



**PARTICIPACION COMO AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION  
DEL CONJUNTO RESIDENCIAL CONDOMINIO VERSALLES EN LA CIUDAD  
DE POPAYÁN – CAUCA**



**INFORME FINAL DE PRACTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL  
TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:  
CARLOS IGNACIO CASTILLO POLINDARA  
Código: 100411024924**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
POPAYAN  
2017**



**I PARTICIPACION COMO AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION  
DEL CONJUNTO RESIDENCIAL CONDOMINIO VERSALLES EN LA CIUDAD  
DE POPAYÁN - CAUCA**



**Presentado por:  
CARLOS IGNACIO CASTILLO POLINDARA  
Código: 100411024924**

**DIRECTOR DE PASANTIA:  
ING. HECTOR ADRADA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
POPAYAN  
2017**



## NOTA DE ACEPTACION

El Director y los Jurados han evaluado este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniera Civil.

---

Firma del Director

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Popayán, Septiembre 2017



## DEDICATORIA

*“A mi mamá Eliana Yaneth Polindara y a mi papá Carlos Ignacio Castillo quienes son el principal motivo de mi entrega y perseverancia durante estos años de aprendizaje con lo cual correspondo a sus esfuerzos de poder brindarme el honor de estudiar y de este modo llenarlos de orgullo.*

*A mi hermano Cristian Camilo Castillo y a mi abuela Mimi Consuelo Solano por su apoyo incondicional en el desarrollo de mis actividades.*

*Y por último y con mayor razón a Dios, quien con su amor y apoyo divino intercedió en mí en cada momento y me dio esa fuerza extra la cual fue crucial en cada momento difícil.”*

*Carlos Ignacio Castillo Polindara*



## AGRADECIMIENTOS

*“A Dios por estar conmigo en cada momento y por darme la bendición de vivir esta experiencia.*

*A los profesores del programa de Ingeniería Civil por sus enseñanzas.*

*Al Ingeniero Héctor Adrara por su gran apoyo como director de pasantía.*

*Al Ingeniero Tulio López y la Ingeniera Sandra Rojas por sus consejos, apoyo, experiencia brindada y confianza depositada en mí.*

*A mis compañeros, amigos de estudio y de pasantía por su apoyo y amistad.*

*A la Constructora GRACOL SAS por darme la oportunidad poner en práctica los conocimientos adquiridos en la etapa estudiantil.*

*A mi hermosa familia compuesta por mi madre Eliana Yaneth Polindara, mi padre Carlos Ignacio Castillo, mi hermano Cristian Camilo Castillo y mi abuela Mimi Consuelo Solano, por brindarme ese amor único, por los recursos que fueron necesarios y por el constante apoyo lo cual fue muy importante para lograr esta meta.*

*Y finalmente a la Universidad del Cauca por formarme como Ingeniero Civil.”*

*Carlos Ignacio Castillo Polindara*



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
3.1. GENERAL.....	3
3.2. ESPECIFICOS .....	3
<b>4. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2. INFORMACION .....</b>	<b>4</b>
<b>4.3. ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA.....</b>	<b>5</b>
4.3.1. Vivienda tipo 1 (casa esquinera).....	6
4.3.2. Vivienda tipo 2 (casa medianera) .....	8
4.3.3. Descripción Estructural .....	11
<b>5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>12</b>
<b>5.1. ACTIVIDADES INICIALES .....</b>	<b>12</b>
<b>5.2. REVISION ESPECIFICACIONES TECNICAS Y DISEÑOS DEL PROYECTO ..</b>	<b>13</b>
<b>5.3. SUPERVISION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO .....</b>	<b>13</b>
5.3.1. Concreto en obra .....	13
5.3.2. Materiales .....	14
5.3.2.1. Cemento .....	14
5.3.2.2. Almacenamiento del cemento .....	14
5.3.2.3. Agregado Grueso .....	15
5.3.2.4. Agregado Grueso 3/8" .....	16
5.3.2.5. Agregado Fino .....	17
5.3.3. Mezcla del concreto en obra .....	17
5.3.4. Supervisión y control de dosificación de mezclas de concreto .....	18
5.3.4.1. Control y supervisión del asentamiento .....	18
5.3.4.2. Toma de muestras .....	21
5.3.4.3. Control de dosificación de muestras de concreto .....	23
<b>5.4. ERRORES DETECTADOS EN LA SUPERVISION DEL CONCRETO .....</b>	<b>25</b>
5.4.1. Cajones de mezcla .....	25
5.4.2. Resistencia del concreto.....	27



5.4.3.	Ajuste de dosificación de mezcla.....	34
<b>5.5.</b>	<b>SUPERVISION DE LA MAMPOSTERIA.....</b>	<b>35</b>
5.5.1.	Refuerzo en la mampostería.....	35
<b>5.6.</b>	<b>ERRORES DETECTADOS EN LA SUPERVISION DE LA MAMPOSTERIA ....</b>	<b>38</b>
5.6.1.	Deficiencias en pega e instalación de grafiles .....	38
5.6.2.	Punta de diamante irregular.....	40
<b>5.7.</b>	<b>SUPERVISION DE LOSAS .....</b>	<b>41</b>
5.7.1.	Losa de cimentación .....	41
5.7.2.	Losa de Entrepiso .....	45
5.7.2.1.	Formaleta Losa Entrepiso .....	45
5.7.2.2.	Acero Losa Entrepiso .....	47
<b>5.8.</b>	<b>SUPERVISION DE VIGAS DE AMARRE, VIGAS CINTA Y CUBIERTA .....</b>	<b>51</b>
5.8.1.	Vigas de amarre.....	51
5.8.2.	Vigas cinta .....	57
5.8.3.	Tejados .....	57
<b>5.9.</b>	<b>APOYO AL RESIDENTE.....</b>	<b>59</b>
5.9.1.	Bitácora.....	59
5.9.2.	Estándares.....	61
5.9.3.	Solicitud de suministros en almacén.....	62
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>66</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>67</b>



## LISTA DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1. Ubicación*
- Ilustración 2. Descripción del proyecto*
- Ilustración 3. Vivienda tipo 1 (casa esquinera)*
- Ilustración 4. Vivienda tipo 1 (casa esquinera)*
- Ilustración 5. Vivienda tipo 2 (casa medianera)*
- Ilustración 6. Vivienda tipo 2 (casa medianera)*
- Ilustración 7. Descripción y características del proyecto Condominio Versalles*
- Ilustración 8. Movimiento de tierras*
- Ilustración 9. Excavación para tubería sanitaria*
- Ilustración 10. Almacenamiento del cemento*
- Ilustración 11. Contaminación en el agregado 3/4"*
- Ilustración 12. Contaminación en el agregado 3/8"*
- Ilustración 13. Contaminación en el agregado 3/8"*
- Ilustración 14. Asentamiento 6" losa entrepiso*
- Ilustración 15. Asentamiento 5.5" losa entrepiso*
- Ilustración 16. Cilindros de prueba llenos*
- Ilustración 17. Desencofre del cilindro de prueba*
- Ilustración 18. Curado de muestras*
- Ilustración 19. Transporte de cilindros a fallar*
- Ilustración 20. Volumen de un saco de 42.5 kg en cajón de 0.042 m<sup>3</sup>*
- Ilustración 21. Toma de núcleos*
- Ilustración 22. Tratamiento en cal*
- Ilustración 23. Demolición losa de cimentación casas 13A y 14A*
- Ilustración 24. Nuevo armado de acero losa de cimentación casas 13A y 14A*
- Ilustración 25. Toma de muestras de diseño*
- Ilustración 26. Mampostería por instalar*
- Ilustración 27. Rebite de muros*
- Ilustración 28. Muro deficiente en pega*
- Ilustración 29. Mal procedimiento en la instalación de grafiles*
- Ilustración 30. Punta de diamante en demolición*
- Ilustración 31. Mala ubicación de acero de refuerzo en losa de cimentación*
- Ilustración 32. Reubicación aceros de refuerzo losa de cimentación*
- Ilustración 33. Chequeo de ubicación de acero de dovelas 3/8"*
- Ilustración 34. Chequeo inicial de nivel formaleta losa entrepiso*
- Ilustración 35. Nivelación de formaleta losa entrepiso*
- Ilustración 36. Viga en voladizo losa entrepiso con errores*
- Ilustración 37. Separación incorrecta en acero de refuerzo en corte V4 eje 0 entre A-C*
- Ilustración 38. Corrección en la separación del refuerzo V4*
- Ilustración 39. Viga de amarre con estribos en "S"*
- Ilustración 40. Instalación viga de amarre V1*



*Ilustración 41. Chequeo de separación estribos viga de amarre*

*Ilustración 42. Fundición vigas de amarre*

*Ilustración 43. Retroceso en vigas de amarre*

*Ilustración 44. Uso de ladrillo para detalle arquitectónico en el retroceso*

*Ilustración 45. Corrección de pendiente vigas cinta*

*Ilustración 46. Tejado y perfil metálico de soporte*

*Ilustración 47. Canaleta para aguas lluvia*

*Ilustración 48. Libreta personal para registros en bitácora*



## LISTA DE FIGURAS

*Figura 1. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción*

*Figura 2. Formato de dosificación de mezclas de concreto*

*Figura 3. Resultados prueba de compresión casas 13 y 14 A*

*Figura 4. Resultados prueba de compresión casas 6 y 7 B*

*Figura 5. Resultados compresión de núcleos*

*Figura 6. Conector y refuerzo longitudinal en mampostería*

*Figura 7. Ubicaciones grafiles*

*Figura 8. Plano 13/25 acero de cimentación*

*Figura 9. Ubicación de acero de refuerzo a flexión*

*Figura 10. Acero losa entre piso viga V2*

*Figura 11. Corte viga en voladizo V2*

*Figura 12. Separación de acero #4 en losa de entrepiso*

*Figura 13. Transcripción nuevo diseño para vigas de amarre*

*Figura 14. Corte viga V1*

*Figura 15. Estándar para ladrillos y dovelas segundo piso*

*Figura 16. Solicitud de suministros en almacén*

*Figura 17. Listado de códigos de materiales*

*Figura 18. Centros de costos*



## 1. INTRODUCCIÓN

Como estudiante de Ingeniería Civil es de suma importancia poder participar en este tipo de proyectos ya que se complementan los conocimientos y criterios en el ámbito constructivo de obras civiles que fueron obtenidos durante el ciclo académico cursado.

La constructora GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA **GRACOL S.A.S**, ubicada en la ciudad de Popayán contribuye a la educación ofreciendo la oportunidad al estudiante de poder participar en los procesos de trabajo que contemplan el apoyo al residente de la obra, involucrándose así en los procesos constructivos y administrativos en la ejecución del proyecto de vivienda **CONDominio VERSALLES**, donde el estudiante podrá incursionar y conocer más a fondo los diferentes procesos llevados a cabo en el área de administración de obra, supervisión técnica y análisis de calidad de los materiales de construcción.

De esta manera se garantizará que los resultados obtenidos en esta práctica satisfagan los objetivos esperados, permitiendo adquirir la experiencia necesaria para el futuro desempeño profesional aplicando activamente los conocimientos y criterios desarrollados a lo largo del periodo de aprendizaje universitario.



## 2. JUSTIFICACIÓN

En la formación del ingeniero civil se debe tener en cuenta que además de la base teórica adquirida durante la etapa académica es también importante la práctica, la ejecución y la responsable actividad profesional, dado que permite comprobar nuestros criterios.

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

Dentro de esta pasantía se espera tener conocimientos que se adquieren exclusivamente al realizar la práctica profesional, tal como ésta y de este modo, de la experiencia de ser pasante, que se aprenderá la interrelación con profesionales de la ingeniería y de la construcción, obteniendo de los mismos además de su experiencia en la materia, una experiencia de vida.

Teniendo en cuenta lo anterior, cumpliendo con el Acuerdo N° 027 de 2012 del Consejo Superior Universitario y la resolución N° 820 de 2014, que ofrece al estudiante la modalidad de trabajo de grado para participar como pasante promoviendo la confrontación de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera y así optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca, resultando ser muy útil al estar vinculado en un proceso formativo tan importante y en un proyecto de gran magnitud como lo es la construcción del **CONDOMINIO VERSALLES**.

Al finalizar el desarrollo de la pasantía se logrará contar con una mayor capacidad para planear, dirigir, organizar y controlar cada uno de los procesos constructivos que constituyen una obra.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. GENERAL

- Participar y apoyar el proyecto CONDOMINIO VERSALLES en la optimización de procesos constructivos, administrativos y demás actividades que se pudiesen presentar bajo las acciones respectivas de un auxiliar de ingeniería.

#### 3.2. ESPECIFICOS

- Apoyar el seguimiento técnico de los procesos constructivos que se realicen durante el desarrollo de la obra.
- Informar oportunamente al ingeniero(a) en jefe sobre daños, falta de suministros, posibles deficiencias en: materiales, procesos constructivos, equipos, mano de obra o cualquier otro factor que pueda afectar la construcción, y vigilar que se tomen los debidos correctivos.
- Llevar control de almacenaje en cuanto a suministros necesarios para la ejecución de la obra.
- Aportar soluciones ante situaciones de urgencia que se llegasen a presentar y requieran intervención propia.
- Realizar pruebas de control a materiales y procesos para la producción de concretos.

## 4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 4.2. INFORMACION

Ilustración 1. Ubicación



Fuente: GRACOL SAS.

El proyecto “Condómino Versalles” se encuentra ubicado en la ciudad de Popayán (Cauca), cuya dirección es: Calle variante norte con calle 78N (entrada al barrio la aldea) en el sector privilegiado al norte de la ciudad de Popayán. Una zona de alta valorización con cercanía al nuevo centro comercial “Terra Plaza” y prestigiosos centros educativos.

El lote cuenta con una topografía relativamente plana, formada por una terraza, la cual fue aprovechada en el previo diseño arquitectónico lo que ha beneficiado al proyecto.

### 4.3. ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA

La ejecución del presente proyecto permitirá la construcción de 270 casas ubicadas en la zona de más alta valorización de Popayán, Variante norte vía a la Aldea. El proyecto “Condominio Versalles” cuenta con un fácil acceso vehicular puesto que el proyecto se encuentra en un sector de alto desarrollo económico.

El conjunto residencial está conformado por 270 casas de dos niveles (unifamiliares), contará con piscina, salón social, juegos recreativos, cancha múltiple, sendero ecológico, zona comercial, amplia zona verde con gimnasio al aire libre, UTB (Unidad Técnica de Basuras) y además las casas cuentan con posibilidad de ampliación.

El desarrollo tanto urbanístico del Conjunto contribuirá a la consolidación del sector, de carácter residencial con óptimas condiciones urbanísticas. El proyecto también gozará de las comodidades que brinda un conjunto cerrado, como lo son portería y vigilancia.

*Ilustración 2. Descripción del proyecto*



**Fuente: GRACOL SAS.**

Se cuenta con tres (3) tipos de viviendas las cuales son: casa **tipo A**: medianera con muro compartido, se denomina unidad estructural o pacha, casa **tipo B**: esquinera con muro compartido en unidad estructural o pacha y finalmente casa **tipo C**: esquinera individual, tiene sus muros independientes.

Generalizando, en este documento se definen como Tipo 1 y 2.

