

AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN EL PROYECTO DE  
APARTAESTUDIOS EDIFICIO MURANO



JELMAN ESTEBAN COMETA PIZO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN  
2017

AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN EL PROYECTO DE  
APARTAESTUDIOS EDIFICIO MURANO

JELMAN ESTEBAN COMETA PIZO



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

ARQUITECTA DIANA VELASCO GALVIS  
DIRECTORA DE PASANTIA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN  
2017

## Nota de Aceptación

La directora y los jurados han evaluado este documento, escuchado 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 el título de Ingeniero Civil.

---

Jurado

---

Directora

Popayán, 12 de septiembre de 2017

Dedicado a Dios por haber guiado cada uno de mis pasos durante toda mi vida y por permitirme cumplir una meta más.

Dedicado, además, a mi madre por ser la persona que me brinda su amor y apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme cumplir cada una de mis metas y porque en cada una de ellas, él ha sido el apoyo principal.

A mi madre Lucrecia Cometa por su infinito amor y por enseñarme que la vida tiene grandes cosas, las cuales debemos buscar con empeño y sacrificio.

A toda mi familia que han estado conmigo siempre y me brindan su cariño, con lo cual hacen que mi vida tenga un mayor sentido y que mis logros sean aún más satisfactorios.

A mis amigos por ser parte de cada uno de mis días mostrándome que la vida es mejor cuando se tiene la complicidad y el apoyo de ellos.

A los profesores de la Universidad del Cauca por ser las personas que brindan sus conocimientos para formar profesionales íntegros y dignos representantes de esta prestigiosa Institución.

A la arquitecta Diana Velasco Galvis por su asesoramiento y colaboración en el desarrollo de esta pasantía.

A la Universidad del Cauca por ser la Institución que me formó como Ingeniero Civil y por aportar a las personas de la región, la oportunidad de cumplir nuestros sueños.

## CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN .....	XI
2. OBJETIVOS .....	1
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	1
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	2
3.1 UBICACIÓN.....	2
3.2 ARQUITECTURA.....	3
3.2 CIMENTACIÓN.....	6
3.3 ESTRUCTURA .....	9
4. SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS.....	12
4.1 PILOTES PREEXCABADOS EN CONCRETO REFORZADO FUNDIDOS IN SITU	12
4.2 EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN ZONA DE SEMISÓTANO .....	15
4.3 CABEZALES Y VIGAS DE CIMENTACIÓN .....	18
4.4 LOSA DE CIMENTACIÓN .....	20
4.5 MUROS DE CONTENCIÓN Y PANTALLAS .....	23
4.6 COLUMNAS .....	28
5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS EN EL AVANCE Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO	33
5.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO .....	33
5.2 EJECUCIÓN DE LOS SUBCONTRATOS EN EL PROYECTO .....	35
6. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO .....	41
6.1 ASENTAMIENTO CON EL CONO O SLUMP .....	41
6.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO .....	43
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	46
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES .....	50
BIBLIOGRAFÍA .....	51

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Registro de tiempos de retroexcavadora .....	38
Tabla 2. Registro de tiempos de volquetas .....	38
Tabla 3. Asentamientos obtenidos de los elementos estructurales .....	43
Tabla 4. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión del concreto .....	45
Tabla 5. Resultados de asentamientos y resistencias a la compresión del concreto .....	46

