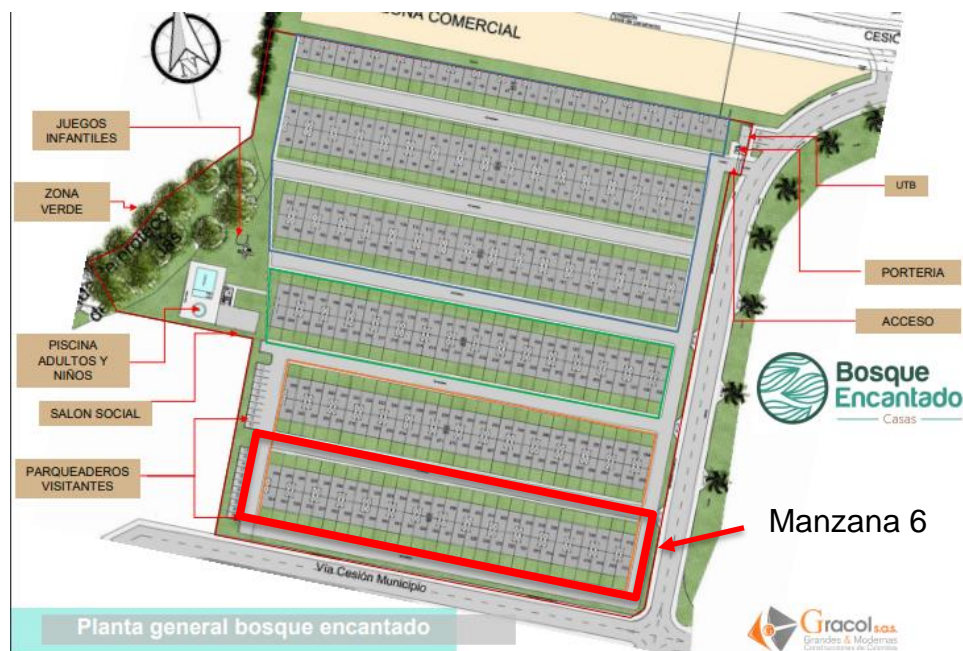


Ilustración 2. Planta general Bosque Encantado
Fuente: Gracol SAS (2022)

Además de lo mencionado anteriormente, el proyecto cuenta con zona social, piscina, parqueaderos, UTB, portería y juegos infantiles. El proyecto es construido por la constructora **GRACOL SAS**, está ubicada en una de las zonas de mayor crecimiento de la ciudad como lo es la variante norte.

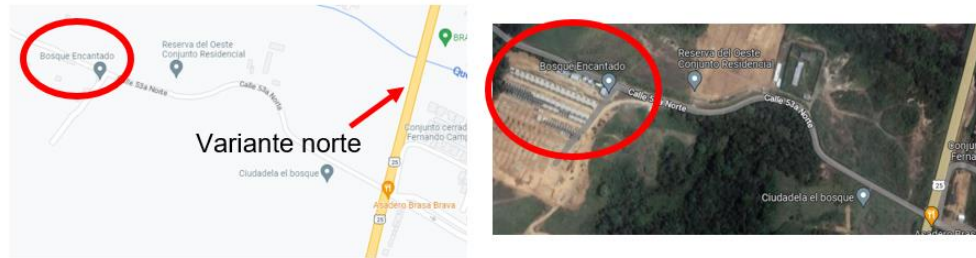


Ilustración 3. Ubicación del proyecto
Fuente: Google maps

El proyecto consta de casas de 2 pisos, en donde la primera planta tiene un área privada de 34.5 m², en ella se encuentra sala, comedor, cocina, habitación auxiliar y patio mientras que en la segunda planta se tiene un área privada de 22.5 m² aproximada, en este espacio se encuentra la habitación principal, baño, estudio y un espacio disponible para una futura ampliación.



Ilustración 4. Renders Bosque Encantado
Fuente: GRACOL SAS (2022)



Ilustración 5. Planta arquitectónica
Fuente: GRACOL SAS (2022)

El sistema estructural del proyecto está basado en muros de carga, reforzados con malla electrosoldada, y losa de entrepiso la cual cuenta con doble refuerzo en malla electrosoldada. El diseño estructural estuvo a cargo de la empresa **SOLARTE Y CIA.** Algunos detalles estructurales serán mostrados en la siguiente ilustración.

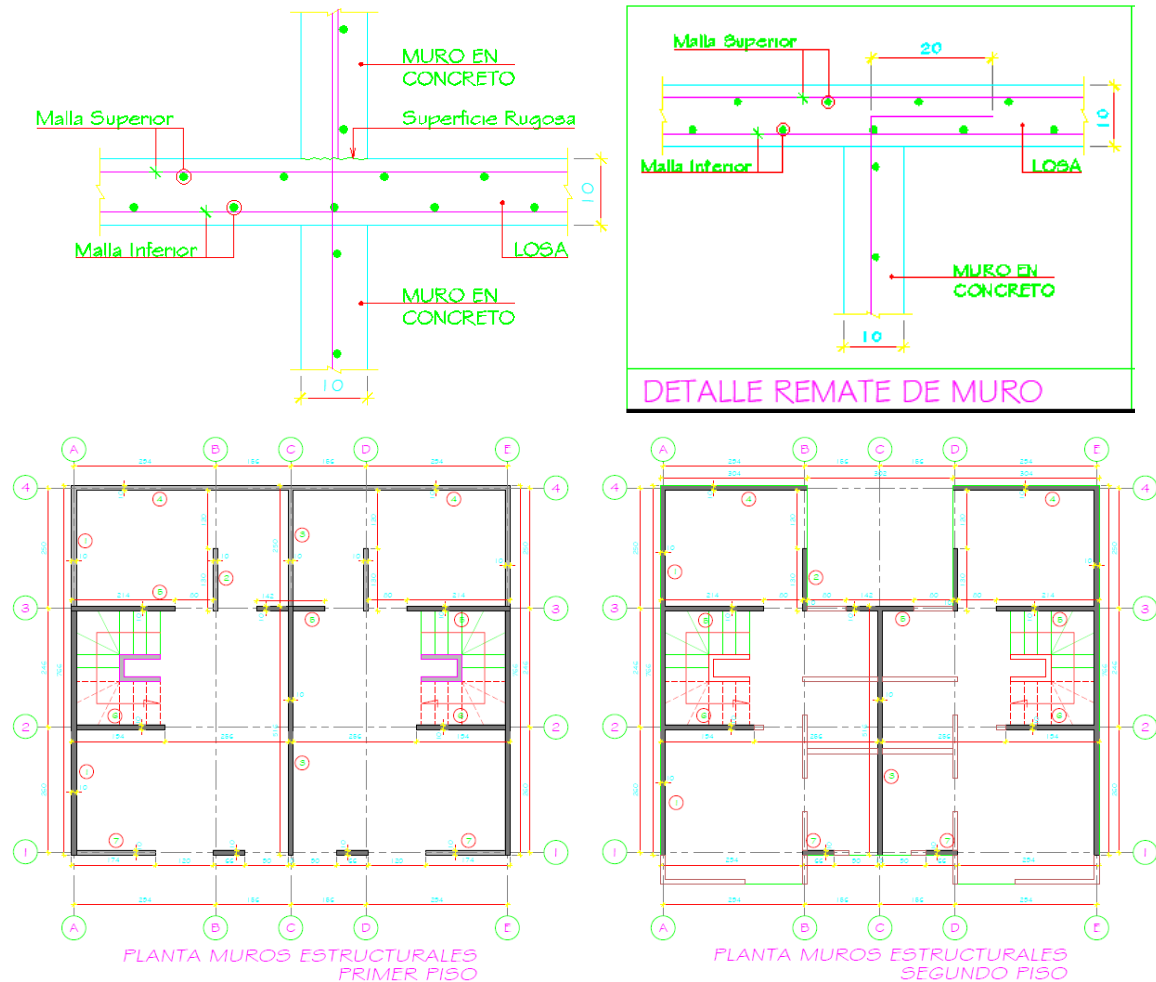


Ilustración 6. Detalles estructurales
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)

5. SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO

Al hablar de sistema industrializado de construcción, se refiere a métodos y técnicas los cuales logran producción en serie para la construcción de viviendas ya sean casas o edificios, lo anterior se logra utilizando materiales prefabricados o técnicas de montaje in-situ. Este sistema de construcción busca mejorar la producción ya que reduce los tiempos y costos de los proyectos.

La industrialización, permite realizar la construcción de un modelo de vivienda tipo mediante la utilización de formaleta metálica modulada que, con un personal eficiente y la utilización del principio de rotación diaria, permiten alcanzar una velocidad y una eficiencia en la construcción. Por lo general, en este sistema de construcción de vivienda su sistema estructural está conformado únicamente por losas y muros en concreto, para el caso de construcción de casas, en el caso de proyectos tipo edificio al ser estructuras más esbeltas se encuentran más elementos estructurales de apoyo.

5.1 CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA MEDIANTE USO DE FORMALETA MODULAR

Uno de los métodos de construcción que más fuerza está tomando, es la utilización de formaleta modular para la fabricación de elementos estructurales en concreto como lo son muros, columnas, vigas, entre otros. En este método, la formaleta viene de diferentes medidas y formas las cuales se adaptan a una gran cantidad de diseños, lo cual genera mayor flexibilidad y eficiencia durante la construcción de un proyecto. Además de las ventajas mencionadas anteriormente, el uso de la formaleta ayuda a reducir el desperdicio de materiales en obra, incluso tiene mejor adaptabilidad a zonas que tienen condiciones difíciles en cuanto a clima y geografía.