#### 4.3.1. Vivienda tipo 1 (casa esquinera)

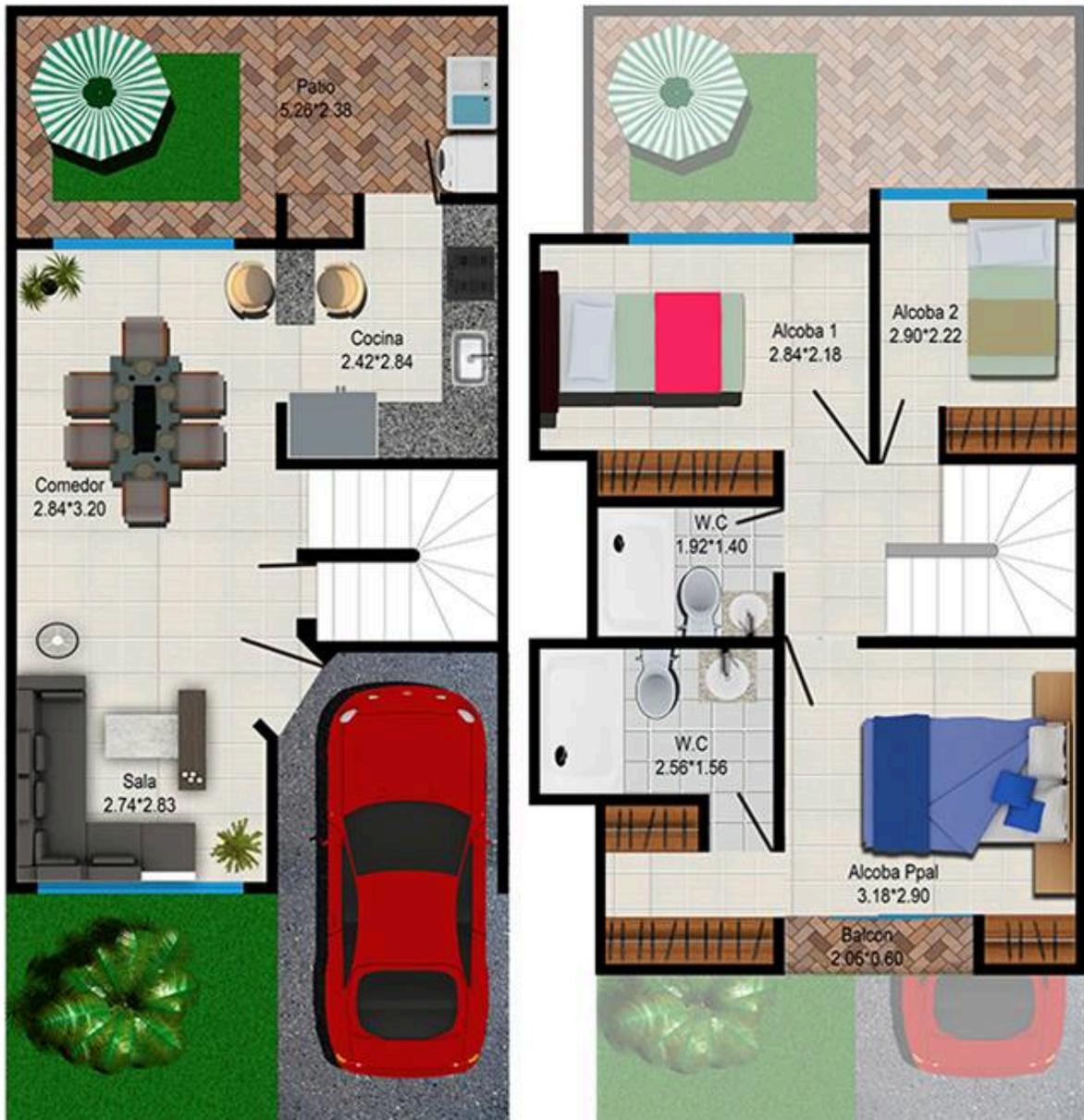
Cuenta con tres alcobas, sala comedor, cocina, patio, balcón y 2 baños, para un área total de 82 m<sup>2</sup> con posibilidad de ampliación.

*Ilustración 3. Vivienda tipo 1 (casa esquinera)*



*Fuente: GRACOL SAS.*

Ilustración 4. Vivienda tipo 1 (casa esquinera)



Fuente: GRACOL SAS.

#### 4.3.2. Vivienda tipo 2 (casa medianera)

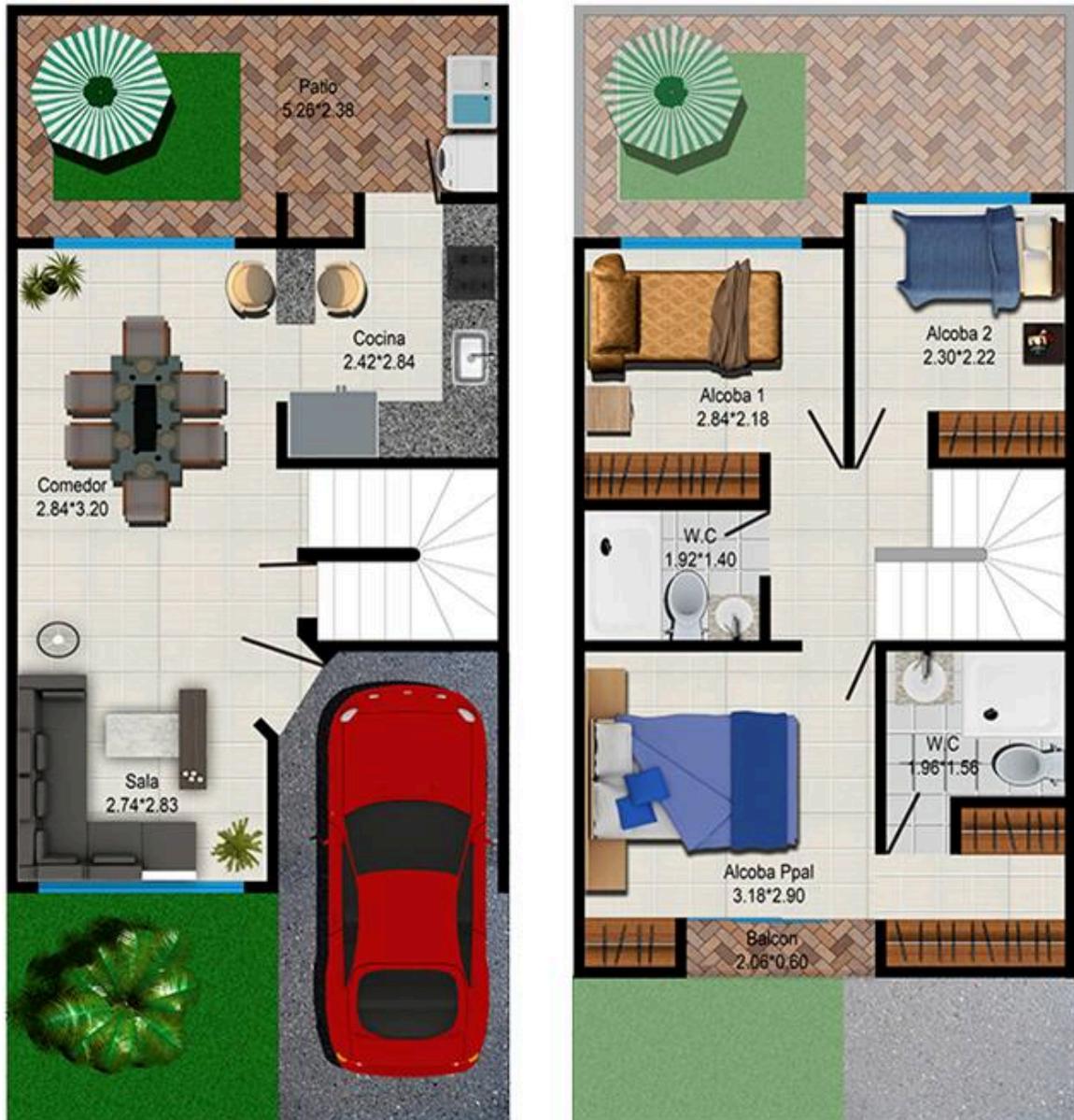
Cuenta con tres alcobas, sala comedor, cocina, patio, balcón y 2 baños, para un área total 78 m<sup>2</sup> con posibilidad de ampliación.

*Ilustración 5. Vivienda tipo 2 (casa medianera)*



*Fuente: GRACOL SAS.*

Ilustración 6. Vivienda tipo 2 (casa medianera)



Fuente: GRACOL SAS.

*Ilustración 7. Descripción y características del proyecto Condominio Versalles*

**Piscina**



**Salon Social y Juegos Recreativos**



**Cancha Múltiple**



**Sendero Ecológico**



**Zona Comercial**



**Gimnasio Al Aire Libre**



*Fuente: GRACOL SAS.*



### 4.3.3. Descripción Estructural

El proyecto Condominio Versalles contará con 270 casas en mampostería estructural sub reforzada las cuales cumplirán con los requerimientos del título D de la norma NSR-10 que es la que rige en la actualidad.

Este proyecto de casas contará con elementos estructurales como lo son losa de cimentación, vigas de cimentación, losa maciza de entrepiso, vigas de entrepiso, vigas de amarre (viga bloque y viga dintel), viga cinta y muros de contención, estos con una resistencia de diseño de 21 MPa, acero con un  $f_y'$  de 420 MPa con barras #2 o de 1/4" para estribos y #3 o de 3/8" para acero longitudinal usados en los castillos de vigas de cimentación, para vigas de entrepiso se manejó acero #5 en la parte superior del castillo, esto para resistir los esfuerzos a tensión que se generan en los voladizos, acero de refuerzo para dovelas de 3/8", acero de refuerzo de losa de cimentación #4 o de 1/2" y acero de refuerzo en losa de entrepiso #4, #5 y #6, el tamaño máximo del agregado será de 3/4" para losas de cimentación y de entrepiso, vigas de cimentación, vigas de entrepiso, vigas de amarre (vigas dintel) o de cubierta y viga cinta en culatas, muros de contención y muros de cambio de nivel, agregado de 3/8" para fundición de dovelas las cuales tienen una resistencia de diseño de 12,5 MPa, su cimentación será en losa maciza de 0,12m de espesor reforzada con malla electro-soldada de 8,5mm con una dimensión de 6 x 2,35m con sus respectivos traslapes de 0,30m, los refuerzos adicionales en cimentación cuentan con barras de 1/2" para una mejor distribución de cargas que vienen desde los muros y se transmiten a las vigas de cimentación, las vigas de cimentación se funden monolíticamente con la losa de cimentación, estas vigas cumplen con los requerimientos de seguridad exigidos por la norma NSR-10 en separación de estribos y distribución de ganchos, en losa de entrepiso contará con un espesor de losa de 0,10 m, vigas de entrepiso con acero #5 para los voladizos como también barras #3 usadas en los castillos, refuerzos con barras #6, #4 para distribución y transmisión de cargas a los muros y vigas de cimentación de primer piso, doble malla electro-soldada de 8,5mm con una dimensión de 6 x 2,35m y su respectivo traslapo de 0,30 m.

## 5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

### 5.1. ACTIVIDADES INICIALES

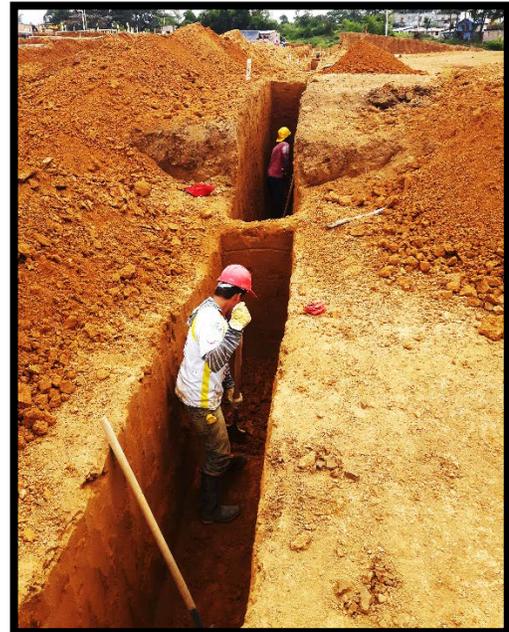
La primera actividad que se desarrolló fue el reconocimiento de la obra CONDOMINIO VERSALLES, dentro de este se incluye la presentación con el personal de toda la obra y también una instrucción en seguridad por parte del SISO. Observar el avance de obra y las actividades que realizan los compañeros en el equipo de trabajo también hizo parte de dicho reconocimiento.

*Ilustración 8. Movimiento de tierras*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

*Ilustración 9. Excavación para tubería sanitaria*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Por orden del residente en jefe se le designó al pasante el control de la calidad de los materiales, específicamente concretos, y su respectiva supervisión en el momento de la mezcla y aplicación.



## 5.2. REVISION ESPECIFICACIONES TECNICAS Y DISEÑOS DEL PROYECTO

Se realizó el respectivo análisis de documentos, especificaciones técnicas, estudios y planos presentes en la obra, proporcionado por la empresa GRACOL S.A.S, en ellos se describen generalmente las dimensiones, cantidades, cuantías de acero y sus despieces para distintas actividades como cimentación, muros de contención, muros de ladrillo estructural, losas de entrepiso, escaleras y cubiertas, como también la ubicación de tuberías conduit (eléctrico), aguas negras, aguas lluvia y de suministro de agua potable, que son información importante para la respectiva supervisión durante la ejecución de la obra.

## 5.3. SUPERVISION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO

### 5.3.1. Concreto en obra

El modo de mezcla para la elaboración del concreto es de forma mecánica en mezcladoras que soportan desde un (1) saco de cemento a tres (3) sacos. Dicho procedimiento requiere de una adecuada supervisión puesto que se debe cumplir con la dosificación dada para que el concreto obtenga la resistencia requerida. Dentro del ejercicio de supervisar, el control de la adición de agua debe ser muy bien controlado ya que la relación agua cemento (A/C) afecta en grandes proporciones la resistencia del concreto, dado que, a mayor relación A/C el concreto tendrá menor resistencia a la compresión y viceversa.

De modo que, para obtener una buena mezcla y calidad en el concreto es necesario cumplir con:

- ✓ Calidad en los materiales
- ✓ Limpieza de los materiales
- ✓ La dosificación
- ✓ Optimizar procesos constructivos

El concreto que se elaboró en la obra para cada uno de los elementos estructurales tienen una resistencia de diseño  $F'c = 21$  MPa (3000PSI), y para grouting una resistencia de diseño  $F'c = 12,5$  MPa y acero de refuerzo con  $Fy = 420$  Mpa.

### 5.3.2. Materiales

#### 5.3.2.1. Cemento

El cemento utilizado para los diferentes elementos estructurales, en general, es aquel que cumple con las normas que rigen la calidad de este ya que independientemente de la marca de producción debe cumplir con las normas NTC 121 y NTC 321, en obra se utilizó cemento ARGOS de uso estructural de 42,5 Kg.

#### 5.3.2.2. Almacenamiento del cemento

Es de suma importancia garantizar un adecuado almacenamiento para el cemento ya que de esto depende que el cemento mantenga sus propiedades tal como sale de fábrica. Se verificó que el cemento esté ubicado en un sitio estratégico dentro del almacén puesto que su movimiento generalmente es continuo (entrada y salida), también se aseguró que el cemento esté alejado de obstáculos y libre humedad, para ello se usan estibas para proteger al cemento de la humedad del suelo. A su vez, los sacos de cemento son protegidos con plásticos o elementos impermeables cuando se producen precipitaciones cuando se encuentran fuera del almacén en fundiciones.

*Ilustración 10. Almacenamiento del cemento*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Se llevó control del material con el fin de que este no permanezca mucho tiempo almacenado, para esto se maneja la salida de materiales en el que el pasante junto con el almacenista inspeccionaron que esto se cumpliera con el orden y control por lotes de este material.

### 5.3.2.3. Agregado Grueso

Agregado grueso de 3/4": este agregado grueso consiste en una grava o una combinación de grava o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5mm y generalmente entre 9.5 mm y 38mm.

El triturado usado en obra es suministrado por Conexpe S.A. y como tamaño máximo 1,0". Este agregado grueso de 3/4" es un agregado manufacturado ya que son fragmentados por procesos mecánicos, usados en losas de cimentación y de entrepiso, muros de contención y muros de cambio de nivel, este agregado posee formas angulares para mejorar la trabazón entre partículas y mejorar la resistencia del concreto.