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Proyecto Murano .....	2
Figura 2. Ubicación Edificio Murano.....	2
Figura 3. Planta del primer piso.....	3
Figura 4. Planta general desde el segundo piso .....	4
Figura 5. Apartamento tipo A .....	4
Figura 6. Apartamento tipo B .....	5
Figura 7. Apartamento tipo C .....	5
Figura 8. Apartamento tipo D .....	5
Figura 9. Apartamento tipo E .....	6
Figura 10. Localización de pilotes, cabezales y vigas de cimentación.....	7
Figura 11. Detalles de pilote y cabezal .....	8
Figura 12. Tipos de vigas de la cimentación .....	8
Figura 13. Despiece viga eje 3.....	9
Figura 14. Localización de columnas, pantallas y muro.....	10
Figura 15. Despiece de columna 10.....	11
Figura 16. Despiece de pantalla 3.....	11
Figura 17. Armaduras de pilotes .....	13
Figura 18. Perforación con máquina piloteadora.....	14
Figura 19. Introducción de armadura de acero .....	14
Figura 20. Tolva de tubería tremie .....	15
Figura 21. Excavación zona de semisótano.....	16
Figura 22. Submuración .....	16
Figura 23. Nivelación para solado de limpieza.....	17
Figura 24. Solado de limpieza de la losa de cimentación .....	17
Figura 25. Excavación de zanjas para elementos de cimentación.....	18
Figura 26. Armado del refuerzo de un cabezal y colocación.....	19
Figura 27. Armado del refuerzo de viga de cimentación que pasa dentro de un cabezal..	19
Figura 28. Fundición de elementos de la cimentación .....	20
Figura 29. Encofrado para cámara de inspección.....	21
Figura 30. Refuerzo de la losa de cimentación .....	21
Figura 31. Formaleta de viga y losa de cimentación .....	22
Figura 32. Aplicación de sikadur a concreto endurecido.....	23
Figura 33. Refuerzo localizado en cabezal para pantalla.....	24
Figura 34. Armadura de pantallas y muros .....	24
Figura 35. Collarín.....	25
Figura 36. Limpieza de base de pantalla empleando una sopladora .....	25
Figura 37. Aplicación de separol a los tableros y encofrado de pantalla .....	26
Figura 38. Hilo para controlar que todos los tableros queden aplomados .....	26



Figura 39. Encofrado de pantalla .....	27
Figura 40. Humedecimiento de pantallas después de desencofrar .....	28
Figura 41. Aplicación de antisol blanco para curado.....	28
Figura 42. Amarre de estribo guía para armar el refuerzo una columna.....	29
Figura 43. Refuerzo de columna dentro de cabezal.....	29
Figura 44. Collarín en columna .....	30
Figura 45. Encofrado de columna .....	31
Figura 46. Verificación de plomo de columna fundida.....	31
Figura 47. Columna desencofrada .....	32
Figura 48. Estructura organizacional del proyecto Murano .....	33
Figura 49. Contratista hidro-sanitario instalando batería sanitaria .....	35
Figura 50. Trabajadores durante la excavación .....	36
Figura 51. Canaleta de agua pluvial de rampa de sótano .....	37
Figura 52. Volqueta y retro-cargador (pajarita) .....	38
Figura 53. Máquina piloteadora.....	39
Figura 54. Recibo de entrega de concreto premezclado en obra .....	39
Figura 55. Tablones de formaleta de pantallas .....	40
Figura 56. Cono y varilla para ensayo con el cono .....	41
Figura 57. Apisonado del concreto para el ensayo de asentamiento con el cono .....	42
Figura 58. Limpieza del concreto alrededor de la base del cono .....	42
Figura 59. Apisonado del concreto.....	44
Figura 60. Golpeado con el martillo de caucho .....	44

## LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Copia resolución trabajo de grado, expedida por la Universidad del Cauca .....	52
Anexo B. Copia de certificación de horas laboradas durante la pasantía, expedida por la Constructora Barreiro Garcés Ingenieros Arquitectos S.A.S.....	52

## 1. INTRODUCCIÓN

La pasantía o práctica empresarial es una de las modalidades de trabajo de grado definida en el Artículo 3 del Acuerdo No. 027 de 2012 emanado por el Consejo Superior de la Universidad del Cauca y reglamentada en la resolución FIC - 820 de 2014 por el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil para los programas de esta Facultad. Esta modalidad de trabajo de grado permite al pasante aplicar los conocimientos, destrezas y habilidades adquiridas en su formación como Ingeniero Civil y adquirir habilidades propias de la práctica profesional.

En este informe final de la pasantía realizada en el proyecto de apartaestudios Murano a cargo de la constructora Barreiro Garcés S.A.S se presenta la forma en cómo se cumplió con los objetivos planeados relacionados con las actividades realizadas durante el tiempo que duró esta práctica.