Para la construcción de vivienda utilizando formaleta modular, existe una gran variedad de alternativas por usar, todo varía dependiendo del tipo de proyecto y presupuesto que el mismo tenga. En el mercado se pueden encontrar formaletas fabricadas en madera, siendo estas las más antiguas, también se encuentran algunas fabricadas en metal, plástico, entre otros.

No obstante, a pesar de las múltiples ventajas ya mencionadas que tiene este sistema como rapidez, ahorro en costo, precisión. También tiene algunas desventajas como lo pueden ser el costo inicial del proyecto, ya que el tener que comprar o alquilar estos módulos puede generar un gran impacto al inicio de la obra por lo que resulta necesario tener un buen músculo financiero para poder solventar este gasto que llega en etapa temprana del proyecto, además, el mantenimiento que requiere debe ser continuo y realizado de manera adecuada para que así se logre durabilidad y calidad durante el proceso constructivo. Por último, se puede considerar una desventaja el costo que puede tener el personal especializado para la manipulación de estos elementos y la escasez que hay en el mercado¹.

5.1.1 FORMALETA METÁLICA

La formaleta metálica, es un tipo de formaleta la cual es utilizada en construcción para la elaboración de elementos estructurales en concreto, está conformada principalmente por láminas de acero, componente el cual le otorga una gran resistencia y durabilidad.

El material metálico, concede la capacidad de recibir altas cargas de trabajo además de resistir difíciles condiciones ambientales, por otra parte, la gran desventaja de este tipo de formaleta es su gran peso. Por lo que se hace necesario, la intervención de personal capacitado para su manipulación.

La formaleta metálica, cuenta con una gran variedad de elementos entre los cuales se encuentran las chapetas o pin grapa, ángulos, tensores, corbata, alineador y las tapas o paneles. Todos los mencionados anteriormente, se muestran en la siguiente ilustración.

¹ OROZCO, J. PREFABRICADOS PARA EDIFICACIONES. En: Foro Argos 360° En Concreto. 2015. vol. VI.



Ilustración 7. Elementos que conforman la formaleta metálica

Fuente: ConstruReyes Ingeniería (2020)²

A continuación, se muestra un esquema de cómo se muestra la formaleta una vez ya se encuentre modulada.

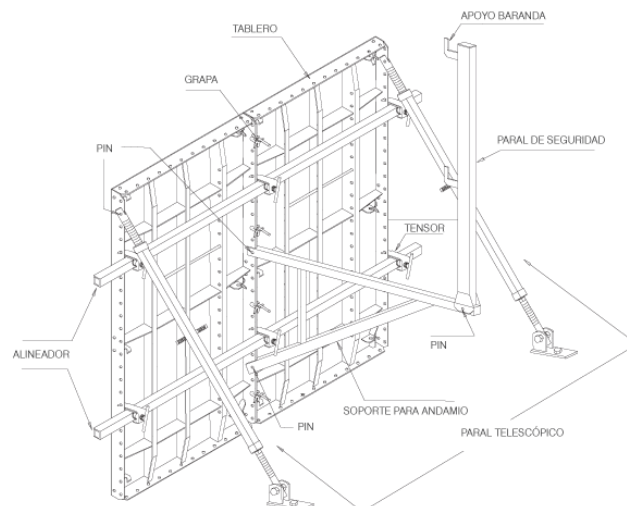


Ilustración 8. Modulación de un elemento tipo muro con formaleta metálica

Fuente: METALEX (2020)³

- ² REYES, Nelson. ENCOFRADOS METÁLICOS - FORMALETAS Para Concreto. YouTube. (22, junio, 2020). Disponible en Internet: <<https://www.youtube.com/watch?v=M02hXs9yqj4>>.
- ³ METALEX. Especificaciones técnicas. METALEX. (2020). Disponible en Internet: <<https://www.metalex.com.co/encofrados/>>.

5.1.2 MEZCLA DE CONCRETO

En el sistema de construcción industrializado, también es necesario tener en cuenta el tipo de mezcla que se va a usar en el momento de la fundición, ya que, por las características de la obra, se busca que la mezcla sea fluida y que tenga un fraguado rápido para que de esta forma la formaleta pueda ser retirada al día siguiente de la fundición. Uno de los concretos más conocidos y utilizados en el sistema industrializado es el outinord.

5.1.2.1 Concreto Outinord

El concreto Outinord, es un concreto de gran fluidez y un proceso acelerado de resistencia y fraguado, diseñado especialmente para ser empleado en el sistema de construcción industrializado, permitiendo una rápida rotación de formaleta y velocidad en la construcción. Este tipo de concreto tiene grandes ventajas como lo son: Excelente acabado, alta fluidez y mínima segregación. Este tipo de mezcla puede alcanzar resistencias hasta de 7000 [psi], este dato varía dependiendo las exigencias del proyecto y la dosificación que se use en el mismo, usualmente, cuando este concreto se usa para obras con bajas cargas como casas de 2 pisos, o edificio con menos de 5 pisos, su diseño suele ser de 3000 [psi], y su tamaño máximo de grava es de 1/2".

No obstante, al momento de utilizar este tipo de concreto, se recomienda que el tiempo máximo que este concreto esté en el mixer sea de una hora, para así evitar añadir aditivos los cuales cambien su composición. A su vez, es importante realizar un adecuado curado al concreto, por un tiempo de 7 horas una vez inicie el fraguado final⁴. A continuación, se muestra una tabla donde se muestran las características de este tipo de mezcla.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del Concreto

Fuente: Cemex (2003)⁵

CARACTERÍSTICA	MEZCLA DE CONCRETO
	OUTINORD
Resistencia inicial especificada	18% - 23% de f'c (14 a 18 horas)
Resistencia final especificada (28 días)	100% de f'c
Tamaño máximo nominal de grava	1" (25mm)
Asentamiento de Diseño	4 ± 1" (10± 25mm)
Densidad	2200 a 2400 kg/m ³
Contenido de Aire	Máximo 3%

- ⁴ DIAZ, Jorge, *et al.* CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO UTILIZADAS EN SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES. En: Revista de Ingeniería. 2004. vol. 48.

⁵ CEMEX CONCRETOS DE COLOMBIA. Guía técnica. Bogotá, 2003.

5.2 CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL SISTEMA INDUSTRIALIZADO EN COLOMBIA

La construcción, es un pilar esencial para el desarrollo económico de cualquier país o región, ya que sus productos tienen un impacto significativo directa como indirectamente, en el avance de la sociedad y en la creación de empleo, principalmente de trabajadores no calificados. A pesar de la importancia que tiene en Colombia, la construcción es una actividad cíclica y sujeta a crisis que afectan no sólo a la propia industria, sino a la economía del país en su conjunto.

Actualmente, el uso del sistema de construcción industrializado para viviendas está tomando cada vez más popularidad, esto debido a la alta demanda que se tiene en el país, es por esta razón, que en muchas ciudades del país incluyendo Popayán, se ven un sinnúmero de proyectos VIP (Vivienda de interés prioritario) o VIS (Vivienda de interés social), los cuales en su mayoría se vienen desarrollando utilizando construcción industrializada con formaleta prefabricada, debido a las múltiples ventajas mencionadas anteriormente.

6. ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL PASANTE

Para un mayor entendimiento de las actividades realizadas durante la pasantía, se enuncian las actividades realizadas de acuerdo con los objetivos planteados.

6.1 VERIFICAR QUE LOS DISEÑOS DE LOS PLANOS SE PROYECTEN DE UNA MANERA ADECUADA EN LA LOCALIZACIÓN DE EJES DE MUROS, PUNTOS HIDROSANITARIOS Y ELÉCTRICOS.

Inicialmente, el pasante tuvo una semana de inducción en la cual se realizaron varias actividades, las cuales se hicieron con el fin de conocer los procesos y departamentos de la constructora GRACOL SAS, el practicante durante la semana tuvo un enfoque en aspectos como: Procesos constructivos, residencia de obra, tiempos de obra, seguridad y salud en el trabajo, talento humano y lectura de planos. Además, el pasante realizó un recorrido en toda la obra para así familiarizarse con todo lo que se venía trabajando en la misma, espacios de trabajo, equipo de trabajo y funciones a realizar. También, se le suministraron las herramientas de trabajo necesarias para cumplir con los objetivos de la pasantía, como lo son planos arquitectónicos, eléctricos, hidrosanitarios y estructurales de las casas construidas en el proyecto.

Posteriormente a la inducción, el pasante tuvo que analizar y estudiar todos los planos suministrados para de esta forma conocer al detalle el proceso constructivo, para de esta forma conocer la conformación de las redes eléctricas y sanitarias en las casas, distribución y espesores de mallas, colocación de estas, longitud de traslapo, etc.

Para la verificación de los planos hidrosanitarios en obra, el pasante tuvo que localizar los puntos de tal manera que estos coincidieran con la información del plano, este proceso iniciaba desde antes de la fundición de la cimentación y tomaba gran importancia, ya que este era el punto de arranque de los mismo y una indebida ubicación de ellos podría traer problemas a futuro. Luego, de tener los puntos localizados se empezaba con el proceso constructivo.

En los planos hidrosanitarios, se logra ver diferentes detalles sobre cómo debía de ser la instalación de tuberías en los muros y losa de entepiso, tal como se muestran a continuación.