Este material se supervisa en el descargue del material. Se tiene que verificar que el material se coloque cerca a la entrada de la obra y en zonas específicas, esto a fines de agilizar el proceso. Dentro del control se verifica que el material no llegue contaminado, sin embargo para esta grava no hubo mucho problema por contaminación pero si presentaba algo de polvillo en algunas ocasiones.

*Ilustración 11. Contaminación en el agregado 3/4"*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

#### 5.3.2.4. Agregado Grueso 3/8"

Usado en la fabricación del concreto *grouting*, este debe ser más fino para su correcto uso en la fundición de elementos con difícil acceso, en este caso para garantizar un correcto llenado de las celdas de las dovelas.

Este material al igual que el triturado, se supervisa en el descargue del material. Se tiene que verificar que el material se coloque cerca a la entrada de la obra y en zonas específicas. Dentro del control se verifica que el material no llegue contaminado, sin embargo esta grava a diferencia del triturado presentó muchos casos de contaminación. Inmediatamente fue reportado este problema con la ingeniera en jefe y con la geotecnóloga; fue la geotecnóloga quien reportó la falla ante la empresa que explotaba el material. Luego de varios viajes se pudo resolver esta falla.

*Ilustración 12. Contaminación en el agregado 3/8"*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Ilustración 13. Contaminación en el agregado 3/8"



Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.

#### 5.3.2.5. Agregado Fino

En obra se trabajó con arena de origen aluvial de Galindez, teniendo en cuenta que debe estar libre de materiales contaminantes e impurezas orgánicas. Es importante saber reconocer éste tipo de material al momento que llega a la obra, cerciorándose que en toda su proporción conserve una buena calidad.

#### 5.3.3. Mezcla del concreto en obra

Dado la importancia de este proceso y la responsabilidad adquirida, se trabajó para que el concreto de losas de cimentación, losas de entrepiso y muros de contención adquieran una resistencia de diseño con un  $f'c = 21$  MPa (3000psi) y para concreto *grouting* usado en la fundición de dovelas un  $f'c = 12,5$  MPa.

Para la adecuada supervisión del proceso de mezcla, se llevó control mediante formatos de chequeo de dosificación de mezclas de concreto para vigilar y garantizar que se cumpla con las cantidades de material requerido en el diseño de mezcla. Dentro de este control se hizo rigor en las cantidades de agua.

Para la obra se usaron en un inicio cajones de 0.35x0.35x0.35 (m) se trabajó con una proporción en volumen C: AF: AG (*cemento: agregado fino: agregado grueso*)



de 1: 2: 2 para un rango probable de resistencia a la compresión a los (28 días) de  $210 \text{ kg/cm}^2$  o 3000 psi.

#### 5.3.4. Supervisión y control de dosificación de mezclas de concreto

Se realizan ensayos como el de asentamiento de acuerdo con la norma NTC-396 la cual nos indica el correcto proceso y realización del ensayo, seguidamente de este ensayo se tomó una muestra representativa para el llenado de los 12 cilindros de prueba siguiendo la NTC-454 la cual nos indica el correcto procedimiento de ensayo.

##### 5.3.4.1. Control y supervisión del asentamiento

En cada fundición el pasante realizó los respectivos ensayos de asentamiento (slump test) también conocido como el cono de Abrams, esto para medir la fluidez y consistencia de la mezcla, que a su vez indica si va a lograr la resistencia deseada.

Se estima que el asentamiento debe estar entre 2,5" y 4" máximo para concretos de losa de cimentación y muros de contención. Para losa de entrepiso se permite entre 4" y máximo 6" de asentamiento ya que este concreto se dosifica con el aditivo **plastocrete HE 169** el cual fluidifica la mezcla con una misma relación agua/cemento y acelera el proceso de fraguado para desencofrar más rápido y así usar la formaleta de una manera más ágil en nuevas fundiciones. Para concreto *grouting* se estima entre 7" y un máximo de 9", este concreto es más fluido por la acción del aditivo **Eucon 35F** el cual fluidifica la mezcla sin necesidad de incrementar la adición de agua, es necesario tener buena fluidez ya que se debe garantizar que la mezcla llene completamente las celdas del ladrillo y a su vez haya un buen recubrimiento del acero de refuerzo de dovelas para que haya un trabajo en conjunto y no se presenten problemas.

El ensayo de asentamiento es fundamental realizarlo al inicio de la fundición, ya que éste indica la cantidad de agua agregada. El agua está asociada a la resistencia, como sabemos a mayor cantidad de agua menor resistencia.

La cantidad de agua está sujeta a cambios ya que se ve afectada también cuando la arena está saturada ya que de ésta manera se debe disminuir la adición de agua, como también al estar la arena y los materiales secos se le debe agregar un poco más de agua y verificar que el asentamiento esté en el rango aceptable.

Dentro de la autoridad y responsabilidad que fue recibida por la ingeniera residente, se logró que los operarios cumplieran con la correcta adición de agua, ya que reiteradas veces se dio el caso de que agregaban más cantidad de agua de la requerida con el propósito de facilitar el manejo de la mezcla. Evidentemente se corrigió este criterio ya que como se ha mencionado, el exceso de agua afecta la resistencia del concreto. Con ayuda de la geotecnóloga se dictó un curso rápido de 30 minutos con el fin de saber los conocimientos de los operarios encargados y dado el caso, corregir conceptos erróneos; de este modo, con la ayuda de registros de control de mezclas de concreto, formatos de dosificación y la presencia continua del pasante, se reguló en gran parte la cantidad de agua agregada en la mezcla y así no tener problemas en la resistencia en cuanto a dosificación se refiere.

Cabe destacar que inicialmente fue necesaria la presencia continua del pasante en las mezcladoras en el momento de fundición, ya que muchas veces los operarios sólo hacían lo correcto una vez se estaba ahí. Esto se confirmó al tomar muestras aleatorias para la prueba slump, puesto que se obtenían diferencias notables de asentamientos en tiempos distintos para una misma mezcla, esta situación no solo afecta la resistencia sino que también afecta directamente la toma de muestras ya que no se asegura una muestra representativa. Como solución se habló con los operarios y el maestro encargado de la cuadrilla sobre las muestras aleatorias, esto con el fin de comprometerlos más con el tema y la situación que se presentaba; así se redujo el caso de que solo dosifiquen bien al momento de tomar muestras.

*Ilustración 14. Asentamiento 6" losa entrepiso*



**Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.**

*Ilustración 15. Asentamiento 5.5" losa entrepiso*



**Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.**



En las ilustraciones 14 y 15 se evidencia como varía la fluidez del concreto en un mismo tiempo de mezcla, en este caso para la losa de entrepiso. Si bien antes del control se podían obtener asentamientos de entre 6” a 8”, luego de las medidas correctivas dichas oscilaciones varían en un rango de 0.5”, lo cual es muy bueno, ya que no solamente cumple con la especificación (asent. = 4” a 6” máximo) sino que se considera representativa la muestra que se llegase a tomar. Cabe destacar que estos cambios también son producto de la humedad presente en los agregados.

Tomando este caso de la losa de entrepiso y considerando el rango de asentamiento permitido (4” - 6”) se puede afirmar que la mezcla tiene una consistencia húmeda y se aplica para elementos estructurales muy reforzados, como se puede apreciar en la ilustración 16.

Figura 1. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción

Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación.	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
Seca	20-35	Pavimentos.	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Media (plástica)	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Húmeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
Muy Húmeda	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos “in situ”.	Tubo embudo tremie.	Secciones altamente reforzadas sin vibración.
Super Fluida	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

Fuente: RIVERA, Gerardo. *Concreto Simple*. UNICAUCA.

Es bueno mencionar que si bien la colocación es manual, el transporte es mecánico por medio de una retroexcavadora “pajarita” que lleva la mezcla hasta el segundo piso. Se debe garantizar que se realice un buen vibrado del concreto lo cual fue supervisado por el pasante esto con el fin de que no tengamos problemas de mal recubrimiento como también hormigueros causando que el concreto y el acero no trabajen en conjunto, también se debe tener cuidado de no exceder el vibrado ya que nos podría causar segregación como también exudación (ascenso de una parte

del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos).

En la mezcla de las losas de cimentación, muros de contención y muros de cambio de nivel no se usaron aditivos, por lo cual la fluidez y posterior resistencia solo dependerán del agua.

#### 5.3.4.2. Toma de muestras

Para esta actividad se llenan 12 cilindros cada uno con 3 capas apisonando cada una con 25 golpes distribuidos uniformemente en la sección transversal del cilindro. La capa del fondo debe compactarse completamente en toda su profundidad, la segunda capa debe apisonarse completamente y llegar a pasar 25mm aproximadamente la capa inferior, así mismo con la última capa que debe pasar la segunda en 25mm.

Los cilindros se remueven de los moldes después de 20+-4 horas después de haber sido moldeados y se sumergen en agua saturada con cal inmediatamente después de ser desencofrados para lograr un buen curado, estas primeras horas de curado son las más importantes para el desarrollo de sus características resistentes, en la obra se usaron moldes con una dimensión de 10cm de diámetro por 20cm de alto.

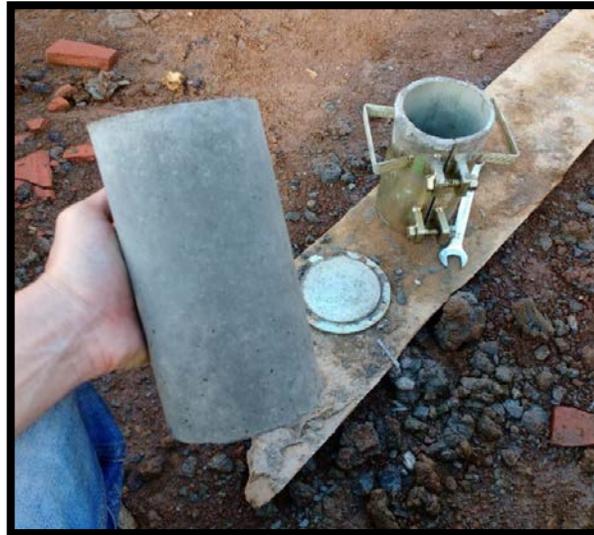
*Ilustración 16. Cilindros de prueba llenos*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Inmediatamente después de desencofrar se debe de humedecer con ACPM las camisas, ya que se debe evitar que el concreto quede adherido en la superficie de estas, como podemos observar en la ilustración 18, se debe tratar en lo posible de que no queden agujeros en los cilindros de prueba, esto se logra si realizamos un correcto procedimiento de ensayo.

*Ilustración 17. Desencofre del cilindro de prueba*



*Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.*

Los cilindros de prueba se referenciaron con: CV - #, CV: Condominio Versalles y el número de la prueba, se sumergieron en agua saturada con cal como se indica en la norma, se dejaron en inmersión 24 horas mínimo antes de ser ensayados.

Luego de dejarlos en inmersión se despachan los cilindros desencofrados para ser fallados a compresión. Este procedimiento lo realiza la geotecnóloga en el laboratorio, evidentemente este estudio puede demostrar si se necesitan posibles cambios en las dosificaciones y de ser así, hacer ajustes según se requiera.

*Ilustración 18. Curado de muestras*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

*Ilustración 19. Transporte de cilindros a fallar*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

#### **5.3.4.3. Control de dosificación de muestras de concreto**

Las actividades de control no solamente se llevan en cuanto a vigilancia y supervisión, por esta razón se llevaron formatos de control de dosificación de



muestras de concreto proporcionados por la empresa GRACOL S.A.S, como sustento escrito de la labor hecha.

Dentro del formato se deben llenar casillas que contienen información detallada tales como fecha, nomenclatura de la muestra, asentamiento en pulgadas o centímetros, elemento (losa, muro, etc.), observaciones y claro está la dosificación, donde se especifica la tara, cantidad de arena, agua, cemento, grava y aditivos presentes. El pasante debe realizar el control como mínimo una hora de duración en cualquier momento de la mezcla.

Figura 2. Formato de dosificación de mezclas de concreto

DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO						FGP-04 Versión 2 Abril de 2016 Página 1 de 1			
FECHA:		30   06   15		Consecutivo:					
OBRA:		Cond. de vivienda						Hora Inicio	
ELEMENTO:		LOSA DE ENTREPISO (CASA 150-160)						7:00 am	
slump + aditivo		4.0 Pul		-		cm		Hora Final	
RESISTENCIA 28 días								Muestra	
Resistencia diseño		21 MPa						Salida control	
CANTIDAD	TARA	ARENA	AGUA	CEMENTO	GRAVA	ADITIVOS			
						Viscosidad	Plasticidad Me. Tca	Superf. Red.	
1		4.5	3.5	3	6			7.17	
2		4.5	3	3	6			7.17	
3		4.5	3	3	6			7.17	
4		4.5	3	3	6			7.17	
5		4.5	3	3	6			7.17	
6		4.5	3	3	6			7.17	
7		4.5	3	3	6			7.17	
Cantidades en peso									
Cantidades en volumen									
OBSERVACIONES: Dosificación 7:7.5:2, cegones de 0.33 A 3 (viales) de agua de 20 LT, se adiciona aditivo plastificante al 7% del peso de cemento de la mezcla, 7 LT									
Carlos I. Castillo ELABORO					Ing. Sandra Rojas REVISÓ				

Fuente: GRACOL SAS.



Este control también ayuda a determinar el rendimiento de la cuadrilla, ya que se puede obtener el número de veces que se llena y se descarga la mezcladora con la mezcla (cochadas) en un tiempo determinado.

#### **5.4. ERRORES DETECTADOS EN LA SUPERVISION DEL CONCRETO**

En toda obra siempre existirán errores o situaciones que no concuerdan con las especificaciones y documentos técnicos que rigen su construcción. Los motivos pueden ser la falta de comunicación entre el equipo de trabajo, toma de decisiones por parte de personal no directivo, entre otros. El CONDOMINIO VERSALLES no estuvo exento de estas situaciones, pero gracias a la acción por parte del pasante, el equipo de trabajo y el apoyo de la ingeniera residente en jefe, se tomaron las decisiones pertinentes para corregir las fallas detectadas.

##### **5.4.1. Cajones de mezcla**

Junto con la geotecnóloga se evidencia que los volúmenes de los cajones de mezcla no correspondían al volumen que cubrían los sacos de cemento usados en obra, como se mencionó anteriormente en la obra se manejaron en un inicio cajones con un volumen de  $0,35 \times 0,35 \times 0,35$  que forman un volumen de  $0,042 \text{ m}^3$ , este volumen se logra llenar con sacos de cemento de 50 kg y no de 42,5 kg como los usados en obra, para comprobar esto se usó la siguiente fórmula:

- Masa Unitaria Suelta Cemento (MUSc)  $\approx 1200 \text{ kg/m}^3$
- Volumen suelto de 1 saco de cemento (50 kg)  $= 50/1200 = 0,042 \text{ m}^3$

En obra se usan sacos de cemento de 42,5 kg los cuales no alcanzan a cubrir este volumen.

Por esta razón se cambiaron los cajones de  $0,042 \text{ m}^3$  por cajones de  $0,036 \text{ m}^3$ . Este volumen se ajusta a los sacos de cemento de 42,5kg lo cual lo verificamos con la misma fórmula del libro “Concreto simple” (capítulo 10) proporciones en volumen suelto del Ingeniero Gerardo Rivera.

- Volumen suelto de 1 saco de cemento (42,5 kg)  $= 42,5/1200 = 0,035 \text{ m}^3$
- Volumen de los cajones:  $0,33 \times 0,33 \times 0,33 = 0,035 \text{ m}^3$ .

Por lo tanto se corrigen las medidas de los cajones y se estandarizan en la obra para continuar y lograr una buena y correcta dosificación de materiales.