En este documento se evidencia la participación detallada de los procesos constructivos de cimentación y estructura, ejerciendo una supervisión y un control de materiales. También se desarrolla el análisis de algunos aspectos administrativos de avance y ejecución de obra, que permiten evaluar la realización del proyecto constructivo y el seguimiento para procesos de control de calidad del concreto y de otras herramientas básicas de la construcción.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar al ingeniero residente de obra en la supervisión técnica de los procesos constructivos y de control de calidad de los materiales correspondientes a la ejecución de la obra del edificio Murano.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el seguimiento a las especificaciones técnicas y planos de la edificación Murano en sus etapas de cimentación y estructura buscando garantizar el cumplimiento de la Norma NSR-10 y de las especificaciones técnicas constructivas
- Analizar la incidencia de los aspectos administrativos en la ejecución y avance del proyecto.
- Participar en el control de calidad de los materiales usados para la construcción del proyecto

### 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO



Figura 1. Proyecto Murano

#### 3.1 UBICACIÓN

Murano es un proyecto urbanístico de la ciudad de Popayán perteneciente a la Constructora Barreiro Garcés, ubicado en una zona de alta valorización, cercano a importantes centros comerciales, educativos, de entretenimiento y universitarios.

El proyecto está ubicado en la Carrera 8 # 10 N - 52 Prados del Norte, frente al restaurante El Quijote pasando la carrera octava, cerca al parque Carantanta. En la figura 1 se observa el proyecto y en la figura 2 se detalla la ubicación de la torre, resaltándola con un color naranja.



Figura 2. Ubicación Edificio Murano

### 3.2 ARQUITECTURA

El edificio Murano es una construcción de uso residencial, que consiste específicamente en una torre de apartaestudios que cuenta con 9 pisos y el semisótano de parqueaderos, desde el cual se puede acceder a cualquier nivel usando el ascensor o las escaleras.

En el primer piso se encuentran dos accesos, la recepción, un local comercial, un salón social y dos patios como se puede observar en la figura 3. Desde el segundo piso se cuenta con los apartaestudios, cuya planta general se muestra en la figura 4, los cuales están divididos en 5 tipos que se repiten hasta la última planta, numerados desde el tipo A al tipo E, este último es un apartamento tipo dúplex por lo cual ocupa parte de un piso y el siguiente. Los apartamentos tienen áreas entre 32 hasta 40 m<sup>2</sup> y una altura libre de 2.4 m.

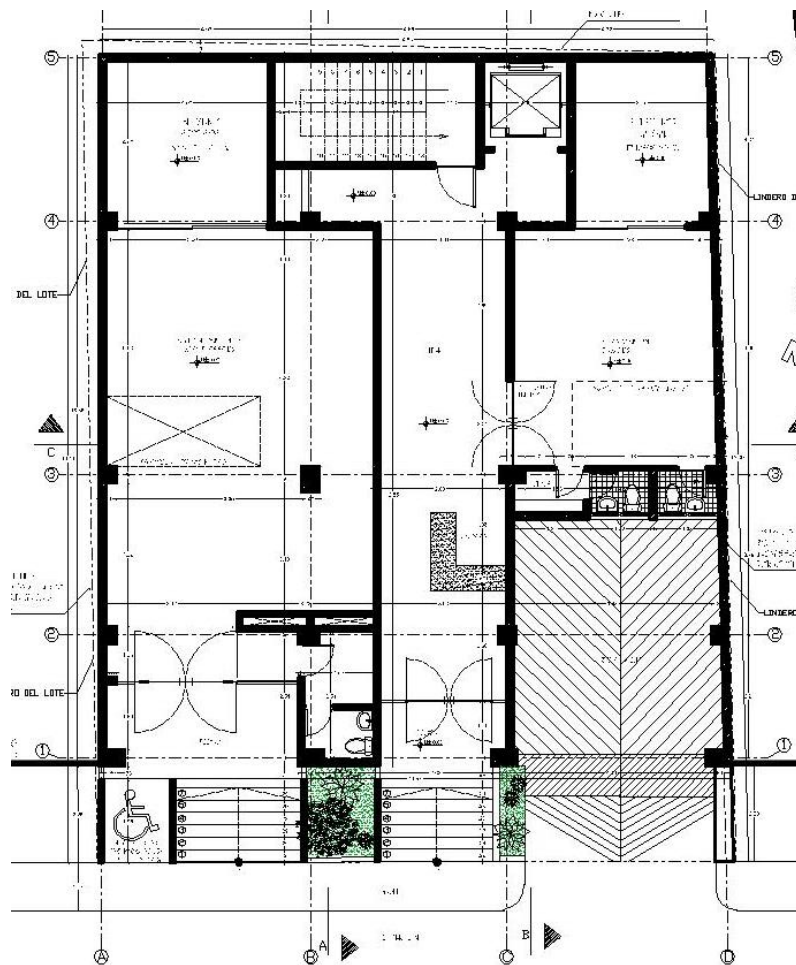


Figura 3. Planta del primer piso

## Planta General



Figura 4. Planta general desde el segundo piso

En las figuras siguientes numeradas desde la 5 a la 9, se muestra cada tipo de apartaestudio, los usos de los espacios y su ubicación según la planta general mostrada en la figura 4. El apartamento tipo E es un dúplex, por lo cual se detallan en la figura 9 las dos plantas correspondientes.