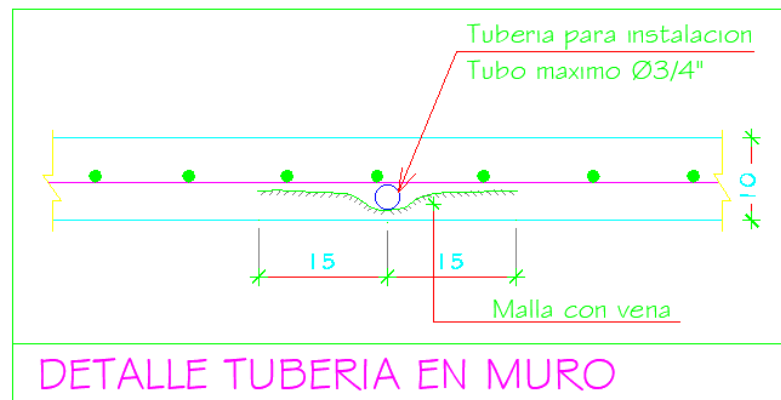


Ilustración 9. Detalle tubería en muro
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)

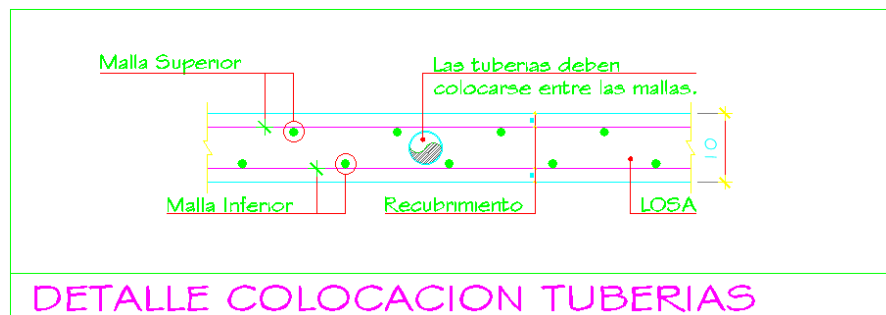


Ilustración 10. Detalle instalación tubería en Losa de entepiso
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)

En el momento de estar en obra apoyando el proceso constructivo, el pasante debía de realizar una comparación en donde evaluaba si el plano era congruente con lo que se tenía físicamente, esto en la mayoría de los casos coincidía, sin embargo, en algunas ocasiones, no se cumplían al detalle estos requerimientos por lo que era necesaria la intervención del pasante para solicitar al personal a cargo que se hiciera una corrección de dicho problema, en otras oportunidades, los puntos eran mal ubicados o puestos en zonas donde no era viable su construcción, como se muestra en la siguiente ilustración.



*Ilustración 11. Bajante aguas lluvia mal ubicado
Fuente: Elaboración propia*

Para el caso de la anterior ilustración, se logra observar que el bajante de aguas lluvias perteneciente al patio, estaba ubicado en un espacio donde iba a quedar fundido el muro, este problema se presentó en casas pertenecientes a manzanas anteriores y era común, por lo que fue necesario su reubicación antes de fundir la cimentación de la casa para que este pudiera cumplir su función con normalidad y no tener que hacer daños a los muros posteriormente.

En otras ocasiones se encontraba que, debido al constante flujo de actividades en una misma zona por parte de diferentes trabajadores, algunos tubos eran dañados o cortados por lo que se hacía necesaria la intervención del personal encargado para poder dar solución a dicho problema, o en otros casos las tapas de los bajantes eran dañadas o se perdían por el constante trabajo que se realizaba en la zona. Para estos casos la solución temporal era taponarlo con papel, sin embargo, al momento de la fundición todos los bajantes debían de encontrarse con sus respectivas tapas para evitar problemas futuros, en los que se debían de realizar tareas adicionales, debido a que el concreto taponaba las tuberías durante el proceso de vaciado.



Ilustración 12. Irregularidades en tubería sanitaria
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la localización de los puntos eléctricos, el pasante tenía a su disposición el plano el cual mostraba toda la planta eléctrica de las casas a construir, una vez el personal encargado de la empresa contratista **CYM INTEGRING SAS** realizara la instalación de los puntos, el practicante con ayuda del plano verificaba que los puntos estuvieran ubicados en los lugares adecuados.

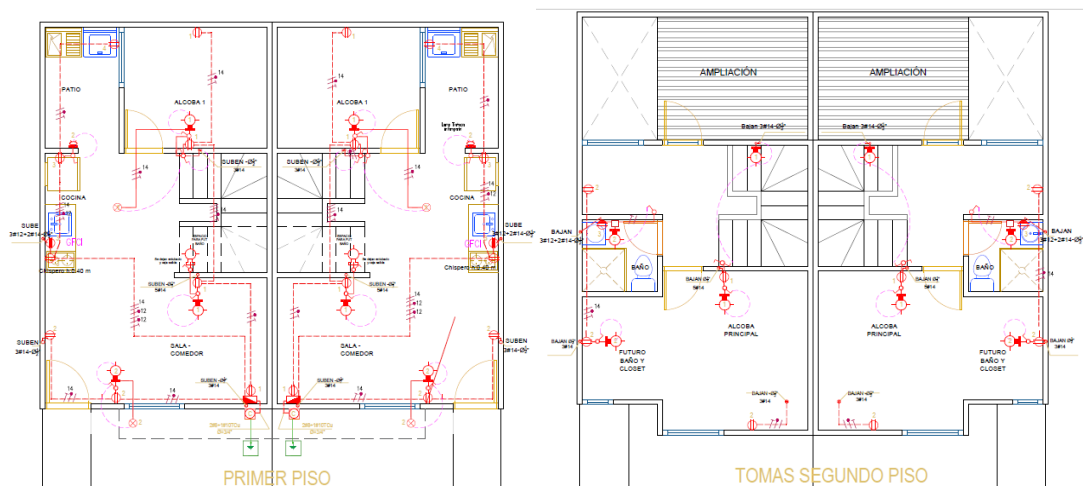


Ilustración 13. Planta eléctrica
Fuente: CYM INTEGRING SAS (2021)

Adicionalmente, el pasante también cumplía la función de verificar que todos los puntos tanto eléctricos como hidrosanitarios, se encontraran amarrados de manera correcta a las mallas, sin causar embotellamiento o ahorcamiento en la superficie del tubo, lo anterior para evitar que las instalaciones se movieran durante el proceso de vaciado a causa de la presión ejercida por el concreto. También, el practicante revisaba que, con ayuda del algún material como el plástico, se cubrieran los puntos, de esta forma, se evitaba el taponamiento en la tubería a causa del concreto.



Ilustración 14. Puntos eléctricos y sanitarios protegidos
Fuente: Elaboración propia

Para la localización de ejes de muros, se tiene la preparación de la zona en donde se iba a hacer la instalación de la formaleta metálica, es por esta razón, que se tenía que realizar una buena cimbra en la losa de cimentación para obtener una buena ubicación de los ejes de los muros, tal como se muestra en la ilustración 16.



Ilustración 15. Cimbrado en losa de cimentación
Fuente: Elaboración propia

Se debe realizar el cimbrado en la losa de cimentación, antes de empezar a realizar la instalación de las mallas para los muros. Lo anterior, debido a que se busca que coincida el eje de este cimbrado con los grafiles o arranques de acero, que se ven en la anterior ilustración.

La ubicación de los grafiles en cimentación y los puntos para el cimbrado, eran suministrados gracias a una comisión topográfica que se encontraba en obra, sin embargo, en algunas ocasiones, bien sea por erros de los mismos o del personal encargado de la instalación de los grafiles, estos no quedaban en el eje del cimbrado, dicha situación se muestra en la siguiente ilustración.



*Ilustración 16. Mala ubicación de grafiles
Fuente: Elaboración propia*

Como se logra detallar en la ilustración 17, la malla siempre debe ir en el eje del cimbrado, sin embargo, en algunas ocasiones cuando los grafiles no estaban ubicados en dicha posición, los armadores de acero optaban por golpearlos para que de esta manera se pudieran amarrar las mallas con los arranques. No obstante, es bien sabido que, dicho proceso no es el adecuado ya que de esta forma el acero no transmite las cargas de los muros de igual manera a la cimentación, por ende, quitándole resistencia a la estructura. Por esta razón, el pasante era la persona a cargo de evitar este tipo de irregularidades en la obra, la solución que se le daba a

este problema, era realizar anclajes nuevos en la cimentación con ayuda de un adhesivo epóxico que en este caso era el Sika AnchorFix 4.



Sikadur® Anchorfix-4

Anclaje:

- Pernos roscados
- Varillas corrugadas
- Fijaciones especiales

Ilustración 17. Sikadur AnchorFix-4
Fuente: Sika (2023)



Ilustración 18. Instalación de Anclajes con Sikadur AnchorFix-4
Fuente: Elaboración propia

Como se logra ver en la ilustración 19, en la instalación de los anclajes se realiza en primer lugar la perforación del terreno, con ayuda del roto percutor, posteriormente, se realizaba el proceso indicado por la guía técnica del producto Sika AnchorFix, para así, lograr un correcto procedimiento en la instalación de los anclajes.

6.2 VERIFICAR QUE SE REALICE UNA BUENA EJECUCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACIÓN EN LA MANZANA 6A Y 6B DEL PROYECTO.

En la manzana 6 del proyecto, se cuenta con un total de 58 casas. Las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

Manzana 6A: Desde la casa 284 hasta la 312 para un total de 29 casas

Manzana 6B: Desde la casa 313 hasta la 341 para un total de 29 casas

La construcción de la cimentación estaba a cargo de la empresa **AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS SAS**, el diseño para la cimentación de las casas en el proyecto Bosque Encantado, fue el de zapatas corridas. Este sistema trata de un soporte continuo el cual busca distribuir uniformemente las cargas transmitida por la estructura, que en este caso son los muros en concreto. Este método de cimentación es uno de los más utilizados en las construcciones de vivienda de 1 o 2 niveles, debido a su bajo costo, adicionalmente de su facilidad constructiva.