Ilustración 20. Volumen de un saco de 42.5 kg en cajón de 0.042 m<sup>3</sup>



Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.

El pasante con el apoyo del libro concreto simple del ingeniero Gerardo Rivera realizó los cálculos para saber el número de sacos de cemento en losa de cimentación por metro cúbico y así poder estandarizar y llevar un correcto control de salidas de materiales, esto es una aproximación que verificamos en campo para pasar de cantidades teóricas a cantidades reales en obra.

- Cemento (en sacos de 42,5 kg) =  $C_s = 2100/((1+F+G)*42,5)$
- $C_s = 49/(1+F+G)$  Número de sacos de cemento de 42,5 kg/m<sup>3</sup> concreto.

Para una dosificación 1:2:2 tenemos:

- $C_s = 49/(1+2+2) = 9,9 \sim 10$  sacos de cemento de 42,5 kg por m<sup>3</sup> de concreto.
- Ag. Fino =  $0,04*C_s*F = 0,035*10*2 = 0,7$  m<sup>3</sup> de material /m<sup>3</sup> de Concreto.
- Ag. Grueso =  $0,04*C_s*G = 0,035*10*2 = 0,7$  m<sup>3</sup> de material /m<sup>3</sup> de Concreto.



Para losa de cimentación se calculó la cantidad de materiales, dado que la losa de cimentación y las vigas de cimentación tienen volúmenes diferentes se calcularon y se sumaron para tener los m<sup>3</sup> totales que se van por losa de cimentación y con esto los sacos de cemento.

Para casa medianera contamos con un área para losa de cimentación de: 10m de largo, 5,44m de ancho y 0,12m de espesor de losa por lo tanto tenemos:  $10 \times 5,44 \times 0,12 = 6,5 \text{ m}^3$  y para vigas de cimentación con un espesor de 0,20m, un ancho de 0,12 y una longitud total de 38,16 m tenemos que:  $0,20 \times 0,12 \times 38,16 = 0,92 \text{ m}^3$  para un total de 7,4 m<sup>3</sup>.

Por tanto, el número de sacos para losa de cimentación incluyendo vigas:  $7,4 \times 10 = \mathbf{74 \text{ sacos de cemento}}$  por casa medianera. Esta fue la dosificación inicial con la que se realizaron las fundiciones de las losas de cimentación, muros de contención y cambio de nivel.

#### **5.4.2. Resistencia del concreto**

Según el análisis de resultados de la prueba de compresión de cilindros, se detectó que la losa de cimentación para las casas 13A y 14A no cumplieron con la resistencia requerida a los 28 días puesto que solo alcanzó el 60% de los 21 MPa esperados (Ver figura 3), de igual forma, para la losa de cimentación de las casas 6B y 7B no cumplieron con la resistencia requerida a los 28 días puesto que solo alcanzó el 70% de los 21 MPa esperados (Ver figura 4).



Figura 3. Resultados prueba de compresión casas 13 y 14 A

Muestra	# Cilindros	F <sub>c</sub> (28 d) Mpa	Fecha Fundición	Fecha Fundición	Elemento Fundido	Asentamiento (Pulgadas)																
CV10	12	21	viernes, 23 de diciembre de 2016		DOVELAS PISO 1 CASA 19B	6"																
CV11	12	21	lunes, 26 de diciembre de 2016		DOVELAS PISO 1 DE CASA 18B	6.5"																
CV12	12	21	martes, 27 de diciembre de 2016		LOSA DE CIMENTACIÓN DE CASAS 13A Y 14A	5.5"																
CV13	12	21	miércoles, 28 de diciembre de 2016		DOVELAS PISO 1 DE CASA 17B	7.5"																
CV14	12	21	viernes, 30 de diciembre de 2016		DOVELAS PISO 1 CASA 4A	7.5"																
CONTROL DE RESISTENCIA A LOS CONCRETOS PREPARADOS EN OBRA																						
INICIO																						
Muestra	# Cilindros	F <sub>c</sub> (28 d) Mpa	Fecha Fundición	Resistencia 7 días (Mpa)				Resistencia 14 días (Mpa)				Resistencia 28 días (Mpa)				Cumplimiento NSR-10						
				FECHA	X1	X2	X3	R	%	FECHA	X1	X2	X3	R	%		FECHA	X1	X2	X3	R	%
CV12	12	21	27/12/2016	03/01/2017	8.68	9.17	9.02	8.96	43%	10/01/2017	10.61	11.58	10.66	10.95	52%	24/01/2017	11.83	13.23	12.68	12.58	60%	Resistencia por debajo de F <sub>c</sub>
CV13	12	21	28/12/2016	04/01/2017	17.40	17.13	17.28	17.27	82%	11/01/2017	23.80	23.30	20.43	22.51	107%	25/01/2017	27.82	27.81	28.69	28.11	134%	Resistencia satisfactoria
CV14	12	21	30/12/2016	06/01/2017	26.86	26.13	26.36	26.45	128%	13/01/2017	28.58	28.76	27.92	28.42	135%	27/01/2017	34.59	34.55	30.15	33.10	158%	Resistencia satisfactoria
CV15	12	21	02/01/2017	09/01/2017						16/01/2017	25.37	28.15	26.40	26.64	127%	30/01/2017	30.26	33.13	31.72	31.70	151%	Resistencia satisfactoria
CV16	12	21	03/01/2017	10/01/2017	18.16	18.83	17.13	18.04	86%	17/01/2017	24.64	25.88	23.35	24.62	117%	31/01/2017	26.79	29.87	29.91	28.86	137%	Resistencia satisfactoria
CV17	12	21	04/01/2017	11/01/2017						18/01/2017	19.68	21.27	19.36	20.10	96%	01/02/2017	28.56	25.55	27.33	27.15	129%	Resistencia satisfactoria
CV18	12	21	06/01/2017	13/01/2017	17.10	17.14	19.07	17.77	85%	20/01/2017	23.45	23.22	22.63	23.10	100%	03/02/2017	26.38	28.39	28.45	27.71	132%	Resistencia satisfactoria

Fuente: GRACOL SAS.



Figura 4. Resultados prueba de compresión casas 6 y 7 B

Muestra	# Cilindros	F <sub>c</sub> (28 d) Mpa	Fecha Fundición	Elemento Fundido	Asentamiento (Pulgadas)
CV50	12	21	sábado, 11 de febrero de 2017	LOSA CIMENTACION CASA 5B. DOSIFICACION 1:2.5:2.5. TRITURADO @=3/4"	2.5"
CV51	12	21	Lunes, 13 de febrero de 2017	LOSA CIMENTACION CASA 6B Y 7B. DOSIFICACION 1:2.5:2.5. TRITURADO @=3/4"	4"
CV52	12	21	Lunes, 13 de febrero de 2017	MURO DE CONTENCIÓN CASA 9A. DOSIFICACION 1:2.5:2.5. TRITURADO @=3/4"	4.5"
CV54	12	21	miércoles, 15 de febrero de 2017	OSA DE CIMENTACION CASAS 8B Y 9B. DOSIFICACION 1:2.5:2.5. TRITURADO @=3/4"	2"

CONTROL DE RESISTENCIA A LOS CONCRETOS PREPARADOS EN OBRA

Muestra	# Cilindros	F <sub>c</sub> (28 d) Mpa	Fecha Fundición	Resistencia 7 días (Mpa)				Resistencia 14 días (Mpa)				Resistencia 28 días (Mpa)				Cumplimiento NSR-10						
				FECHA	X1	X2	X3	R	%	FECHA	X1	X2	X3	R	%		FECHA	X1	X2	X3	R	%
CV51	12	21	13/02/2017	20/02/2017	12.59	11.03	11.87	11.83	56%	27/02/2017	14.60	14.63	14.90	14.78	70%	13/03/2017	17.65	17.48		17.57	84%	Resistencia por debajo de F <sub>c</sub>
CV52	12	21	13/02/2017	20/02/2017	23.95	23.92	24.48	24.12	115%	27/02/2017	29.74	27.40	28.80	28.65	136%	13/03/2017	33.64	32.39	33.89	33.31	159%	Resistencia satisfactoria
CV54	12	21	15/02/2017	22/02/2017	13.42	15.61	15.80	14.94	71%	01/03/2017	18.85	20.33	19.45	19.54	93%	15/03/2017	23.36	21.70	23.14	22.73	108%	Resistencia satisfactoria

Fuente: GRACOL SAS.

Se procede a realizar un análisis de resistencias a las losas que no cumplieron con la resistencia de diseño (21Mpa), para las casas 13A a 14A, 6B y 7B ya

mencionadas. Para ello se realizaron ensayos destructivos como lo es la toma de núcleos para su posterior ensayo a la compresión y verificar el desarrollo de resistencia a la compresión.

La toma de núcleos se realizó por parte de GEOFISICA LTDA para su posterior ensayo. La toma se realizó ubicando puntos en el patio donde no hay acero de refuerzo de malla electro soldada por lo cual la toma de muestras fue limpia, caso contrario en los puntos realizados en la sala y el garaje de la losa, ya que se encontró en una ocasión con la malla lo que afecto a la muestra teniendo que repetir la toma en un nuevo punto.

Se procede a extraer la muestra, esta debe cumplir con la relacion de esbeltez y encontrarse en buenas condiciones para ser ensayada.

*Ilustración 21. Toma de núcleos*



*Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.*



La empresa analiza los resultados del ensayo en laboratorio. Tiempo después indican que la resistencia del concreto no llega a la resistencia de diseño (21 MPa) por lo cual se decide saturar la losa con agua y cal para un buen curado y posteriormente realizar una nueva toma de núcleos para estudiar la evolución de resistencia a la compresión de la losa de cimentación casas 13A, 14A, 6B y 7B.

Figura 5. Resultados compresión de núcleos



**GEOFISICA LTDA.**  
Laboratorio de Suelos, Materiales, Concretos y Pavimentos  
Confiabilidad, Calidad y Economía Nit. 900.224.884-0



ISO 9001  
IQNet  
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

SC-CER250648

PGL-187
Versión 01
Febrero de 2015
Página 1 de 1

**COMPRESIÓN DE NÚCLEOS**

FECHA: 17 de marzo de 2017

ORDEN SERVICIO No. 422

CLIENTE: Gracol S.A.S

OBRA: Condominio Versalles

LOCALIZACION OBRA: Calle 7B norte vía a la Aldea - variante norte Popayán

NÚCLEO No.	ELEMENTO Y/O LUGAR DE TOMA DE LA MUESTRA	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO D cm	ALTURA L cm	RELACION L/D	LECTURA DE CARGA KN	ÁREA mm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	OBSERVACIONES
1	CASAS 13A Y 14A LOSA DE CIMENTACIÓN	17-mar-2017	18-mar-2017	6,9	12,3	1,8	42,9	3750,1	11,4	114,4	Los núcleos fueron extraídos en los puntos seleccionados por el cliente.
2	CASAS 13A Y 14A LOSA DE CIMENTACIÓN	17-mar-2017	18-mar-2017	6,82	10,8	1,54	54,2	3781,0	13,88	138,8	
3	CASAS 13A Y 14A LOSA DE CIMENTACIÓN	17-mar-2017	18-mar-2017	6,91	10,7	1,55	48,9	3790,1	12,57	125,7	

REVISO

*Karen Sofia Mosquera*  
KAREN SOFIA MOSQUERA  
GEOTECNOLOGO - Mat. Profesional # 19518030791CAU

APROBO

*Fernando Muñoz Puentes*  
FERNANDO MUÑOZ PUENTES  
SUBGERENTE TÉCNICO - Mat. Profesional # 19518001294CAU

**GEOFISICA SAS.**  
Nit. 900.224.884-0  
Calle 6 No. 11-05 Int. 5 B/ Valencia  
Teléfono: 8228555 Telex: 8223555  
Popayán - Cauca

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ENTREGADA AL LABORATORIO Y SOMERAMENTE A ENSAYO  
ESTA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO

Fuente: GEOFISICA LTDA.

*Ilustración 22. Tratamiento en cal*

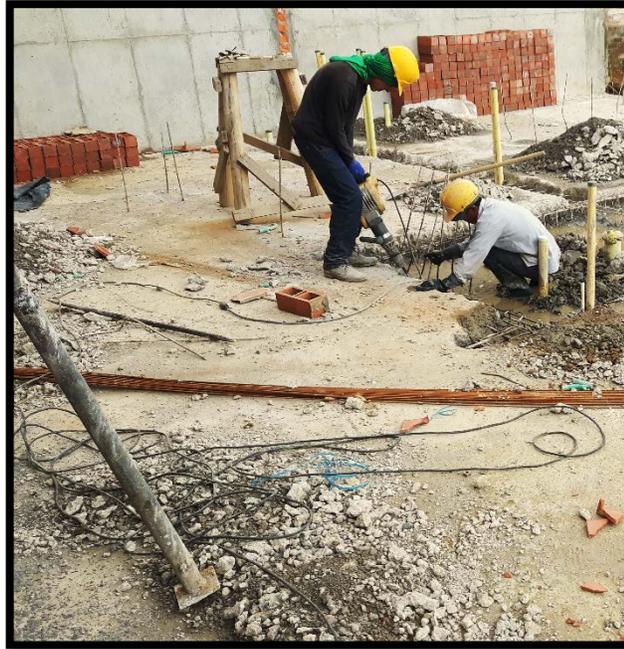


*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Se procede a realizar de nuevo el ensayo de extracción de núcleos, se analizan los resultados de ensayo de las casas 13A y 14A los cuales nos indican que el concreto no alcanzo la resistencia de diseño especificada por la norma NSR-10. De igual manera se analizan resultados de ensayo de toma de núcleos de las casas 6B y 7B en las cuales se alcanzó satisfactoriamente la resistencia de diseño, por lo cual se inician trabajos de mampostería en estas losas de cimentación.

Para la solución del problema con las casas 13A y 14A, se consulta con el Ingeniero calculista Juan Manuel Mosquera el cual da instrucciones de un ensayo de carga pero por la complejidad del mismo se decide demoler parte de la losa. El procedimiento que se sigue fue el de demoler la losa de cimentación donde están ubicadas las vigas de cimentación esto con el objetivo de instalar un nuevo castillo que se armó sobre los estribos del anterior ya que el acero longitudinal se retiró, de modo que se arma el nuevo castillo por completo, los estribos pasan a ser de 0,20m a 0,25m y acero longitudinal de 3/8". Se desarrolla el armado de acero de la misma manera con sus traslapos y refuerzos ubicados según el plano estructural de referencia y posteriormente se funde de nuevo una losa con el mismo espesor de 0.12m.

*Ilustración 23. Demolición losa de cimentación casas 13A y 14A*



**Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.**

*Ilustración 24. Nuevo armado de acero losa de cimentación casas 13A y 14A*



**Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.**



### 5.4.3. Ajuste de dosificación de mezcla

Para el concreto de 3000 psi y el concreto grouting se manejaba en un principio la dosificación 1: 2: 2, pero después del inconveniente dado con la resistencia a la compresión del concreto en las losas de cimentación de las casas 13A, 14A, 6B y 7B, se tomó la decisión por parte de interventoría de ajustar la dosificación para tener una mayor seguridad y así evitar que se vuelva a repetir lo sucedido.

Si bien la dosificación 1: 2: 2 funcionó para la mayoría de elementos estructurales y de hecho muchas veces se lograba superar el 100% de la resistencia requerida, no fue suficiente razón como para tomar lo sucedido como casos excepcionales.

El ajuste de la dosificación para el concreto de 3000 psi se logró mediante una muestra de diseño realizada por la geotecnóloga y el pasante. Los cilindros de diseño se referenciaron con: CV - #D, donde CV: Condominio Versailles, #: el número de la prueba y D: Diseño.