Figura 5. Apartamento tipo A



Figura 6. Apartamento tipo B



Figura 7. Apartamento tipo C



Figura 8. Apartamento tipo D





Figura 9. Apartamento tipo E

### 3.2 CIMENTACIÓN

La cimentación según los estudios de suelos del proyecto consiste en un sistema de cimentación profunda conformado por pilotes en concreto reforzado fundidos in situ de diámetros de 40, 60 y 80 cm con una profundidad para todos los pilotes de 16.6 m a partir del nivel superior de la losa de cimentación. El proyecto consta de un total de 30 pilotes, 22 cabezales y vigas de cimentación con peraltes de 1m, 1,2 m y 1,4 m. Los cabezales tienen un peralte de 1,5 m, descansan sobre un pilote o en algunos casos sobre dos y reciben las cargas provenientes de vigas de cimentación, columnas y pantallas. La losa de cimentación tiene un espesor de 25 cm con doble parrilla de acero: No 5 en la dirección del eje A y No 4 en la otra dirección, con refuerzo espaciado cada 20 cm en ambas direcciones. Este tipo de cimentación profunda se utiliza debido a la falta de un estrato de suelo lo suficientemente competente para soportar las cargas que recibe de la súper-estructura del edificio en la cercanía de la superficie, por lo tanto se decidió usar pilotes de longitudes considerables que permitan apoyarse sobre un estrato resistente. En la figura 10 se observa la distribución de los pilotes, los cabezales y las vigas de cimentación del proyecto.