En el momento que el pasante llegó a obra ya se encontraban hechas todas las terrazas de las casas, cabe aclarar que estas cimentaciones se hacían monolíticas para un total de dos casas, no obstante, había ocasiones en que esta se podría llegar a fundir monolíticamente hasta 4 o 6 casas, todo esto dependía de los cambios de nivel que se tenían en el terreno. A continuación, se muestra la planta de cimentación.

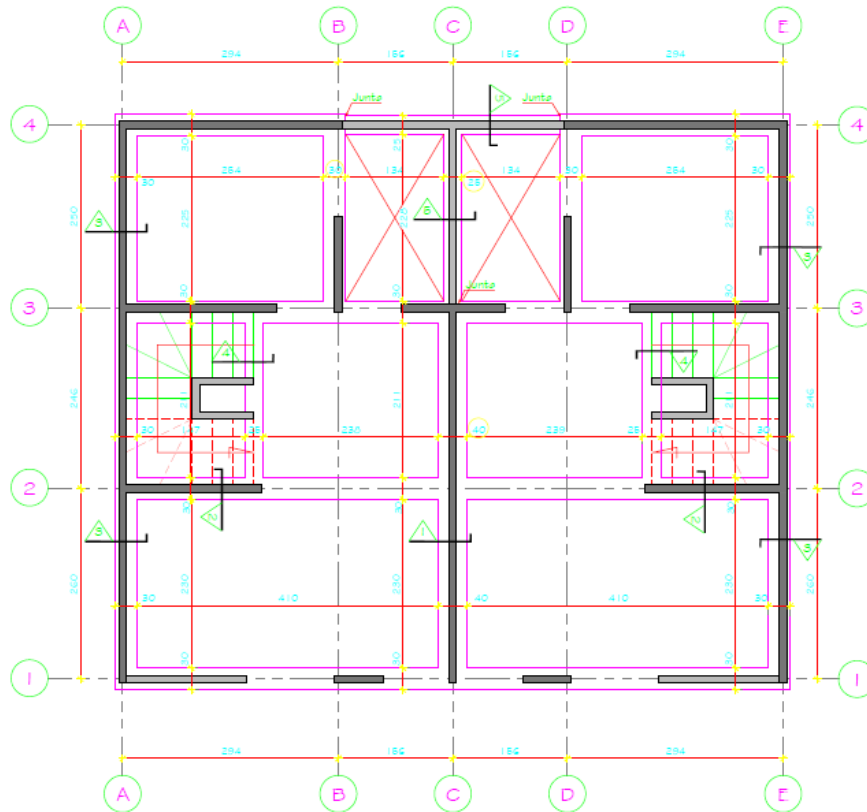


Ilustración 19. Planta de cimentación
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)

El pasante tenía como función estar pendiente en el proceso constructivo de las cimentaciones de la manzana 6 antes, durante y después de fundición. En primer lugar, el pasante cumplía la función de estar pendiente de las excavaciones que se realizaban buscando que estas cumplieran a cabalidad. Las dimensiones especificadas en los planos, y una vez estas estuvieran hechas que se hiciera una correcta ejecución del solado en las excavaciones.

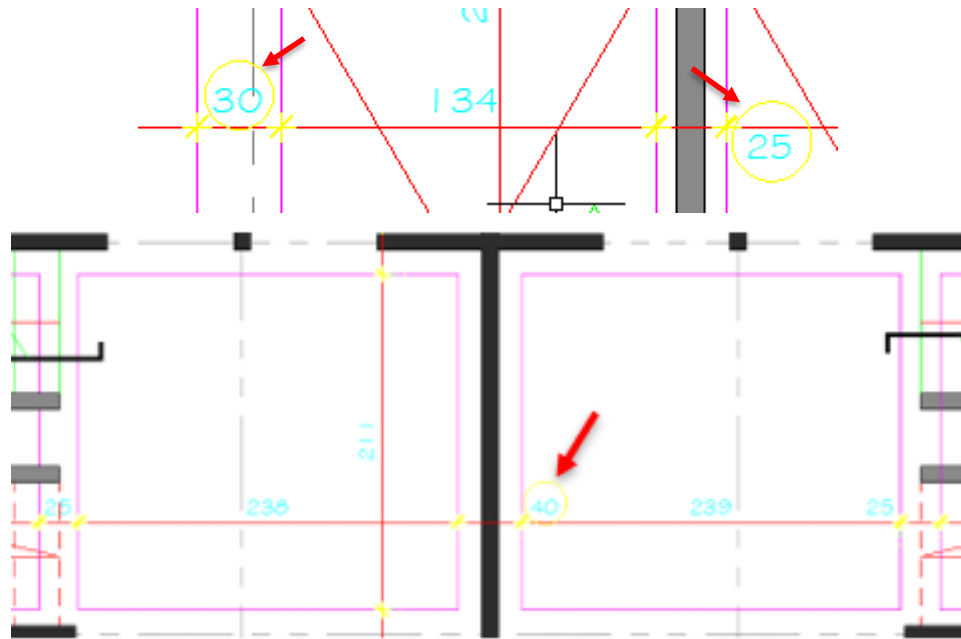


Ilustración 20. Detalles de ancho de excavación
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)



Ilustración 21. Excavación para cimentación en pacha de 4 casas
Fuente: Elaboración propia.

Como se logra detallar en la ilustración 21, el plano indica diferentes anchos de excavación, primordialmente las excavaciones eran de 25-30 [cm] de ancho. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, para la cimentación se hacía una fundición monolítica de dos casas y estas contaban con un muro compartido, para este elemento se tenía un refuerzo mayor para el soporte de dicha carga, por tanto, su ancho de excavación era mayor. Por otra parte, en la ilustración 22 se muestra el resultado final del terreno una vez se realizaba las excavaciones, para este caso, se tiene para un total de 4 casas.

También, el pasante debía revisar que todas las excavaciones tuvieran el solado, con espesor de 5 [cm] tal como lo indica el diseño. Sin embargo, en algunas ocasiones esto no se cumplía a cabalidad por lo que era necesario hacer el llamado al contratista para realizar las correcciones, a continuación, se muestra uno de esos casos.

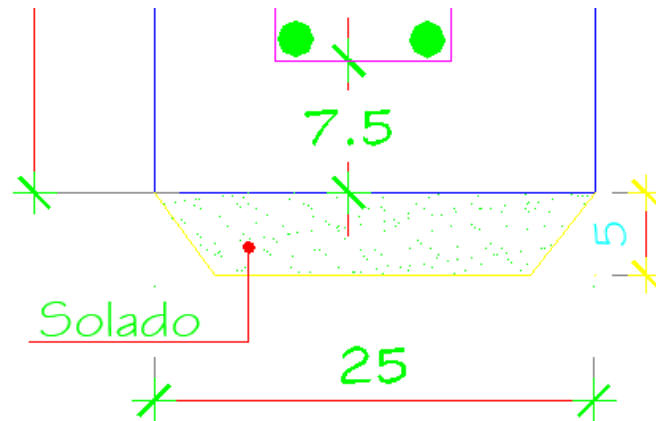


Ilustración 22. Solado en la cimentación
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)



Ilustración 23. Falta de solado en la cimentación
Fuente: Elaboración propia

Posterior al proceso anterior, se debía de realizar la instalación de los castillos en acero en donde el pasante debía verificar que se hiciera una buena instalación de este, revisando que se trabajara con el diámetro de acero que se especifica en el diseño, que se respeten el espaciamiento entre estribos, instalación de paneles o de separadores para que se cumpla con el espaciamiento entre el acero y el nivel de subrasante.

de en medio era de 20 [cm] en lugar de 10 [cm] como lo es normalmente, por tanto, su refuerzo era mayor tal como se muestra a continuación.

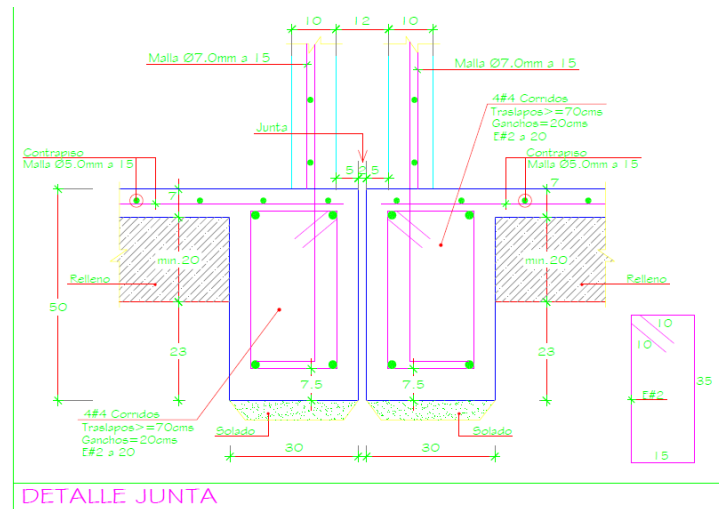


Ilustración 26. Refuerzo de acero en la cimentación para una junta
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)

Luego de la correcta instalación de los castillos de acero, el pasante procedía informar al personal encargado de realizar instalaciones eléctricas e hidráulicas para que la cuadrilla encargada de la cimentación pudiera realizar la colocación de la malla de refuerzo para la losa de cimentación. Para la instalación de dicho refuerzo, era de vital importancia revisar que se estuvieran respetando el traslapeo entre mallas ya que en algunas ocasiones por su mala instalación no se cumplía, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