La muestra CV-01D se hizo con una dosificación 1: 1.5: 2, 20 L de agua y registró un asentamiento de 3.5". Después del debido proceso de sumergirlos en agua con cal y dejarlos en inmersión por 24 horas, se enviaron al laboratorio para fallarlos a los 7 días; el análisis de resultados indica que los cilindros fallaron cerca del 80% de la resistencia requerida, con lo cual se estima que a los 28 días superará con seguridad los 21 MPa esperados.

Cabe mencionar que el hecho de reducir la cantidad de arena significa también que la cantidad de cemento aumenta, este hecho implica que se deben aumentar 4 sacos más para fundir los elementos estructurales. Debido a esto se decidió ajustar la dosificación para el concreto grouting, puesto que el análisis de resultados indica que al fallar las muestras a los 7 días se superaba los 12.5 MPa esperados, de este modo se espera mitigar los costos.

Para el ajuste de la dosificación del grouting se decidió tomar 3 muestras de diseño la cuales tuvieron las siguientes características:

- CV - 02D: Grouting con dosificación 1: 2.5: 2.5, con 20 L de agua, Eucon = 190 ml, asentamiento = 7"
- CV - 03D: Grouting con dosificación 1: 2.5: 3, con 13 L de agua, Eucon = 120 ml, asentamiento = 6.5"
- CV - 04D: Grouting con dosificación 1: 3: 2.5, con 20 L de agua, Eucon = 260 ml, asentamiento = 6.5"

Luego de fallar los cilindros a los 7 días se decidió que la dosificación 1: 3: 2.5 dada por la muestra CV - 04D cumplía con las expectativas de interventoría. De modo que para el concreto de 3000 psi la dosificación cambió por 1: 1.5: 2 y para el grouting 1: 3: 2.5 con Eucon igual a 260 ml.

Cabe mencionar que estos cambios fueron debidamente registrados en bitácora y socializados con el contratista, maestros y operarios encargados en cada mezcla. Se realizó el debido control y supervisión en cada fundición para que los cambios fueran aplicados satisfactoriamente.

*Ilustración 25. Toma de muestras de diseño*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

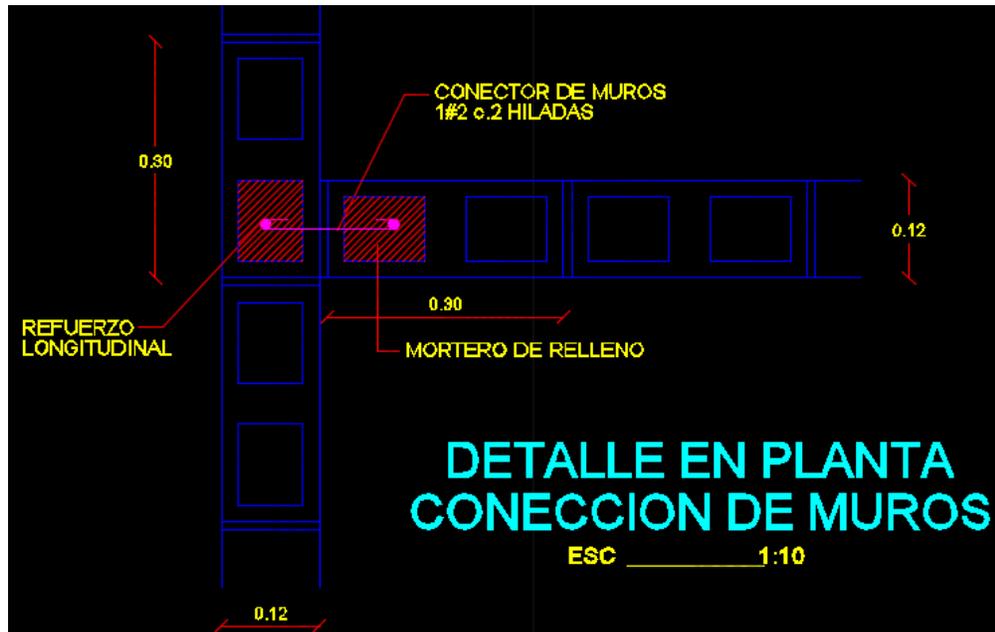
## **5.5. SUPERVISION DE LA MAMPOSTERIA**

La mampostería empleada en la obra es de tipo estructural sub reforzada, este tipo de mampostería requiere de una buena supervisión y control en el proceso constructivo ya que de este modo se garantiza el buen manejo en los materiales y calidad en los resultados. La revisión de resultados de ensayos son de suma importancia, entre ellos esta: ensayos al mortero de pega, mortero tipo S con una resistencia de diseño de 12,5 MPa, ensayo de muretes, ensayo a las unidades de mampostería y al concreto de relleno (grouting) con resistencia de diseño de 12,5 MPa, NSR-10 título D (D.3.8 Evaluación y aceptación de la mampostería).

### **5.5.1. Refuerzo en la mampostería**

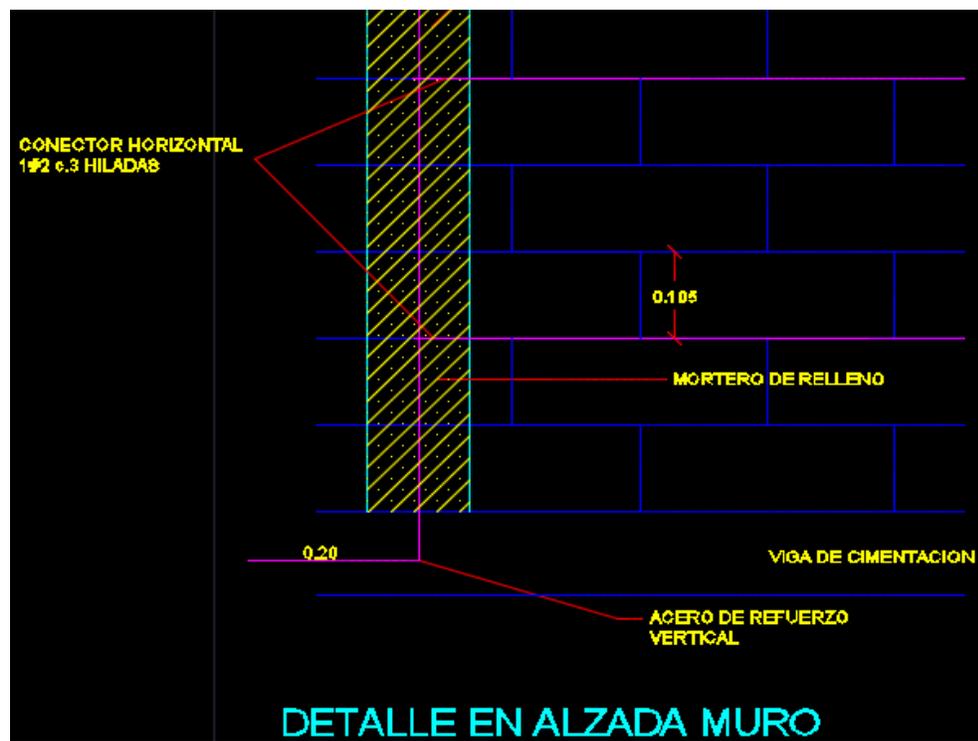
Esta mampostería lleva conectores para transmisión de esfuerzos entre muros cada dos hiladas y grafiles (refuerzo horizontal) cada 3 hiladas, como también refuerzo longitudinal (dovelas) según lo especificado en el plano. El pasante se encargó de inspeccionar que se realizara un correcto procedimiento de construcción.

Figura 6. Conector y refuerzo longitudinal en mampostería



Fuente: GRACOL SAS.

Figura 7. Ubicaciones grafiles



Fuente: GRACOL SAS.

Al pasante se le designa un conjunto de casas para ser supervisadas durante el avance del proceso constructivo. Para los mamposteros se realizó el control y supervisión en la cimbra, uso de plomo, escuadra e hilos, adecuada mezcla del mortero de pega, rebitado, posición del refuerzo horizontal (grafiles) y conectores según planos. Para los doveleros se realizó el control en mezcla del grouting, fundición y colocación del refuerzo en las zonas designadas.

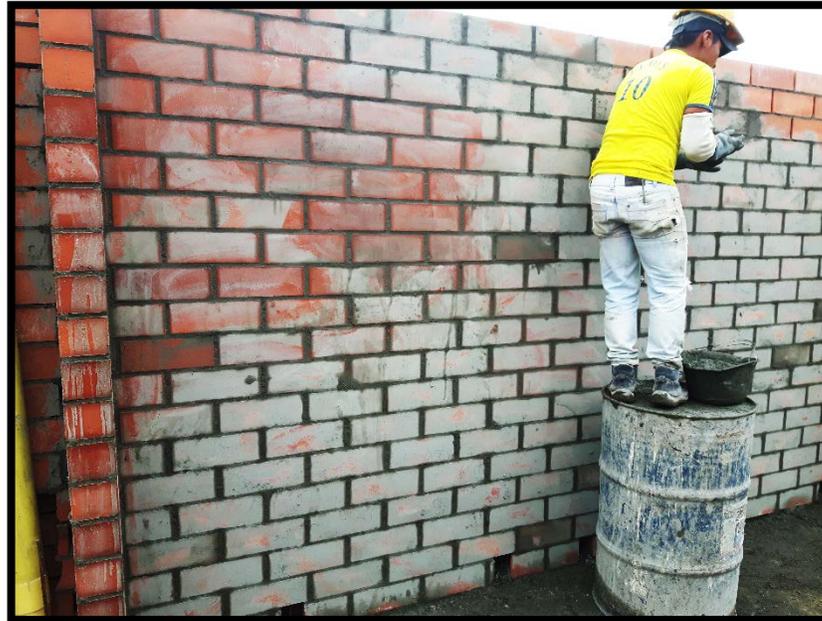
Se registró un buen procedimiento por parte de los mamposteros a cargo, sin embargo durante la inspección de las casas designadas se encontró un muro ya construido con irregularidades en la pega del ladrillo puesto que a simple vista se reconocían hiladas con ladrillos sueltos, es decir que no tuvieron adherencia con el mortero de pega. Este inconveniente fue compartido con la residente en jefe y se tomó la decisión de demolerlo y volver a construir.

*Ilustración 26. Mampostería por instalar*



**Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.**

Ilustración 27. Rebite de muros



Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.

## 5.6. ERRORES DETECTADOS EN LA SUPERVISION DE LA MAMPOSTERIA

### 5.6.1. Deficiencias en pega e instalación de grafiles

Como se mencionó anteriormente, durante la inspección de las casas designadas se encontró un muro ya construido con irregularidades en la pega del ladrillo (ilustración 28). Sin embargo luego de demoler el muro se encuentra un mal procedimiento constructivo en la colocación del refuerzo horizontal (*grafiles*) y es de suma importancia que este refuerzo cubra toda la extensión del muro en sus celdas para que haya una completa distribución de cargas (ilustración 29), se evidenció también una mal limpieza del ladrillo ya que en ocasiones las celdas se llenan de polvo causando que el mortero tenga una mala adherencia.

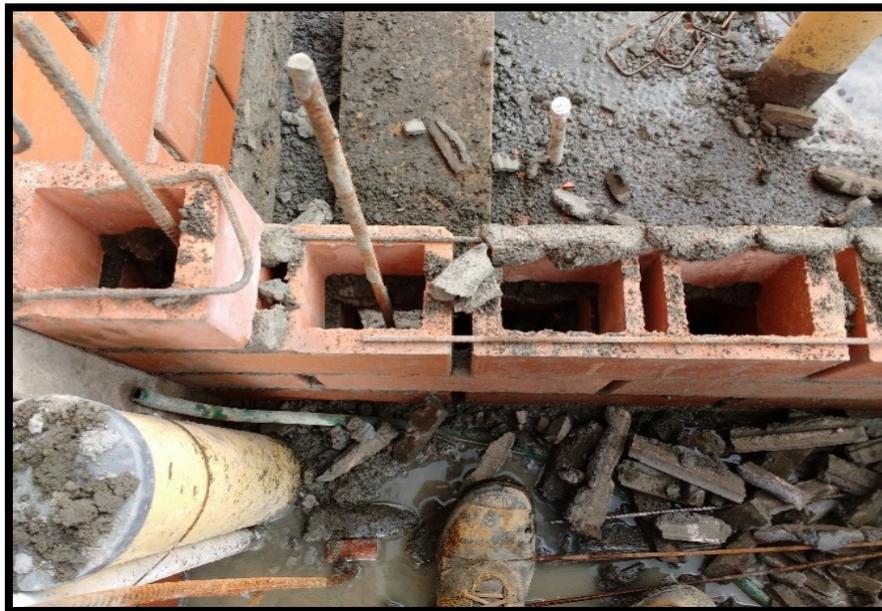
Esta situación se socializa con los mamposteros para que el procedimiento se haga de la manera correcta, la actividad fue debidamente supervisada y controlada. También se controló la limpieza superficial al ladrillo para que el polvillo no afecte la adherencia del mortero de pega y no se vuelva a repetir el suceso dado.m

*Ilustración 28. Muro deficiente en pega*



**Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.**

*Ilustración 29. Mal procedimiento en la instalación de grafiles*



**Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.**

### 5.6.2. Punta de diamante irregular

Uno de los elementos que más problemas presentó durante su construcción fueron las puntas de diamante. Si bien es un elemento que cumple principalmente una función arquitectónica aún mantiene propiedades estructurales, por esta razón se refuerza con dovelas y es llenado con concreto grouting.

Muchas de las puntas de diamante construidas fueron demolidas debido a falta de detalles arquitectónicos, como la simetría y calidad en el acabado. La simetría no se obtuvo satisfactoriamente debido a la falta de uso de herramientas como la escuadra y el hilo, como también en la colocación de la mampostería y rebitado; el acabado principalmente tuvo falencia por el uso de ladrillos desgastados.

Estos inconvenientes fueron socializados con los mamposteros y se tomó la decisión que solamente una persona construiría las puntas de diamante, claramente el mampostero designado fue el único que pudo hacer el elemento de la forma correcta.

*Ilustración 30. Punta de diamante en demolición*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

## 5.7. SUPERVISION DE LOSAS

### 5.7.1. Losa de cimentación

Para la supervisión de losas se tuvo en cuenta los factores de: instalación malla electro soldada, instalación de castillos para vigas de cimentación, ubicación de barras de acero, arranque de dovelas, traslapos y distribución de panelitas. Una vez chequeado cada uno de estos factores, se realiza la respectiva liberación.

Al inspeccionar el acero de la losa de cimentación para su posterior liberación, se encontró que la ubicación del refuerzo a flexión estaba de manera incorrecta, ya que este debe ir en la parte inferior de la malla electro soldada para que trabaje a flexión ya que este acero recibe carga de muros.