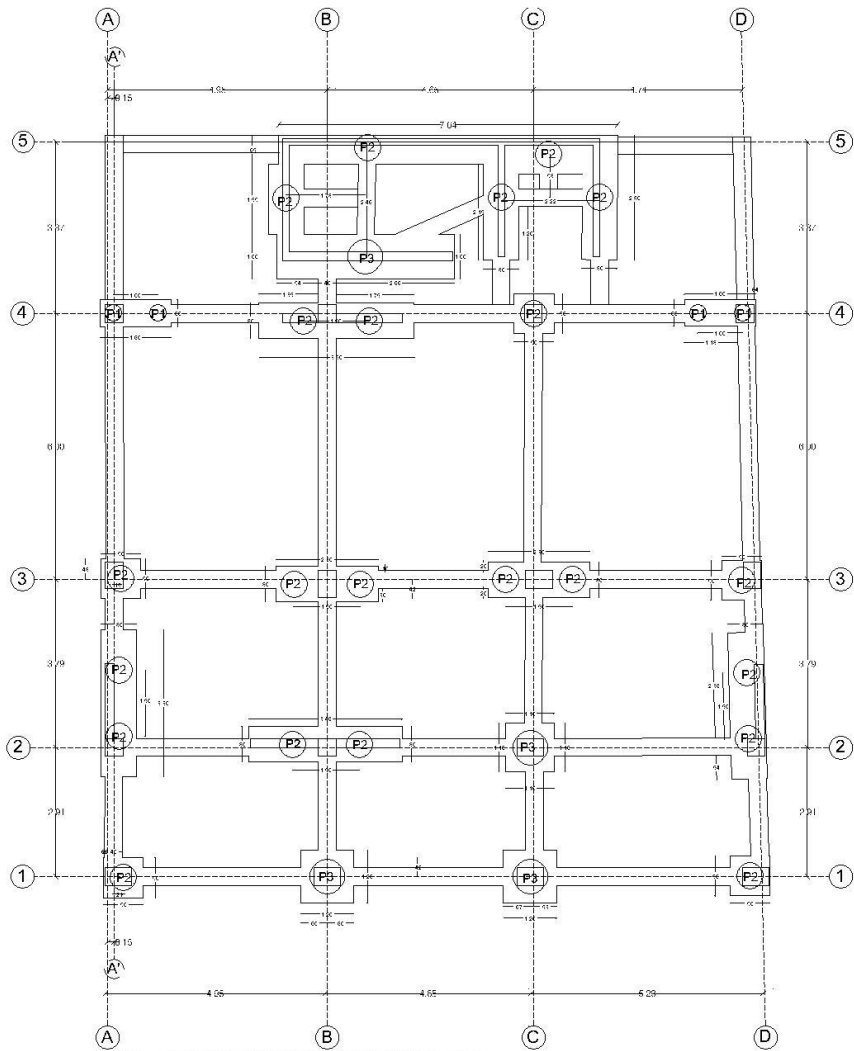


Figura 10. Localización de pilotes, cabezales y vigas de cimentación.

En la figura 11 se puede observar el pilote P1 y el cabezal de la columna 10 (intersección eje 3 y eje C) como muestra del refuerzo que llevan los distintos elementos de la cimentación. El nivel -3m corresponde al nivel superior de la losa de cimentación y del cabezal.

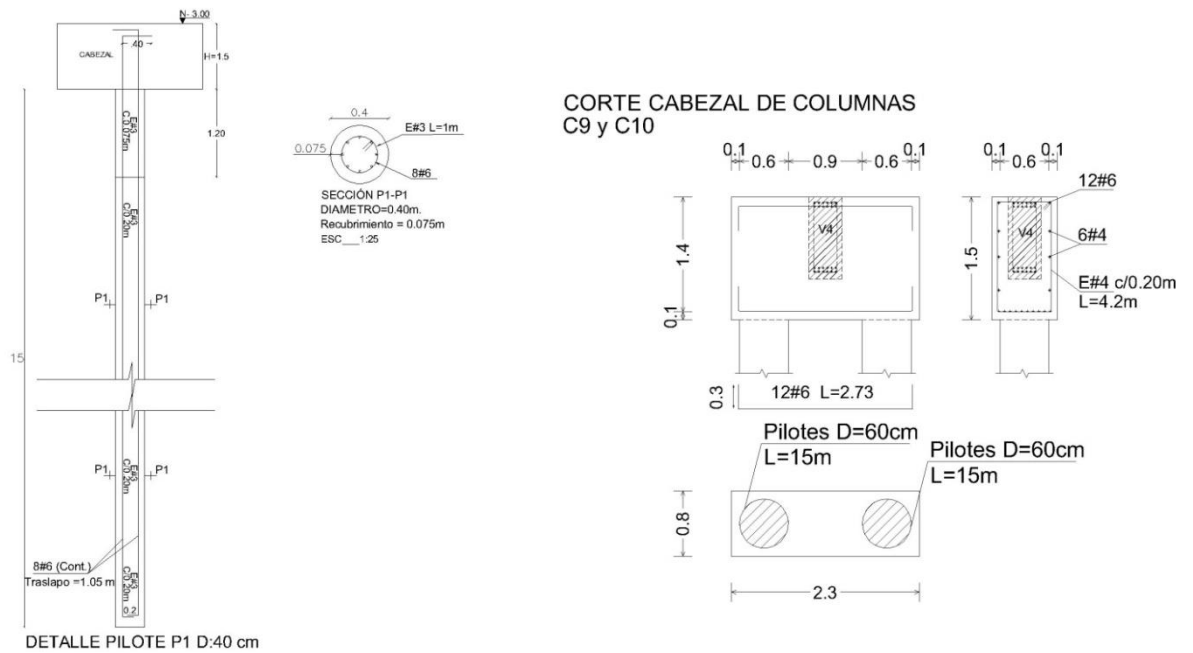


Figura 11. Detalles de pilote y cabezal

Las vigas de cimentación están distribuidas en cada eje del proyecto y en la zona del ascensor y las escaleras, como se puede ver en la figura 10. Las vigas de cimentación están diferenciadas en 6 tipos de vigas como se puede observar en la figura 12.