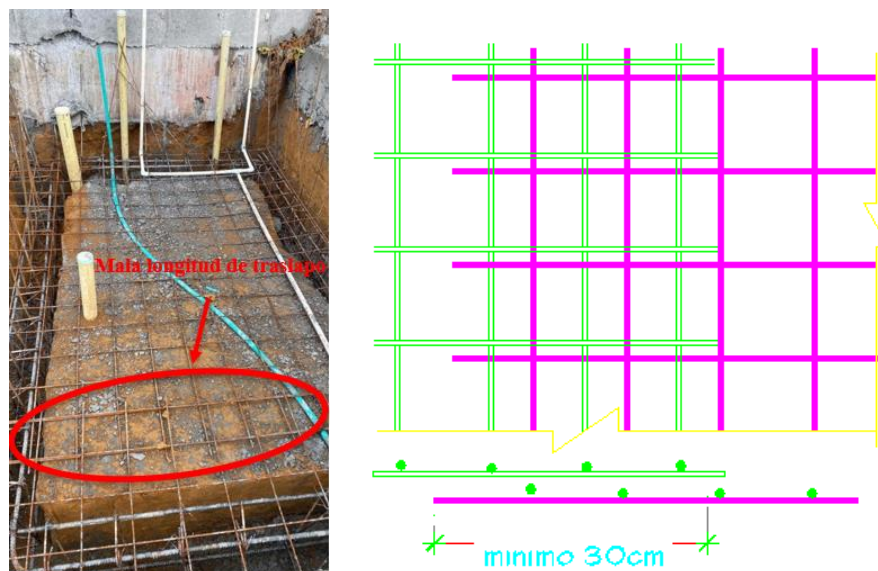


Ilustración 27. Longitud de traslapeo en losa de cimentación
Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que las mallas venían con un espaciamiento de 15 [cm] y como se logra detallar en la anterior ilustración no se cumple con la longitud mínima de traslape la cual es de 30 [cm], por lo que en estos casos el pasante debía hablar con el maestro a cargo y solicitarle que se cumpliera a de manera correcta los diseños estructurales de la cimentación. El último paso antes de tener la cimentación apta para fundición era el amarre de los grafiles o arranques, los cuales eran elementos de gran importancia, ya que estos se amarraban con las mallas de refuerzo de los muros y ayudan a transmitir las cargas a la cimentación.

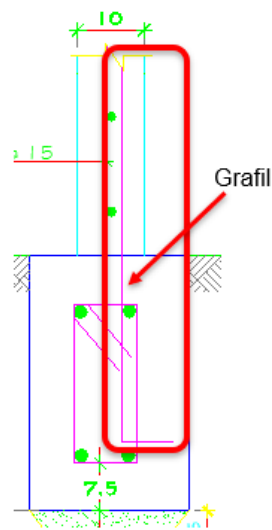


Ilustración 28. Detalle grafil
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)

Una vez se consiguiera una correcta instalación de la malla de refuerzo, acero, grafiles y las instalaciones eléctricas, hidráulicas e hidrosanitarias. El pasante, debía realizar una verificación con plano en mano de los ítems mencionados anteriormente, para de esta manera dar un visto bueno y continuar con el proceso de fundición, una vez hecha dicha verificación el pasante debía informar a la ingeniera residente y a la empresa contratista que la cimentación se encontraba apta para la siguiente etapa. De esta manera, se comenzaba una coordinación entre el pasante y la ingeniera residente para el cronograma de fundición y volumen de concreto a solicitar, el cual variaba en función del número de casas a fundir, aproximadamente 7 m³ por cada una de ellas.



*Ilustración 29. Cimentación apta antes del proceso de fundición
Fuente: Elaboración propia*

Las fundiciones se realizaban generalmente en horas de la mañana y mediante el uso de autobomba, concreto de 3000 [psi] suministrado por la empresa **GEOACOPIO**, sin embargo, el cronograma siempre estaba sujeto a cambios mayormente ocasionados por cambios climáticos, cantidad de volumen a fundir y retrasos de la empresa que suministra el concreto. Una vez el concreto llegaba la obra, el pasante debía de verificar en la remisión el tipo de concreto y que este cumpliera con las especificaciones de diseño. Durante el proceso de fundición, el pasante debía de estar pendiente de que se realizara un correcto vibrado del concreto, primordialmente en las zonas donde se realizaron excavaciones y estaban los castillos de acero, para que de esta forma se evitara vacíos y hormigueros en esta zona. Además, que los separadores entre malla y subrasante no se movieran para que se cumpliera con el recubrimiento mínimo entre los mismos, también, el chequeo de niveles con ayuda de hilos o herramientas más precisas como el nivel topográfico, para así evitar desniveles en la losa de cimentación. Como última etapa de la fundición, el pasante realizaba la supervisión del tallado de la losa de concreto, el cual lo realizaba personal altamente calificado, este proceso, toma gran importancia ya que a futuro sobre esta superficie se realiza la instalación de baldosa, por lo que se requiere una superficie con la menor cantidad de detalles.



*Ilustración 30. Fundición de cimentación
Fuente: Elaboración propia*

Una vez culminado el proceso de fundición y tallado de la losa, se obtiene el resultado mostrado en la siguiente ilustración.



*Ilustración 31. Losa de cimentación fundida pacha de 6 casas
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 32. Losa de cimentación fundida pacha de 2 casas
Fuente: Elaboración propia*

Cabe resaltar la importancia del curado de la cimentación, este proceso según recomendaciones de diseño se debía de mantener el concreto húmedo por un periodo de 7 días después de la fundición.

Por último, para realizar un control más riguroso de la resistencia adquirida por las cimentaciones, se hacía un ensayo de esclerometría de manera aleatoria, dicha prueba se realizaba 28 días después de que se realizara la fundición del elemento en análisis. Con este estudio, se buscaba comparar los resultados de resistencia obtenidos de la cimentación por el método de fractura de cilindros.



Ilustración 33. Ensayo de esclerometría
Fuente: Elaboración propia

6.3 BRINDAR APOYO TÉCNICO EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA DE LA MANZANA 6A Y 6B DEL PROYECTO.

Como ya se mencionó anteriormente, el sistema constructivo de las casas en el proyecto Bosque Encantado es mediante el método industrializado, y su sistema estructural se basa en muros y losa de entrepiso en concreto, los cuales cuentan con un refuerzo de malla electrosoldada de diferentes diámetros según lo solicite el diseño. El número de casas y la distribución de estas son igual al mencionado en el ítem anterior.

La actividad de instalación de la formaleta y fundición estaba a cargo de la empresa contratista **J&A Ingeniería**, por tanto, el pasante tenía que inspeccionar que todos los elementos se encontraran en estado óptimo antes, durante y después del vaciado del concreto, por esta razón, el pasante se encontraba la mayoría del tiempo en obra para así poder estar pendiente de cualquier irregularidad que se pueda presentar en obra, y poder brindar una posible solución con los conocimientos adquiridos durante la carrera.

En primer lugar, antes de la instalación de la formaleta el pasante tenía la función de verificar que las mallas se encontraran instaladas de manera correcta esto era con la verificación que se estuviera respetando los diámetros especificados en el diseño, refuerzos, traslapos, distanciamiento de estribos en vigas.

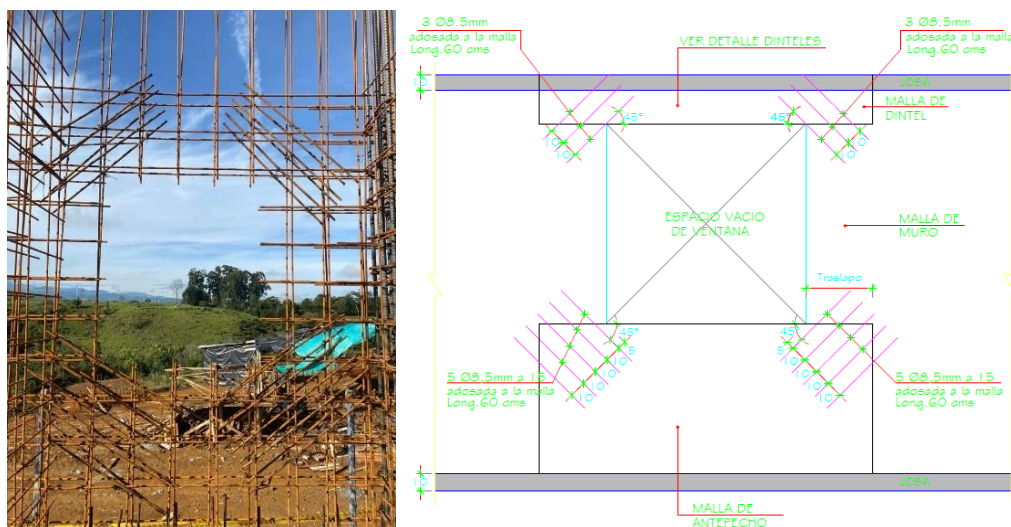


Ilustración 34. Refuerzo en dinteles
Fuente: Elaboración propia

A continuación, una vez ya se tenga lista la instalación de las mallas de refuerzo, el pasante debía de realizar la inspección que la formaleta estuviera ubicada en el lugar correcto para que de esta forma se respetara el espesor de los muros, para esto ya se tiene la cimbra en la cimentación, además, los lateros hacían la instalación de pines para mayor facilidad y precisión al momento de la instalación de las latas.



*Ilustración 35. Inspección de ubicación de formaleta
Fuente: Elaboración propia*

Luego de realizar dicha verificación, los oficiales procedían a seguir armando y asegurando la formaleta con ayuda de los elementos ya mencionados anteriormente (Corbatas, chapetas, pines, alineadores), en donde el pasante verificaba que se encontraba asegurado de manera correcta para que de esta forma no se tuvieran imprevisto durante la fundición, es de vital importancia que se instalaran la cantidad necesaria de chapetas y alineadores para evitar problema futuros, los alineadores tenían que estar en ambos lados del muro y por lo general, en la parte interior se instalan de manera vertical mientras que en la cara exterior del muro se hacía de manera horizontal para que de esta forma el muro tuviera refuerzo en ambos sentidos.