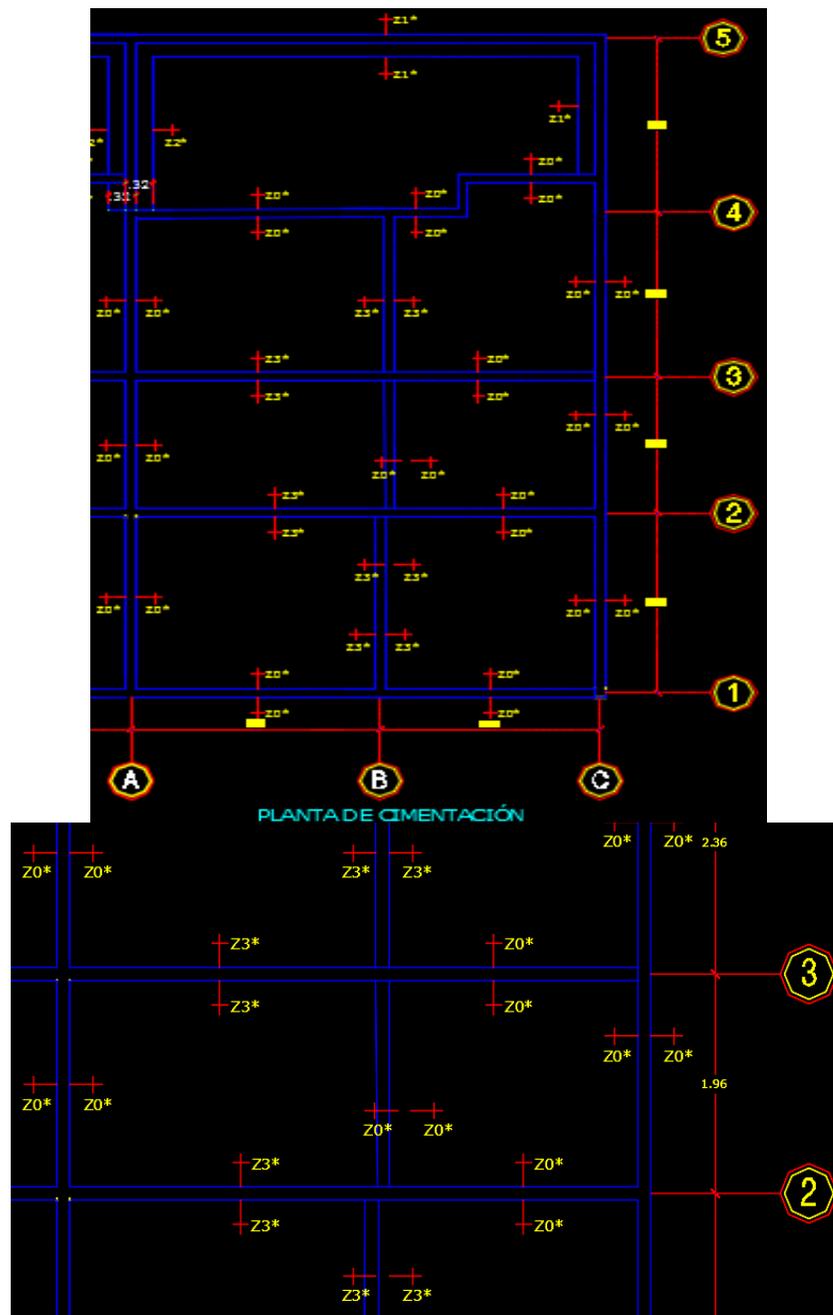
*Ilustración 31. Mala ubicación de acero de refuerzo en losa de cimentación*



*Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.*

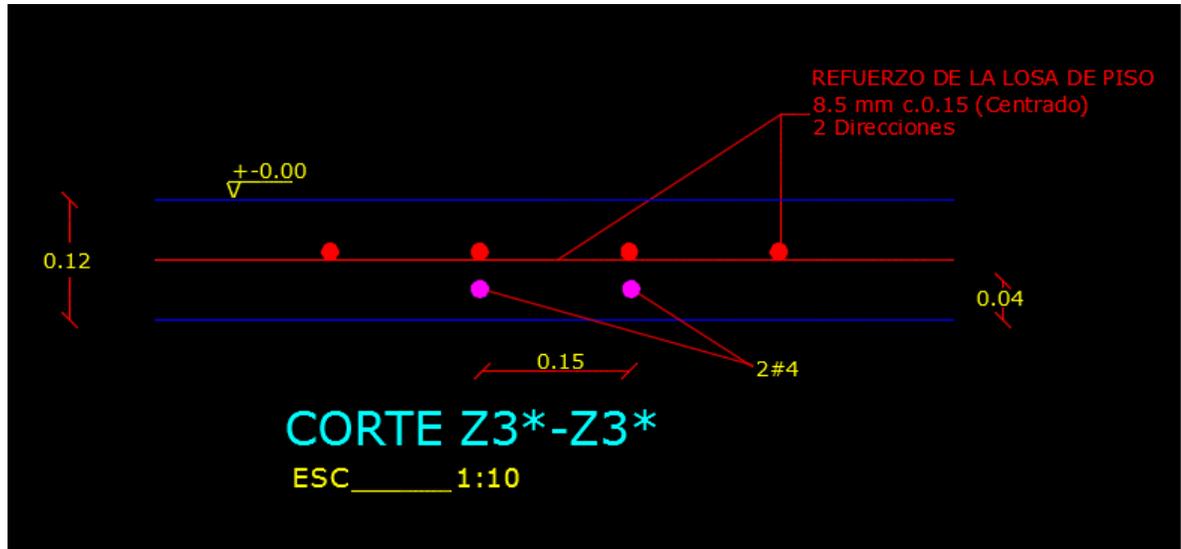
El pasante supervisó que se corrigiera este error y socializó con el personal encargado de realizar la colocación del acero de cimentación para que realicen una correcta lectura de planos, se observa en el plano estructural que el acero de refuerzo de Z3 va en la parte inferior de la malla electro soldada, se procede a reubicar este refuerzo para corregir y seguir con el plano estructural.

Figura 8. Plano 13/25 acero de cimentación



Fuente: GRACOL SAS.

Figura 9. Ubicación de acero de refuerzo a flexión



Fuente: GRACOL SAS.

Ilustración 32. Reubicación aceros de refuerzo losa de cimentación



Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.

Igualmente se debe garantizar una correcta colocación de las panelitas, estas con el fin de que haya un buen recubrimiento del acero de malla electro soldada como también realizar un correcto traslapo entre las mallas de refuerzo como vemos en la figura, se realizaron las acciones pertinente para que esto se cumpliera de este modo poder liberar la losa en aceros y seguir con la fundición.

*Ilustración 33. Chequeo de ubicación de acero de dovelas 3/8"*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Para los aceros 3/8" pertenecientes al arranque de dovelas, es de vital importancia la ubicación de estos aceros ya que esta es la base de los muros que luego de la fundición junto con la cimbra marcarán la distribución de espacios entre estos, se manejó una correcta y cuidadosa lectura de planos para realizar correcciones donde fue requerido. El chequeo se realizó con el plano y verificó la distribución y ubicación de este acero de dovelas, se hicieron mediciones y se verificó su cumplimiento.

## 5.7.2. Losa de Entrepiso

### 5.7.2.1. Formaleta Losa Entrepiso

Para la fundición de la losa de entrepiso se procede a realizar el montaje de gatos para soporte de la formaleta de madera y lámina súper T, esta formaleta en madera fue una herramienta muy útil en la fundición de la losa de entrepiso en materia de economía ofreciendo también unos acabados después de fundición iguales a los de una formaleta metálica.

*Ilustración 33. Chequeo de ubicación de acero de dovelas 3/8"*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Con el maestro de obra se chequearon niveles y se corrigieron los que tenían diferencias de medida, se manejó el nivel desde la niveleta la cual es definida por el topógrafo, de esta nos amarramos y pasamos niveles a cada gato por medio del nivel de manguera, se establece una medida y esta se debe cumplir en cada apoyo de la losa, este chequeo se realizó en cada losa de entrepiso antes de la fundición con el motivo de liberar la losa en niveles dar visto bueno y proceder a su fundición. Con esto garantizamos que la losa quede nivelada en toda su área para que en etapa de acabados el personal que estuca no tenga que rellenar por cambios de nivel lo que implicaría sobrecostos, este chequeo se realizó antes y después de la fundición ya que cabe la posibilidad de que algún apoyo pueda ceder, al igual que cada chequeo se deja constancia de los puntos nivelados en el plano de losa de entrepiso.

*Ilustración 34. Chequeo inicial de nivel formaleta losa entrepiso*



**Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.**

*Ilustración 35. Nivelación de formaleta losa entrepiso*



**Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.**

### 5.7.2.2. Acero Losa Entrepiso

Al igual que en losa de cimentación se inspecciona la colocación del acero de refuerzo en la losa de entrepiso siguiendo el plano 2/2, durante la inspección se encuentra y se informa un mal procedimiento en la colocación del acero en los voladizos de las vigas de entrepiso de la casa 15A, ya que el plano estructural 2/2 para una viga V2 pide 2 barras #3 en la parte inferior y 2 barras #5 en la parte superior, esto con el fin de que el acero haga un buen trabajo a flexión y se refuerce la zona más crítica.

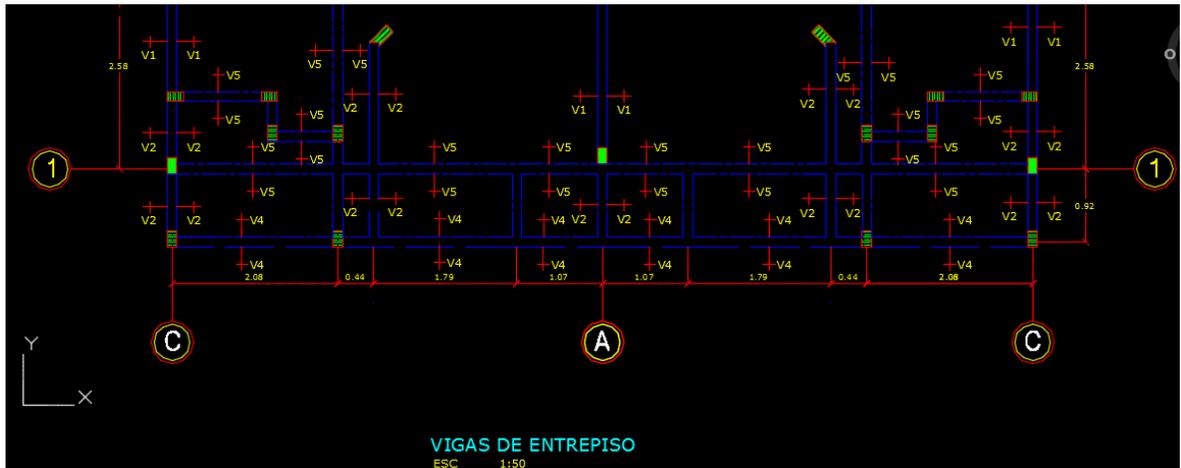
*Ilustración 36. Viga en voladizo losa entrepiso con errores*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

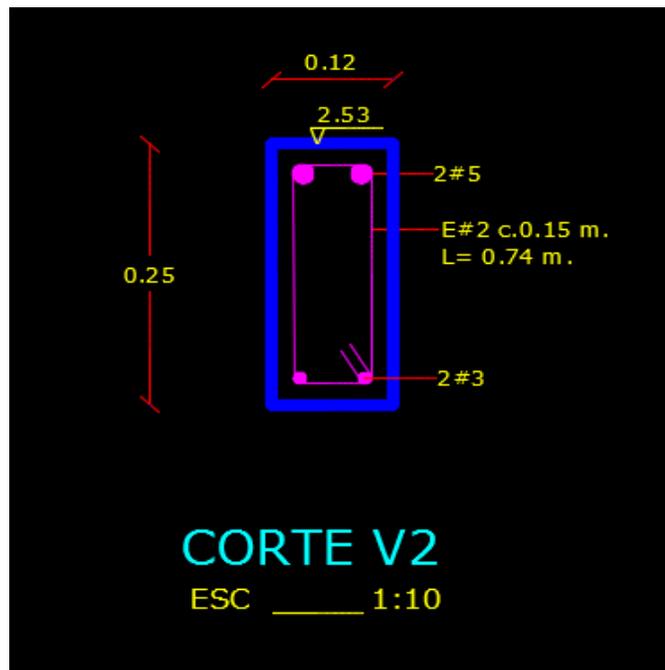
El pasante inspecciona que se realizara la corrección en el armado del acero del castillo en el voladizo, el acero a flexión se ubica en la parte superior, dos barras #5 y dos barras #3 en la parte inferior. Es importante realizar el traslapo en la parte superior del castillo que es donde va el corte de las dos barras, el pasante entregó informe de esta actividad a la ingeniera residente.

Figura 10. Acero losa entre piso viga V2



Fuente: GRACOL SAS.

Figura 11. Corte viga en voladizo V2

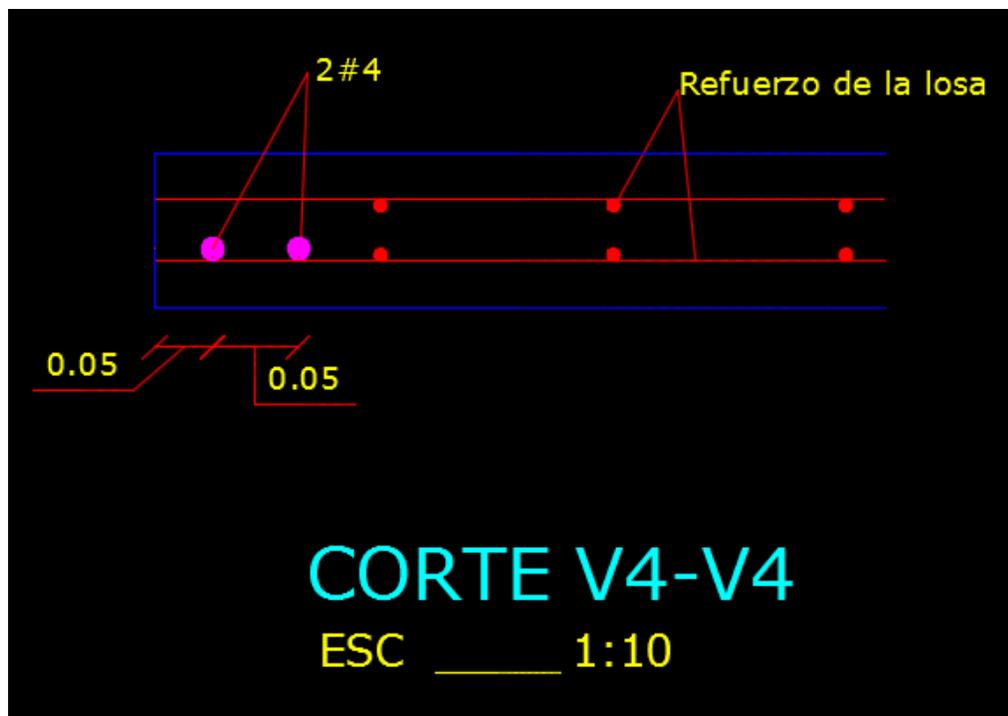


Fuente: GRACOL SAS.

Se toma la decisión de socializar con el personal que se encarga de esta actividad para corregir y dar seguimiento según plano 2/2, es válido recordar que el acero #5 va en la parte superior de la viga ya que este es un voladizo y su trabajo será a flexión por lo tanto se requiere un refuerzo con mayor diámetro.

En losa de entrepiso se encontraron errores en separación de acero lo cual fue debidamente informado y corregido para cumplir con el plano estructural, acero con una separación diferente a la de los planos y su posterior corrección para así liberar la losa de entrepiso y dar visto bueno para su fundición, esto también se registró por el pasante en los formatos de chequeo.

Figura 12. Separación de acero #4 en losa de entrepiso



Fuente: GRACOL SAS.