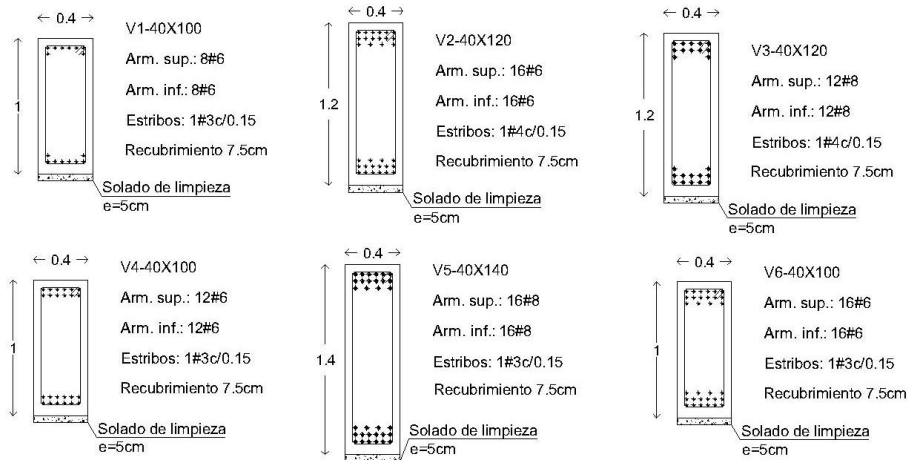


Figura 12. Tipos de vigas de la cimentación

El despiece de las vigas de cimentación ubicadas en los ejes de la edificación y presentado en planos muestra una gran cuantía de acero para este proyecto, según la experiencia de las personas involucradas en la ejecución de la obra. En la figura 13 se puede observar el despiece de la viga del eje 3.

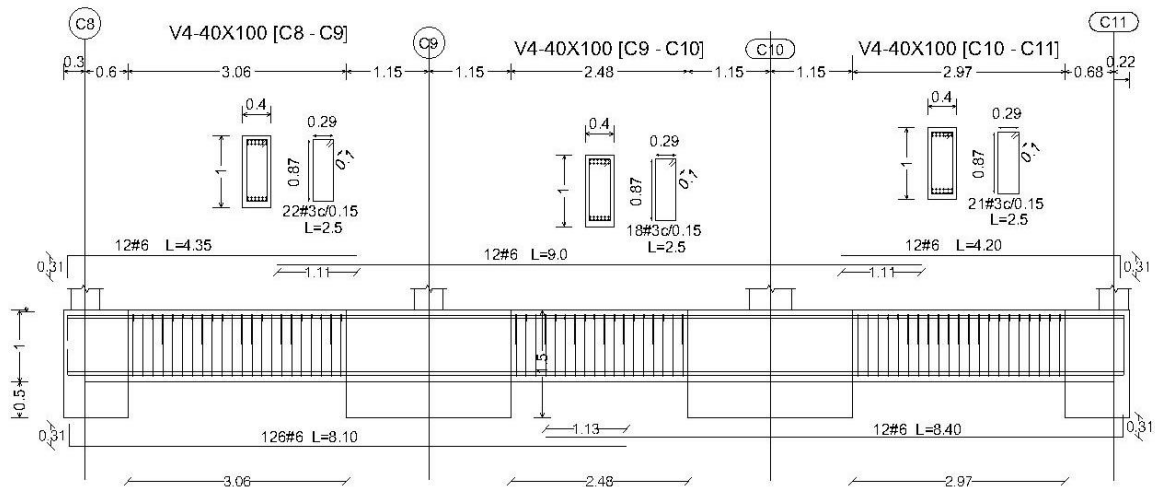


Figura 13. Despiece viga eje 3

### 3.3 ESTRUCTURA

El proyecto de apartaestudios Murano está concebido estructuralmente como un sistema estructural combinado, el cual combina pórticos y muros estructurales o pantallas. Las especificaciones técnicas estructurales establecen que la resistencia especificada del concreto ( $F'c$ ) sea de 21 Mpa y el límite de fluencia ( $Fy$ ) del acero sea de 420 Mpa.

En la figura 14 se observa la vista en planta de columnas, pantallas y muros de contención. Los muros de contención solo se construyen en el semisótano con el objetivo de contener el suelo y cimentación de las edificaciones vecinas mientras que las columnas y pantallas llegan hasta el último piso.

Las losas de entrepiso del proyecto se prevén aligeradas, excepto para la primera losa, la cual tiene una parte con losa maciza y que serán los patios del primer piso, en los niveles siguientes ya no va la losa maciza, dejando esas áreas vacías como se puede observar en la figura 4.