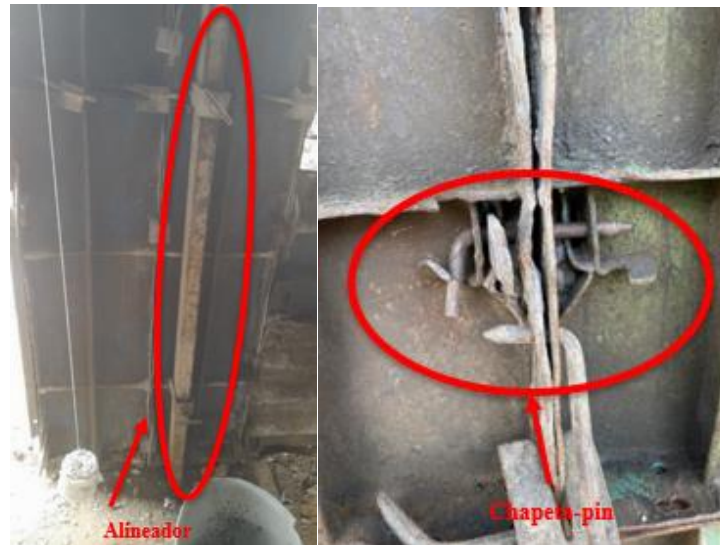


Ilustración 36. Elementos para asegurar formaleta
Fuente: Elaboración propia

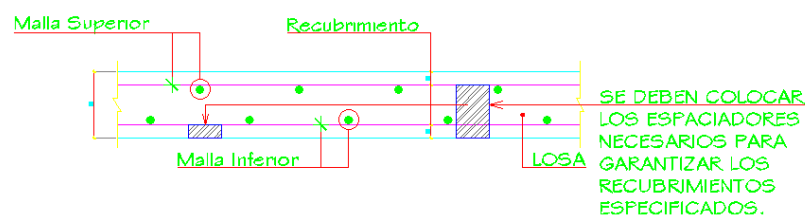
Posterior a la instalación de formaleta y sus debidos accesorios para que esta se encontrara asegurada, los oficiales debían de realizar la instalación de los gatos tensores para que estos ayudaran a mantener en el sitio la formaleta y que la misma no se corriera de su sitio durante el proceso de fundición debido a la presión que ejerce el concreto. En caso de encontrar irregularidades durante este proceso, el pasante debía informar inmediatamente a la ingeniera residente y a la persona encargada de los lateros para que de esta forma se realizara una corrección inmediata.



Ilustración 37. Atrancado de muros y losa con ayuda de gatos tensores
Fuente: Elaboración propia

Cuando se realizaba la modulación para el primer piso de la casa, se debía de hacer la instalación de la formaleta para la losa. En este paso, la instalación de los gatos tensores se hacía primordialmente en zonas específicas como lo eran, las esquinas de la losa, adicionalmente, en los espacios donde se ubicaban puertas se ubicaban en los extremos del vano, zona media de la sala, comedor, habitación, entre otros. El apuntalamiento de la losa no se hacía inicialmente toda con el mismo nivel, ya que en primer lugar se realizaba la instalación de los gatos y el proceso de nivelación se hacía como de uno de los pasos finales antes de la fundición.

El pasante al igual que en los puntos anteriores tenía como función verificar que se cumpliera con el diseño estructural ya que esta tenía doble malla la cual contaba con diferente diámetro, además, de refuerzo adicional en la esquina de la losa, por último, era necesario de revisar que se encontraran instalados la cantidad suficiente de separadores, con el fin que se cumpliera con el espaciamiento solicitado en el diseño.



DETALLE TIPICO DE LOSA MACIZA

CONVENCIONES MALLAS INFERIORES

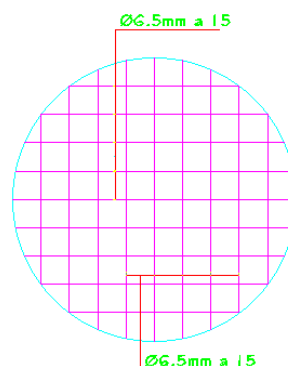


Ilustración 38. Detalles en el refuerzo de la losa de cimentación
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)



Ilustración 39. Refuerzo de acero en losa de entrepiso
Fuente: Elaboración propia

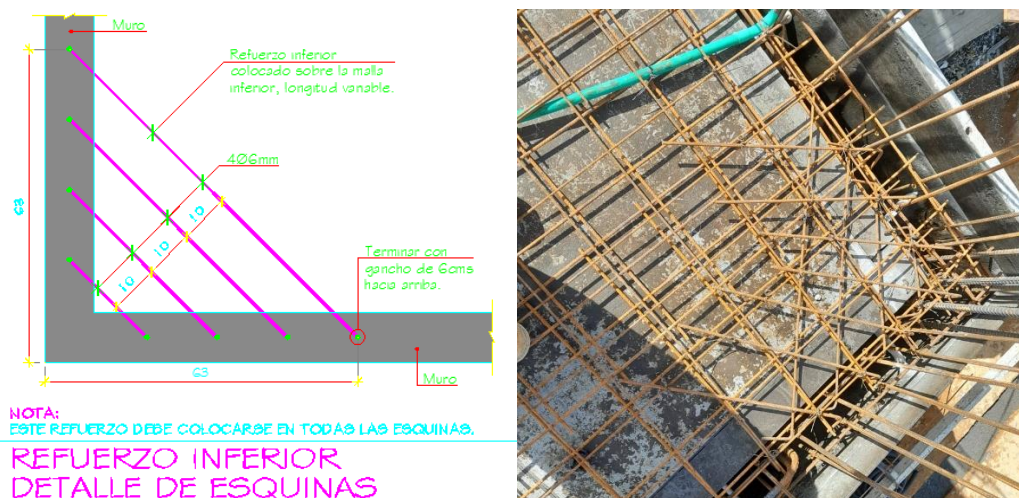


Ilustración 40. Refuerzo esquina de losa de entrepiso
Fuente: SOLARTE CIA (2020)

Adicional a los detalles anteriores, el pasante tenía como función verificar que realizara un correcto amarre del acero proveniente de los muros, con el acero que se encontraba en la losa de entrepiso, para esto, se tenía la ayuda de los detalles en el diseño estructural, generalmente, en dicha situación se realizaba un gancho final tanto al acero proveniente de los muros, como a la malla superior de la losa, no obstante, en otras ocasiones se optaba por poner un refuerzo esquinero de acero, dicha opción era de las más utilizadas en obra, ya que, doblar la parte final del acero para generar el gancho en obra, presenta mayor dificultad constructivamente, por tanto, la segunda opción era mayormente usada. Los detalles se muestran en la siguiente ilustración.

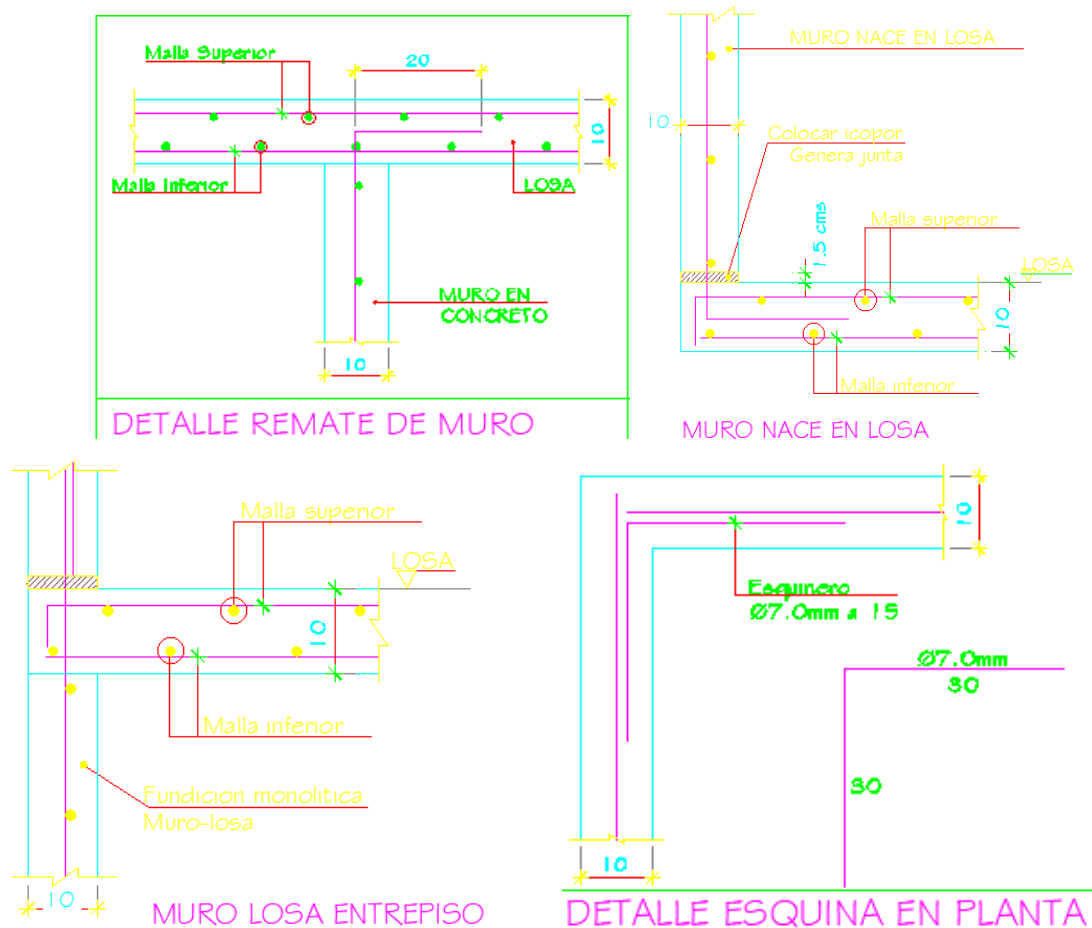
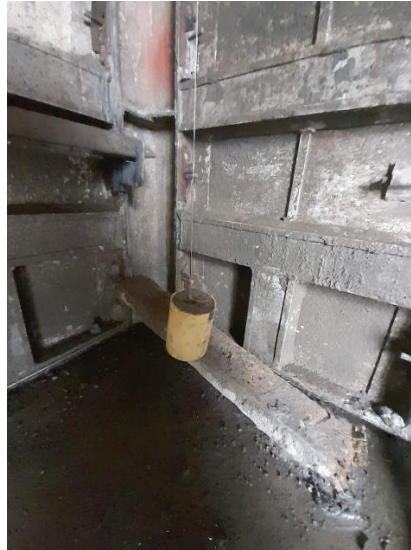


Ilustración 41. Detalle remate entre muro y losa
Fuente: SOLARTE Y CIA (2020)

Posteriormente, personal encargado de la empresa contratista **J&A Ingeniería** se encargada de realizar la nivelación de la losa con ayuda de elementos topográficos como lo son el nivel y la regla o mira topográfica, este proceso toma gran importancia, para evitar desniveles en la losa de entrepiso, evitando problemas futuros para el propietario de la vivienda.