*Ilustración 37. Separación incorrecta en acero de refuerzo en corte V4 eje 0 entre A-C*



*Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.*

Luego de inspeccionar y evidenciar el error constructivo, se verifica que se tomen los correctivos necesarios lo cual es pasar la separación a 0.05m tal como se indica en plano, así se cumple con lo especificado y se puede apreciar en la siguiente ilustración:

*Ilustración 38. Corrección en la separación del refuerzo V4*



*Fuente: Lasso U. Julián Alfredo.*

## **5.8. SUPERVISION DE VIGAS DE AMARRE, VIGAS CINTA Y CUBIERTA**

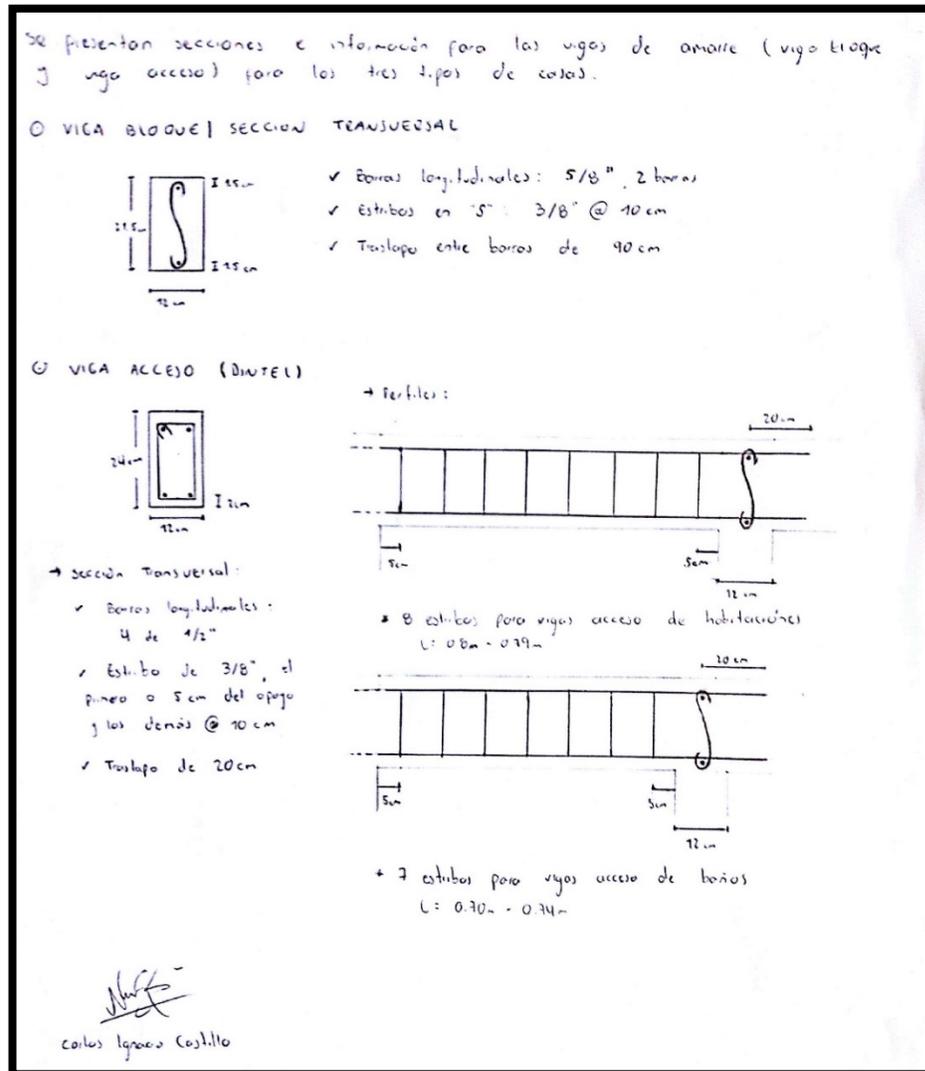
### **5.8.1. Vigas de amarre**

La supervisión y control en las vigas de amarre fueron designadas al pasante como prioridad según ordenes de la ingeniera en jefe. Las actividades se basaron en la instalación del acero de refuerzo y mezcla del concreto.

Inicialmente se modificó el acero de refuerzo por orden de interventoría, se especificó usar para las vigas de amarre 2 barras longitudinales de diámetro 5/8",

estribos en "S" (ese) de diámetro 3/8" cada 0.10 m y un traslazo de 0.90 m para las barras longitudinales, mientras que para los dinteles se especificó usar 4 barras longitudinales de 1/2", traslazo de 0.2 m y estribos de 3/8", el primer estribo a una separación de 0.05 m de la cara del apoyo y los demás a 0.10 m. Como estas modificaciones se hicieron a mano y poco formal, se le pidió al pasante crear un registro formal para añadirlo en bitácora.

Figura 14. Corte viga V1



Fuente: GRACOL SAS.

Se tomó la decisión por parte de la misma interventoría de descartar la modificación establecida luego de la instalación del acero y su respectiva fundición en una casa, puesto que no cumplió con las expectativas de eficiencia ya que la idea era avanzar más rápido y no lo contrario. De este modo se continuó con el diseño ya establecido

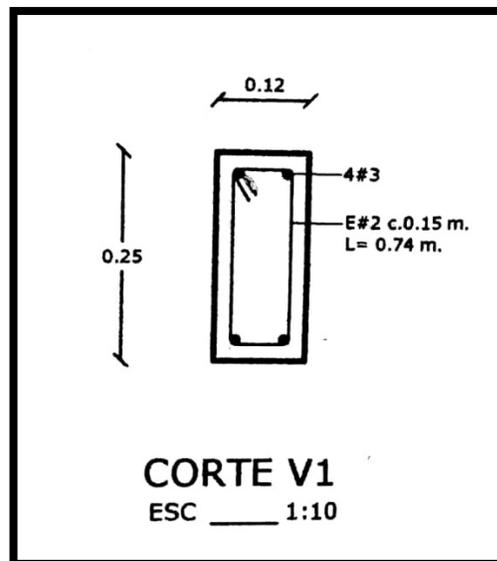
en planos (figura 13) con la única modificación de instalar 2 barras de 5/8" en la parte inferior y dos barras de 4/8" en la parte inferior de los dinteles

Ilustración 39. Viga de amarre con estribos en "S"



Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.

Figura 14. Corte viga V1



Fuente: GRACOL SAS.

Las modificaciones y nuevas decisiones fueron socializadas con el personal encargado de la instalación del acero, se realizó la debida supervisión y control a este procedimiento y de este modo liberar el acero de la estructura para poder dar visto bueno y así continuar con la fundición de las vigas.

*Ilustración 40. Instalación viga de amarre V1*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

*Ilustración 41. Chequeo de separación estribos viga de amarre*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Dentro del control y supervisión en la fundición, aparte del ensayo slump, se aseguró que el concreto tuviera un vibrado adecuado y que los tiempos de fundición por cochada fueran de manera rápida, ya que el concreto se depositaba en unos plásticos ubicados en el segundo piso y como también se le adicionó plastocrete el proceso de curado se aceleraba considerablemente. Dichos procesos se cumplieron satisfactoriamente y no se presentaron inconvenientes en la fundición de las vigas de amarre.

*Ilustración 42. Fundición vigas de amarre*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

El retroceso es un detalle arquitectónico presente en las vigas de amarre que cumplen la función de ocultar en zonas de ladrillo a la vista presentes en zonas específicas del segundo piso, estos también fueron parte de la supervisión y su control fue llevado a cabo durante la instalación de la formaleta.

En ocasiones el retroceso no fue realizado correctamente y para ello fue necesario taladrar el concreto hasta tener la profundidad necesaria para cubrir el retroceso con ladrillo.

*Ilustración 43. Retroceso en vigas de amarre*



**Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.**

*Ilustración 44. Uso de ladrillo para detalle arquitectónico en el retroceso*



**Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.**

### 5.8.2. Vigas cinta

La supervisión y control de vigas cinta es muy similar al de las vigas de amarre. Los aceros se rigen respecto al plano de la viga V1 con la única diferencia que tanto las barras como los estribos tienen diámetro de 3/8".

Durante la supervisión y control del concreto se registró una irregularidad en la cantidad, ya que inicialmente se calcularon cantidades sin tener en cuenta la ubicación de las canaletas ni la incidencia de los tejados aunque se haya tenido cuenta la pendiente que determinan las culatas. Se corrigió este suceso repitiendo el cálculo, pero esta vez teniendo en cuenta la nueva pendiente necesaria para la ubicación del tejado y la colocación de las canaletas.

*Ilustración 45. Corrección de pendiente vigas cinta*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

Se realizó la debida supervisión para que se corrigiera dicho suceso, se aseguró que la cuadrilla encargada asimilara este cambio y de esta manera lograr que lo ocurrido no se vuelva a repetir. La fundición de vigas cinta se controló de forma satisfactoria, se dio visto bueno y se da la respectiva liberación para continuar con la instalación de tejados y perfiles metálicos (canales) que los soportan.

### 5.8.3. Tejados

Durante la supervisión en los tejados fue necesario controlar la seguridad que conlleva su instalación, puesto que el peso y el movimiento realizado por el

trabajador son factores de riesgo que pueden provocar un accidente. Para ello se instalaron tablonos distribuidos uniformemente en andamios para que estos sean apoyo del trabajador y no los perfiles metálicos (canales) a instalar.

*Ilustración 46. Tejado y perfil metálico de soporte*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*

*Ilustración 47. Canaleta para aguas lluvia*



*Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.*



## 5.9. APOYO AL RESIDENTE

Dentro de las actividades como auxiliar de residente se destaca el apoyo dado hacia la ingeniera Sandra Patricia Rojas (residente en jefe). Su trabajo como ingeniera residente requiere de un gran apoyo en campo mientras ella realiza parte de sus actividades en oficina. De este modo se le designaron a los pasantes mucha responsabilidad en la supervisión y control realizados en campo.

Aparte del trabajo realizado en campo que fue de mucho apoyo, también se designaron algunos trabajos en oficina los cuales se destacan el manejo de cantidades para estándares, informes, actas, control en la salida de suministros y transcripción de documentos. De este modo se consolida el trabajo en equipo que es de suma importancia para el cumplimiento de las labores requeridas.

### 5.9.1. Bitácora

La bitácora es un libro en el cual se hace registro de las actividades diarias que se realizan en la obra. Durante las supervisiones e inspecciones en campo realizadas se solicitó al pasante tomar nota sobre los avances importantes realizados en el día ya que estos van a ser registrados en la bitácora, en este control el pasante adquirió una libreta tipo diario en la cual se hizo el registro de cada actividad realizada.

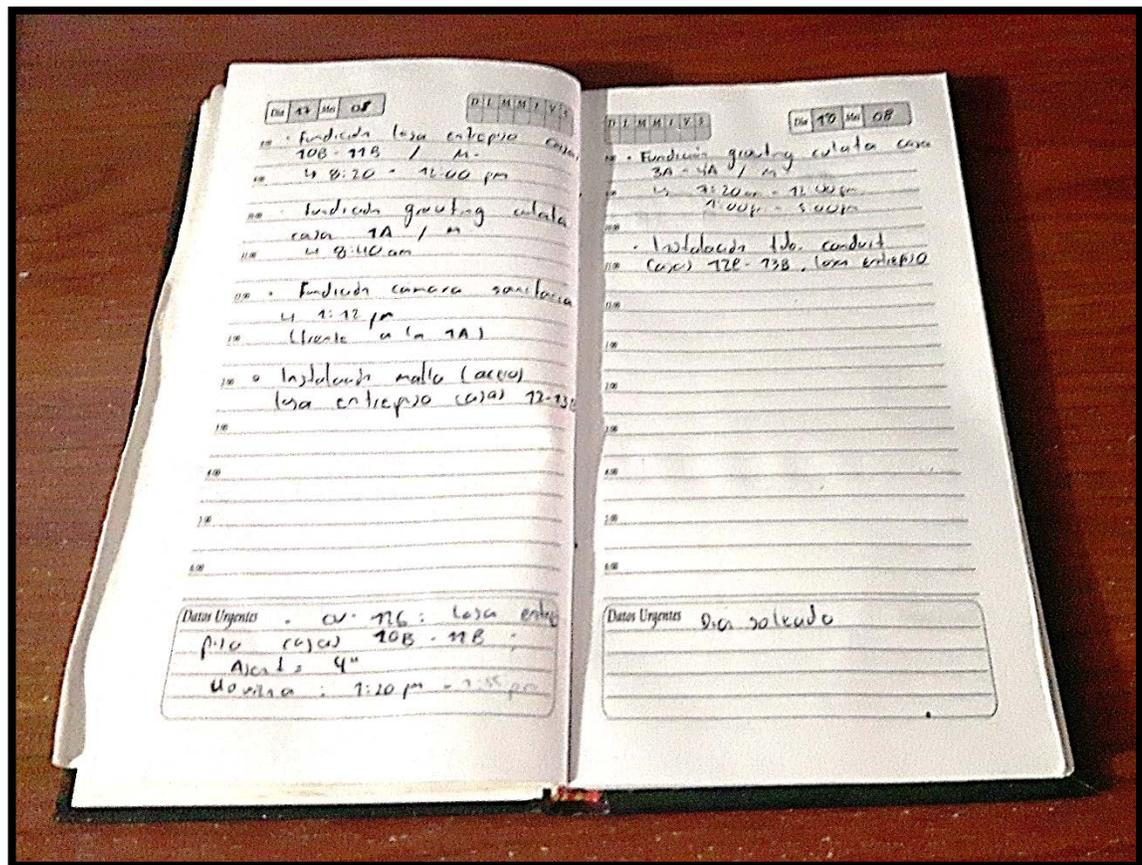
Se llevó a cabo un modelo de registro para el avance constructivo de las casas en el cual se debe indicar el elemento estructural relacionado y el / los número(s) de la(s) casa(s) donde se realizó la actividad; generalmente se hicieron registros de avance en:

- Instalación de acero
- Formaleta
- Instalación de tubería pvc conduit (eléctrico)
- Fundición: En cada fundición se hizo el registro de la toma de muestras para cilindros con su respectiva nomenclatura, se incluye también el registro de asentamiento, elemento estructural relacionado y los números de las casas a las que se le tomo la muestra.

Cabe destacar que luego de un tiempo, para la fundición se añadió el registro de la hora de inicio y fin de la actividad como también la mezcladora implicada, esto para determinar el rendimiento de las cuadrillas y uso de los equipos. Las mezcladoras se referenciaron con: M – # # #, donde M: mezcladora y # # #: los últimos 3 números del código correspondiente a cada mezcladora.

No solamente se hace el registro del avance de obra para la construcción de las casas, también se llevó a cabo el registro de lluvias con su respectiva hora de inicio y fin, inicio de operaciones para maquinaria nueva o recién llegada a la obra, fallas en equipos o accidentes que implican pausa en el desarrollo de las actividades en la obra, muestras de diseño para nuevas dosificaciones, excavaciones para la red de tuberías sanitarias y avance en urbanismo.

Ilustración 48. Libreta personal para registros en bitácora



Fuente: Castillo P. Carlos Ignacio.

Para los demás compañeros del equipo de trabajo como pasantes e inspectores se les designó a unos un control similar y a otros uno distinto para así llevar un registro más confiable.



### 5.9.2. Estándares

Es de suma importancia determinar las cantidades necesarias para la construcción de una casa, para ello se hace un cálculo teórico de las cantidades que se pueden utilizar y luego se compara con lo hecho en campo, de este modo se hacen ajustes y finalmente se determina el estándar para cada una de las actividades.