Finalmente, personal encargado de la empresa contratista, debía realizar la verificación del aplomado de los muros, ya que, se buscaba que estos se encontraran alineados durante el proceso de fundición. El pasante acompañaba dicho proceso, verificando que se realizara de manera correcta.



*Ilustración 42. Verificación de aplomada de muros.
Fuente: Elaboración propia*

Con un tiempo de antelación prudente, el pasante tenía la función de revisar que las vías de acceso se encontraran en estado óptimo para que de esta forma no hubiese problemas con el acceso de la autobomba y mixer a la obra, finalmente, se informaba a la ingeniera residente que la casa se encontraba lista para fundición y de esta manera se hiciera el pedido de concreto a la empresa **GEOACOPIO**.

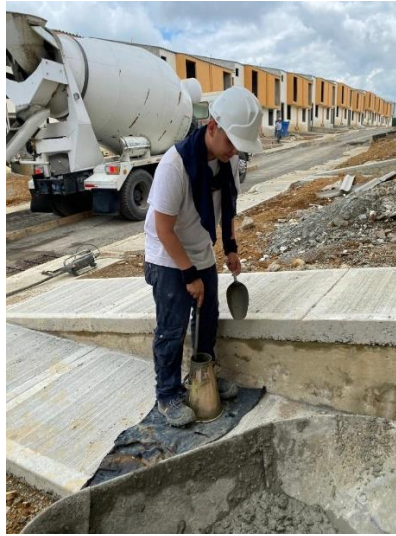
En el proyecto se hacía la fundición diaria de dos casas, es decir, se modulaban dos casas para primer piso y dos en segundo piso, en primera instancia se hacía el vaciado en el primer piso y posteriormente en el segundo piso.



*Ilustración 43. Autobomba anclada y lista para fundición
Fuente: Elaboración propia*

Una vez la autobomba se encontrara anclada e instalada, el pasante debía informar al auxiliar de obra para que este trajera la ceba (Mezcla de cemento, arena y agua) y esta fuera puesta en la tolva de la autobomba para que se hiciera la limpieza en la tubería de la misma

En el momento de la llegada de las mixer a la obra, el pasante debía de realizar la prueba de 'slump' para verificar que se cumpliera con el asentamiento que debe tener el concreto outinord el cual es de 9 ± 1 " para la mezcla utilizada.



*Ilustración 44. Prueba de slump
Fuente: Elaboración propia*

Adicionalmente, cada día de fundición con ayuda de un geotecnólogo perteneciente a la empresa **GEOFÍSICA SAS** se tomaba una muestra aleatoria del concreto para que él pudiera realizar cilindros de prueba y así llevar un control de la resistencia que iba adquiriendo el concreto.



*Ilustración 45. Cilindros en concreto
Fuente: Elaboración propia*

Se tomaba un total de 9 muestras, y un día después de tomadas eran llevadas a una piscina para su proceso de curado. Las muestras se estudiaban de la siguiente manera.

Tabla 2. Muestras de cilindros
Fuente: Elaboración propia

Número total de muestras	9	
Nº de muestras	Curado	Prueba
2	SI	3 días
2	SI	7 días
3	SI	28 días
2	SI	56 días

Los cilindros tomados a cargo de la empresa GEOFISICA SAS, eran estudiados por el método de rotura, con las muestras señaladas en la tabla 2

Los resultados de rotura de cilindros para la estructura en piso 1 y 2 a los 28 días cumplen con la resistencia de diseño estructural de 21 Mpa. Ahora bien, los resultados de rotura de cilindros para la estructura en piso 1 y 2 con una edad de 3 días y 7 días tienen un buen resultado y estadísticamente presentan un correcto avance para el cumplimiento de la resistencia de diseño de 21 Mpa.

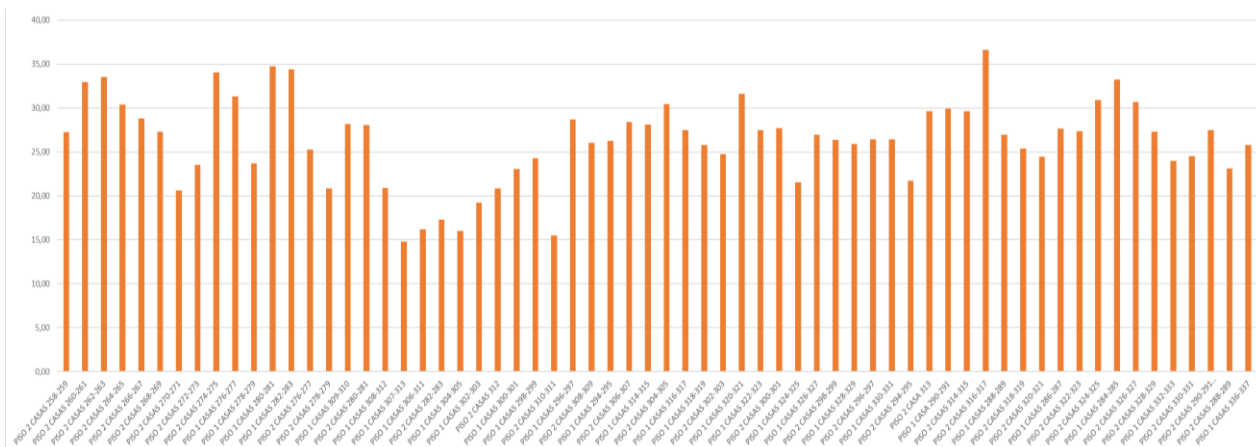


Ilustración 46. Resistencia de casas (Piso 1 y Piso 2) a 28 días
Fuente: Elaboración propia

Durante el proceso de fundición, el pasante debía de inspeccionar que se hiciera un correcto vibrado del concreto en los muros y losa, además de informar cualquier irregularidad presentada durante el proceso, retraso de mixer o de la misma fundición ya que al ser un concreto fluido (Outinord) por seguridad no se

desea que este tenga un tiempo de espera mayor a una hora, ya que al momento de añadir aditivos en la mezcla esta podría variar su resistencia.



*Ilustración 47. Fundición primer nivel
Fuente: Elaboración propia*



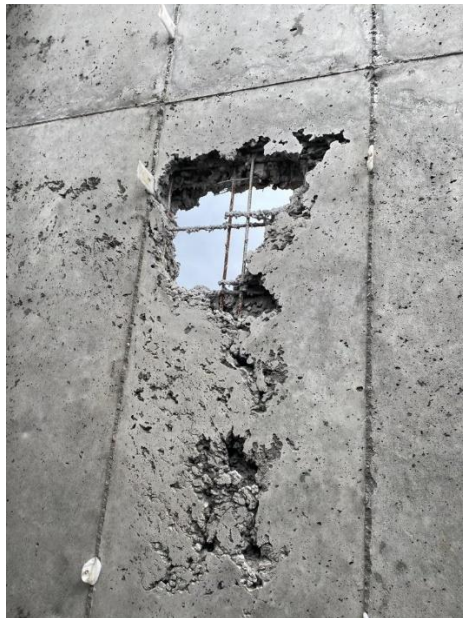
*Ilustración 48. Fundición diurna y nocturna segundo nivel
Fuente: Elaboración propia*

Al día siguiente de la fundición, se realizaba el proceso de desencofrado de la formaleta y se empezaba el proceso de curado de los elementos fundidos, a su vez, se realizaba la inspección de que los elementos no tuvieran anomalías. En el caso de la manzana 6 se encontraban varios problemas en su mayoría porque la formaleta y elementos tenían bastante uso por lo que no funcionaban de la mejor manera.



*Ilustración 49. Proceso de curado de elementos fundidos
Fuente: Elaboración propia*

Normalmente, uno de los problemas más encontrados era que el concreto no llegaba correctamente a toda la superficie de los muros porque no se realizaba un correcto vibrado, sin embargo, es un problema común ya que realizar un vibrado excesivo podría ocasionar que fallaran las corbatas abriendo la formaleta.



*Ilustración 50. Hormigueros y hueco en muro
Fuente: Elaboración propia*



Ilustración 51. Antepecho incompleto

Fuente: Elaboración propia

Para estos casos, los elementos debían de ser reparados al día siguiente con el concreto que llegaba al día siguiente, adicionalmente con ayuda de algún epóxico para que de esta manera el concreto tuviera una adherencia adecuada.