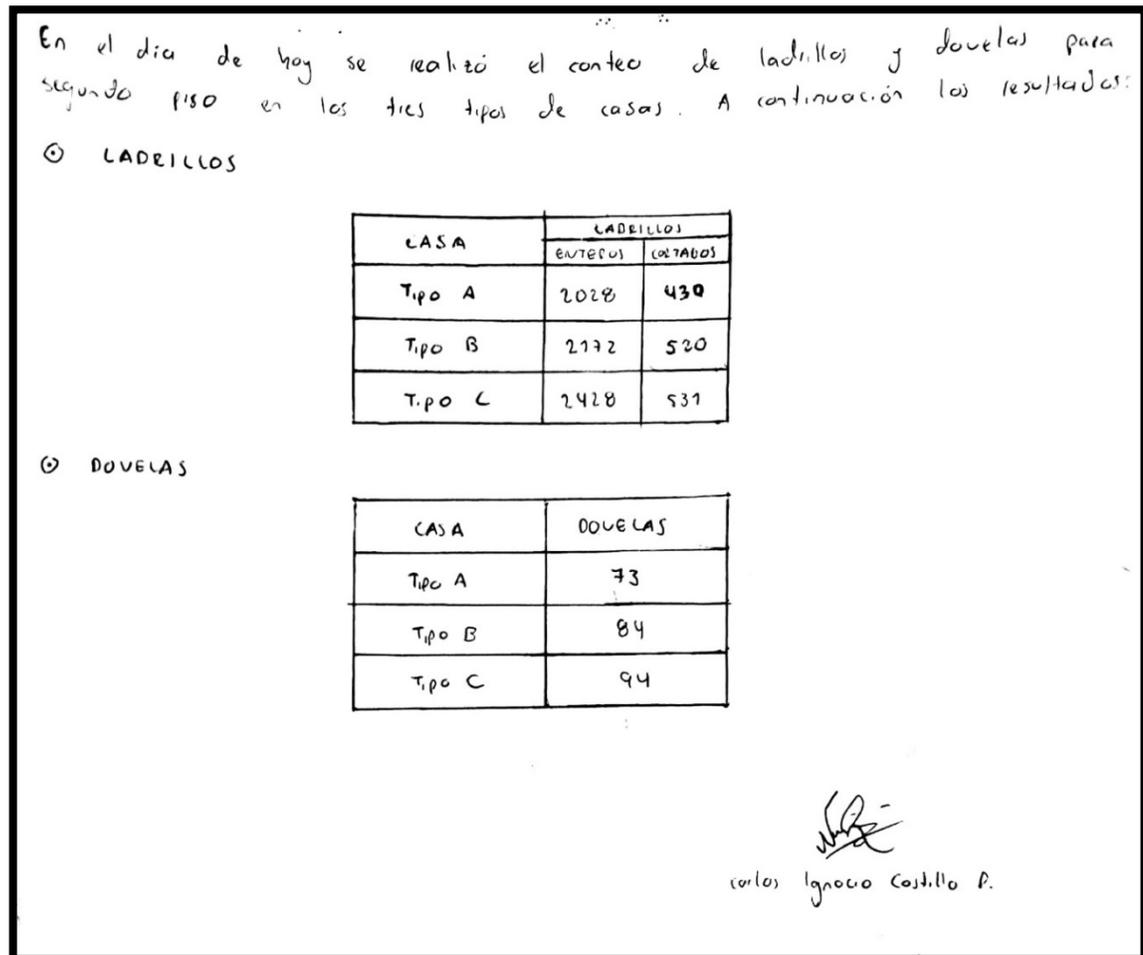
Los estándares facilitan mucho el proceso de entrega de suministros ya que solo basta con que el contratista haga la solicitud para la actividad a realizar y en respuesta se entrega el vale con las cantidades reales que se deben usar para su ejecución, así se controla el desperdicio como también posibles robos.

Dentro de los estándares que realizó el pasante se encuentran:

- Acero y concreto para vigas de amarre
- Acero y concreto para vigas cinta
- Ladrillos para segundo piso
- Dovelas para segundo piso
- Prolongaciones, cajas y tableros para la red eléctrica

Cabe mencionar que cada estándar hecho y presentado ante la ingeniera residente fue debidamente sustentado mediante memorias de cálculo, según esto se da visto bueno o no. Si es aceptado se procede a entregar las cantidades según el estándar y luego se guarda el informe en bitácora. Cada estándar que se realice es debidamente registrado en las solicitudes de suministros en almacén (vales) para poder dar al contratista los materiales requeridos.

Figura 15. Estándar para ladrillos y dovelas segundo piso



Fuente: GRACOL SAS.

### 5.9.3. Solicitud de suministros en almacén

Es de suma importancia una buena comunicación con el almacenista de obra ya que este debe llevar un buen control del material usado y del que disponemos en obra con el objetivo de saber con anticipación que materiales debemos surtir y que no llegue el caso de que el contratista tenga que suspender ciertas actividades por falta de materiales.

En la obra Condominio Versalles se usa un sistema de manejo, control y salida de materiales en el cual se montan los insumos por código, la cantidad solicitada por el contratista, el destino que tendrán estos materiales y un número definido como el centro de costos para llevar un control riguroso de la actividad a realizar y de los materiales usados en obra.



Figura 16. Solicitud de suministros en almacén

Gracol s.a.s. Grandes & Modernas Construcciones de Colombia		SOLICITUD DE SUMINISTROS EN ALMACEN					FC-21
							Versión 1
							feb-17
							Pag 1 de 1
INGENIERO RESIDENTE: SANDRA PATRICIA ROJAS G			FECHA:				
CONTRATISTA: MONTOYA CONSTRUCCIONES							
CODIGO DEL INSUMO	INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD SOLICITADA	CANTIDAD ENTREGADA	DESTINO	CENTRO DE COSTOS	
3603	CEMENTO CONCRETERO X 42.5 KG	KG	637.5		FUNDICION VIGAS DE AMARRE	100010020	
31	ARENA PUERTO	M3	0.81		FUNDICION VIGAS DE AMARRE	100010020	
275	TRITURADO 3/4"	M3	1.08		FUNDICION VIGAS DE AMARRE	100010020	
198	PLASTOCRETE 169 HE X 230 KL	KG	6.88		FUNDICION VIGAS DE AMARRE	100010020	
3603	CEMENTO CONCRETERO X 42.5 KG	KG	722.5		FUNDICION VIGAS DE AMARRE	100020020	
31	ARENA PUERTO	M3	0.92		FUNDICION VIGAS DE AMARRE	100020020	
275	TRITURADO 3/4"	M3	1.22		FUNDICION VIGAS DE AMARRE	100020020	
198	PLASTOCRETE 169 HE X 230 KL	KG	7.23		FUNDICION VIGAS DE AMARRE	100020020	
---		---					
---		---					
<b>OBSERVACIONES:</b> CONCRETO VIGAS DE AMARE PARA CASAS 1A (17 SACOS DE CEMENTO) Y 2A (15 SACOS DE CEMENTO) / ALMACEN VERSALLES							
Nombre residente de obra		Nombre quien recibe		Nombre quien entrega			
				Sello entregado			

Fuente: GRACOL SAS.

La solicitud de suministros pide un código del insumo el cual está especificado en una planilla para su posterior descripción.

Figura 17. Listado de códigos de materiales

2	A.C.P.M.		GL		MAT
3676	ABRASADERA		UND		MAT
3733	ABRAZADERA PARA TUBERÍA NOVAFORT 8"		UND		MAT
4	ACCESORIO JABONERA NILO		UND		MAT
1169	ACCESORIOS		GL		MAT
1081	ACCESORIOS BARRAJE		GL		MAT
1131	ACCESORIOS DUCTOS CABLES		GL		MAT
5	ACCESORIOS NILO POR 6 UNIDADES		JGO		MAT
1381	ACEITE HIDRAULICO MOBIL424		CUÑETE		MAT
1245	ACEITE 15 W 40		GL		MAT
6	ACEITE PINO		GAL		MAT
3721	ACEITE SUUPER 10W-30		GAL		EQU
3664	ACERO @= 1/4 60.000 PSI X 5.40		KG		MAT
1407	ACERO @=1/2 60.000 PSI 0.20-0.80-0.20		KG		MAT
1406	ACERO @=1/2 60.000 PSI 0.20-1.20-0.20		KG		MAT
1403	ACERO @=1/2 60.000 PSI 0.20-2.50-0.20		KG		MAT
1402	ACERO @=1/2 60.000 PSI 0.20-3.00-0.20		KG		MAT
1400	ACERO @=1/2 60.000 PSI 0.20-5.40-0.20		KG		MAT
1405	ACERO @=1/2 60.000 PSI X 2.10ML		KG		MAT
1251	ACERO @=1/2 60.000 PSI X 2.44 ML		KG		MAT
1404	ACERO @=1/2 60.000 PSI X 2.50ML		KG		MAT
3658	ACERO @=1/2 60.000 PSI X 3.00ML		KG		MAT
1250	ACERO @=1/2 60.000 PSI X 3.47 ML		KG		MAT
1401	ACERO @=1/2 60.000 PSI X 3.61 ML		KG		MAT

Fuente: GRACOL SAS.



Esto va amarrado al insumo, luego se especifica la cantidad solicitada, el destino y finalmente el centro de costos que en este caso para la actividad de fundición de vigas de amarre para las casas 1A y 12A manejamos el siguiente código.

Figura 17. Centros de costos

Item	Descripción	Unidad
<b>100010004</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>	
100010005	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M2
100010006	SOLADO DE LIMPIEZA PARA LOSA DE CIMENTACION E=0.05M	M2
100010007	ACERO DE REFUERZO PARA LOSA Y VIGAS DE CIMENTACIÓN	KG
100010008	MALLA ELECTROSOLDADA LOSA ALIGERADA PISO 1º, INCLUYE TORTA INFERIOR	KG
100010009	FUNDICIÓN VIGAS DE CIMENTACION	M3
100010010	FUNDICIÓN LOSA DE CIMENTACIÓN H = 0.1	M2
<b>100010011</b>	<b>ESTRUCTURA PISO 1</b>	
100010012	ACERO DE REFUERZO VIGAS Y LOSA PISO 1º	KG
100010013	MALLA ELECTROSOLDADA	KG
100010014	FUNDICION VIGAS DE ENTREPISO	M3
100010015	FUNDICIÓN LOSA DE ENTREPISO H=0.10	M2
100010016	ACERO DE REFUERZO ESCALERA	KG
100010017	FUNDICION ESCALERA PISO 1	M3
<b>100010018</b>	<b>ESTRUCTURA PISO 2</b>	
100010019	ACERO DE REFUERZO VIGAS DE CUBIERTA	KG
100010020	FUNDICION VIGAS DE CUBIERTA	M3
100010021	INSTALACION CORREAS METÁLICAS EN CUBIERTA	ML
100010022	INSTALACION TENSORES EN CUBIERTA	ML
100010023	INSTALACION CUBIERTA TEJA ASBESTO CEMENTO	M2
<b>100010024</b>	<b>MAMPOSTERIA PISO 1</b>	
100010025	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2

Fuente: GRACOL SAS.

Para la actividad fundición vigas de amarre 1A se usa el código 100010020, siendo el primer número el que representa a la manzana, en este caso 1 sería para la manzana A, el quinto número es el de la casa 1 y los cuatro últimos números son los de centro de costos, esta dinámica se maneja para todos los insumos y actividades.

El pasante se encargó de llevar estos vales de entrega de materiales con los estándares ya realizados en obra, esto seguidamente de un análisis ya mencionado anteriormente.



## 6. CONCLUSIONES

- ✓ En la búsqueda del cumplimiento con la norma de diseño y construcción que rigen en Colombia NSR-10, se logró realizar el análisis en los valores de resistencias del concreto hecho en obra, lo que permite determinar que el concreto logró alcanzar los estados de resistencia a la compresión óptimos para que la estructura cumpla con los requerimientos de construcción, arrojando valores que incluso llegan a sobrepasar más del 100% de la resistencia requerida, lo que indica que se fabricó un concreto de buena calidad.
- ✓ Para el concreto hecho en obra, el seguimiento y la supervisión de las cantidades de material son de suma importancia ya que de esta manera se cumple con la dosificación y por ende óptimos resultados en la resistencia. La dosificación determinó su durabilidad, economía y resistencia para lo cual fue diseñada, de igual manera la calidad en los materiales utilizados intervinieron determinadamente en los valores obtenidos, ya que en algunos casos no había disponibilidad de materiales como la arena con una perfecta gradación como también contaminación presente en los agregados, pero basados en aspectos técnicos concebidos en la experiencia del trabajo en obra se logró controlar dichos inconvenientes.
- ✓ La supervisión de los procesos constructivos en obra fortalecen las bases aprendidas en la academia. Este conjunto de conocimientos teórico-prácticos adquiridos fueron clave al momento de solucionar problemas in situ, como la mezcla de concretos, colocación de aceros, traslapes, nivelación, interpretación de planos y documentos técnicos, de este modo se logran que los procesos constructivos se realicen satisfactoriamente.
- ✓ El manejo de personal es una de las experiencias más interesantes, ya que siempre habrá choque de opiniones en ambas partes, sin embargo las cualidades como persona racional, ética y profesional son las que permitirán que se logren las correcciones con autoridad y convencimiento sin llegar a niveles físicos o verbales. Esta experiencia afianza todo conocimiento profesional y personal, lo cual es necesario para la toma de decisiones en momentos clave que como ingeniero civil es muy importante.
- ✓ El control de suministros de almacén es indispensable en toda obra, así se controlan los desperdicios lo cual es un factor que afecta la economía del proyecto y también la eficiencia de la construcción ya que si los suministros se entregan efectivamente, el desarrollo de la obra será efectivo también.



## 7. BIBLIOGRAFIA

ING. RIVERA L. GERARDO A. CONCRETO SIMPLE. UNICAUCA.

NTC, Normas Técnicas Colombianas

Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10



## 8. ANEXOS

Anexo A. Copia resolución trabajo de grado.



Universidad  
del Cauca

Facultad de Ingeniería Civil  
Consejo de Facultad

**RESOLUCIÓN No. 090 DE 2017**  
**07 DE JUNIO**  
**8.3.2-90.4**

Por la cual se autoriza un TRABAJO DE GRADO, **PRACTICA PROFESIONAL-Pasantía** y se designa su Director.

EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

**C O N S I D E R A N D O**

Que mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 y 004 de 1994 y 027 de 2012, emanados del Consejo Académico de la Universidad del Cauca, se estableció el TRABAJO DE GRADO y por Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, se reglamentó dicho Trabajo de Grado en las modalidades Investigación, Pasantía y Práctica Social.

**R E S U E L V E**

ARTICULO ÚNICO: Autorizar al estudiante **CARLOS IGNACIO CASTILLO POLINDARA**, con código 100411024924 la ejecución y desarrollo del Trabajo de grado, **Práctica Profesional-Pasantía** titulado: **"Participación como auxiliar de Ingeniería en la construcción del conjunto residencial condominio Versailles en la ciudad de Popayán Cauca.**, bajo la dirección del Ingeniero(a) Hector Eduardo Adrada Gomez, avalado por el Consejo de Facultad como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Civil.

**COMUNIQUESE Y CÚMPLASE**

Se expide en Popayán, a los siete (07) días del mes de junio de dos mil diecisiete (2017)

**CARLOS ARIEL HURTADO ASTAIZA**  
Decano

**ANA JULIA MUÑOZ IBARRA**  
Secretaria General

Carrera 2 Calle 15N Campus Universitario de Tulcán  
Popayán Cauca Colombia  
Teléfono: 8209800 ext. 2200 2201 2205 2283  
E-mail: d-civil@unicauca.edu.co





Anexo B. Copia del certificado de práctica profesional pasantía.



**EL SUSCRITO GESTOR DE TALENTO HUMANO  
DE GRACOL S.A.S**

**CERTIFICA**

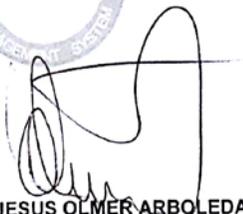
El señor **CARLOS IGNACIO CASTILLO POLINDARA**, identificado con la C.C No 1.061.777.315 de Popayán, asistió como pasante ingeniero civil en el proyecto Condominio de Versalles para cumplir con las funciones asignadas relacionadas con su trabajo de grado, desde el 8 de junio 2017 hasta el 08 de septiembre del 2017, cumpliendo con un horario de 7:30 am a 12:00 pm y de 2 a 6 p.m. Con una intensidad de 576 horas.

Durante este tiempo ha demostrado su compromiso, responsabilidad y ha tenido disposición a las recomendaciones realizadas para el mejoramiento de sus actividades.

Para constancia se firma en la ciudad de Popayán a los catorce (14) días del mes de Septiembre 2017.

Atentamente,

  
TEL: 300 33.892.1  
**YENNY MADRÓNERO**  
GESTOR DE TALENTO HUMANO  
GRACOL S.A.S.

  
**JESUS OLMER ARBOLEDA**  
INGENIERO.  
GRACOL S.A.S.