Por otra parte, como se mencionó anteriormente algunos elementos no se encontraban en estado óptimo por lo que al momento de realizar el vibrado las corbatas podían reventarse generado así un vertimiento de concreto, adicionalmente, los muros quedaban con barrigas.



Ilustración 52. Barriga en muro de concreto por falla de corbata

Fuente: Elaboración propia

Para estos casos, la pared debía ser picada para así lograr eliminar esta anomalía y lograr que el muro quedara con una superficie lisa, el pasante debía de

inspeccionar que todas estas actividades se realizaran el mismo día en que se informaba el problema, una vez picado el muro este era repellido y alineado. El pasante debía de realizar la verificación de que la superficie se encontrara lisa con ayuda de un codal.



*Ilustración 53. Muro picado
Fuente: Elaboración propia*

Otro problema común encontrado luego de la fundición, era que las corbatas en algunas ocasiones se quedaban embebidas en el muro ya que el concreto rompía el yumbolón y no era posible su retiro, el pasante debía de informar dicha anomalía ya que en esos casos eran necesario picar el muro para así poder retirar las corbatas, una vez retiradas la zona que fue intervenida debía ser repellada. En la siguiente ilustración se muestra dicho caso, en esta ocasión se logra ver como la corbata había sido doblada debido a la presión del concreto.



*Ilustración 54. Corbata embebida
Fuente: Elaboración propia*

Por otra parte, una vez eran resultas todas las anomalías mencionadas anteriormente, el pasante debía de informar al maestro encargado de realizar las dilataciones para que se ejecutaran. Las dilataciones eran hechas en las juntas de la losa y el piso superior, también debía de hacerse en las juntas entre dos casas cuando se encontraba un cambio de nivel. Estas dilataciones, se hacían con ayuda de SikaFlex el cual es una masilla de sellado con propiedades flexibles y elásticas. En este caso, el pasante debía de inspeccionar que se presentara una profundidad uniforme, además, de verificar la horizontalidad o verticalidad de las mismas según indicaba el caso.



*Ilustración 55. Juntas en losa de entrepiso
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 56. Juntas entre casas por cambio de nivel
Fuente: Elaboración propia*

6.4 ACTIVIDADES ADICIONALES REALIZADAS POR EL PASANTE

Durante la pasantía, el pasante también tuvo la oportunidad de apoyar en actividades del urbanismo del proyecto, para ello, el pasante debía de manejar un grupo de máquinas entre las cuales estaban 3 retroexcavadoras de oruga, 1 pajarita, 1 vibro compactador y 1 bulldozer, con ellas se debía realizar el cereo de las vías, rellenos en zonas donde era necesario, descapote de terrenos para futuros proyectos de la empresa, limpieza de la obra y pavimentación de calles.



*Ilustración 57. Cereo de vías
Fuente: Elaboración propia*

Una vez, se hiciera el cereo de las vías y se realizara el chequeo de los niveles de la misma, se procedía a la pavimentación. Las vías tenían un diseño en pavimento rígido con concreto MR-42, el pasante debía de inspeccionar que se realizara una buena ejecución del proceso constructivo durante la fundición, además de que posterior a la fundición, debía verificar que en un lapso no mayor a 24 horas se realizara el corte de las juntas del pavimento.



*Ilustración 58. Estructura de pavimento
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 59. Pavimentación de vías y corte de juntas
Fuente: Elaboración propia*

Por otra parte, el pasante estuvo en la fundición de sardineles, andenes y accesos para las casas, el pasante tenía la función de cubicar la cantidad de concreto dependiendo los elementos a fundir, además de recibir los mixer e

indicarles en donde se iba a realizar la fundición, por último, el pasante llevaba un control del avance de obra de los elementos mencionados anteriormente.

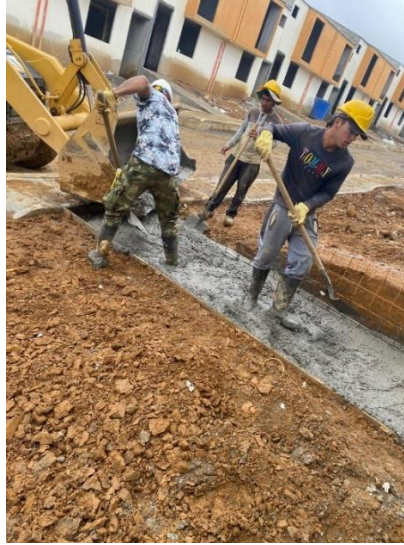


Ilustración 60. Fundición de entrada para acceso a la vivienda
Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

- La ingeniería civil es una disciplina crucial para el desarrollo de la infraestructura que se requiere en una sociedad moderna, para ello se requiere una combinación de habilidades técnicas, creatividad, pensamiento crítico y habilidades de liderazgo para diseñar y construir proyectos de manera efectiva.
- Realizar una pasantía es una excelente oportunidad para poner en práctica los conocimientos teóricos obtenidos durante la carrera en un ambiente laboral real, al mismo tiempo que se adquieren habilidades y experiencia significativas que serán valiosas para el desempeño profesional futuro.
- El sistema de construcción industrializado, siempre y cuando se realice con una organización adecuada y se cuente con un buen equipo de trabajo, impacta positivamente en la creación rápida y eficiente de viviendas.
- Es de vital importancia que se cuenten con unos diseños claros y precisos además que se cuente con una buena comunicación entre el ingeniero residente y el diseñador, para que se eviten los errores en la interpretación y se pueda ejecutar un buen proceso constructivo.
- La programación y control de calidad en obra debe de ser llevada a cabo por una persona idónea, ya que gracias a estos aspectos depende en gran medida el buen funcionamiento de los proyectos civiles.
- Es de gran importancia realizar un control en todas las actividades realizadas en obra sin importar que las mismas sean repetitivas ya que por dicha razón no se está exento a que se presenten irregularidades durante dichos procesos.
- En los proyectos civiles toma gran importancia una buena comunicación entre el ingeniero a cargo y los maestros u oficiales que realizan las actividades en obra para que de esta manera se ejecute un buen proceso constructivo.
- Existe un gran potencial para la implementación de sistemas de construcción industrializada en Colombia, ya que pueden ofrecer múltiples beneficios como la reducción de costos, tiempos de construcción más cortos, mayor calidad y seguridad en la construcción.

- El sistema de construcción de vivienda mediante sistemas industrializados es una de las mejores maneras de combatir el déficit habitacional que se presenta actualmente en el país.
- Es necesario promover la investigación y el avance de los sistemas de construcción industrializada en Colombia, con el objetivo de elevar la calidad y la eficiencia en el sector de la construcción del país.

8. RECOMENDACIONES

- Para cumplir con los tiempo y cronograma establecidos en la obra, se hace necesario llevar un adecuado control del personal, materiales, herramientas, lo cual permite desarrollar adecuadamente las actividades, además de evitar retrasos.
- Contar con personal de apoyo adecuado en el momento de las fundiciones, para suplir cualquier eventualidad que se pueda presentar durante el proceso de vaciado. Puesto que esta es una de las actividades más importante durante el proceso constructivo.
- Realizar una adecuada elección y capacitación del personal, para que las actividades siempre se desarrollen de la mejor manera y se eviten retrasos o irregularidades en la obra.
- Establecer estándares de calidad rigurosos y llevar a cabo un buen control de calidad durante el proceso constructivo, para garantizar que los elementos cumplan con los requisitos de la norma vigente.
- Fomentar y garantizar una buena comunicación entre todo el equipo de trabajo en obra, como ingenieros, arquitectos, maestros, entre otros. Para una identificación temprana de problemas, además, de una rápida solución de los mismos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL. Resolución FIC-820 de 2014. Reglamento de Trabajo de Grado en la Facultad de Ingeniería Civil. Popayán: Universidad del Cauca, 2014. Extraído de <http://portal.unicauca.edu.co/versionP>
- GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES GRACOL SAS, <https://gracolsas.com/>
- SOLARTE Y CIA (2020), DISEÑO ESTRUCTURAL BOSQUE ENCANTADO
- COLOMBIA, REZAGADA en la construcción industrializada [Anónimo]. A la obra maestros. (agosto, 2016). Disponible en Internet: [<https://maestros.com.co/agenda/colombia-rezagada-en-la-construccion-industrializada/>](https://maestros.com.co/agenda/colombia-rezagada-en-la-construccion-industrializada/).
- PORTAFOLIO. Se necesitan 400 mil viviendas al año para acabar déficit habitacional. Portafolio. (29, agosto, 2022). Disponible en Internet: <https://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/en-colombia-se-necesitan-400-mil-viviendas-al-ano-para-acabar-deficit-habitacional-570228>.
- OROZCO, J. PREFABRICADOS PARA EDIFICACIONES. En: Foro Argos 360° En Concreto. 2015. vol. VI..
- OROZCO, Juan. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA VIS EN COLOMBIA. Bogotá: Universidad de los Andes, 2018.
- PRESTAN, Carlos. Análisis del Sector de la Construcción en Colombia. Gestipolis. (23, mayo, 2017). Disponible en Internet: <https://www.gestipolis.com/analisis-del-sector-la-construccion-colombia/>.
- DIAZ, Jorge, *et al.* CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO UTILIZADAS EN SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES. En: Revista de Ingeniería. 2004. vol. 48.
- CEMEX CONCRETOS DE COLOMBIA. Guía técnica. Bogotá, 2003.
- METALEX. Especificaciones técnicas. METALEX. (2020). Disponible en Internet: <https://www.metalex.com.co/encofrados/>.
- REYES, Nelson. ENCOFRADOS METÁLICOS - FORMALETAS Para Concreto. YouTube. (22, junio, 2020). Disponible en Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=M02hXs9yqj4>.