Las columnas tienen dimensiones de 0.6 x 0.4 m y 0.4 x 0.4 teniendo un total de 16 columnas por piso. Las pantallas están distribuidas principalmente en la zona que rodea el ascensor y las escaleras con espesores de 15 y 20 cm, algunas, con una sola parrilla y otras con doble parrilla. El número de pantallas y muros por nivel es de 12 y 10 respectivamente.

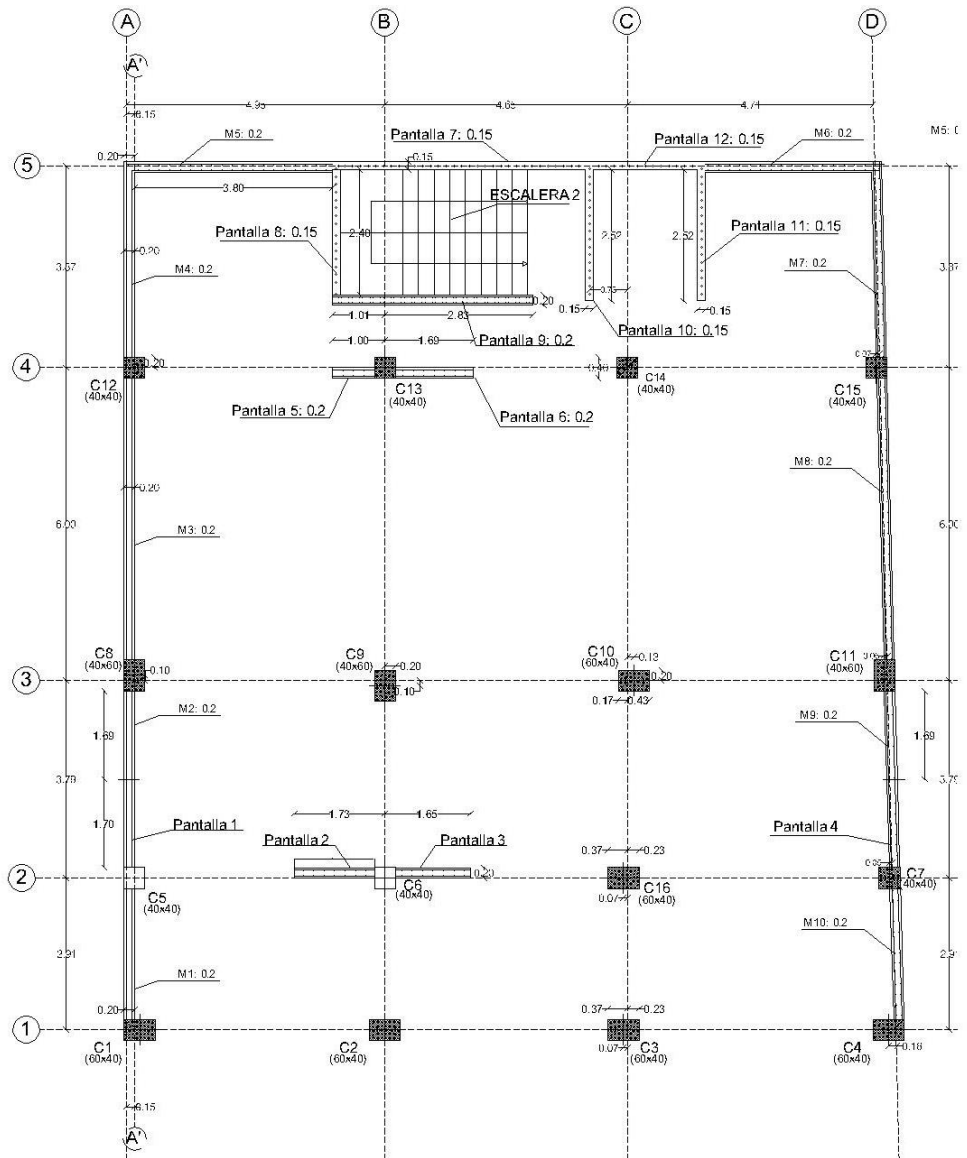


Figura 14. Localización de columnas, pantallas y muro

El despiece de las columna 10 y de la pantalla 3 está indicado a manera de muestra en la figuras 15 y 16 respectivamente, en donde se detallan cuantías de acero, su distribución, colocación, dimensiones de elementos y los traslapos de la columna y la pantalla.

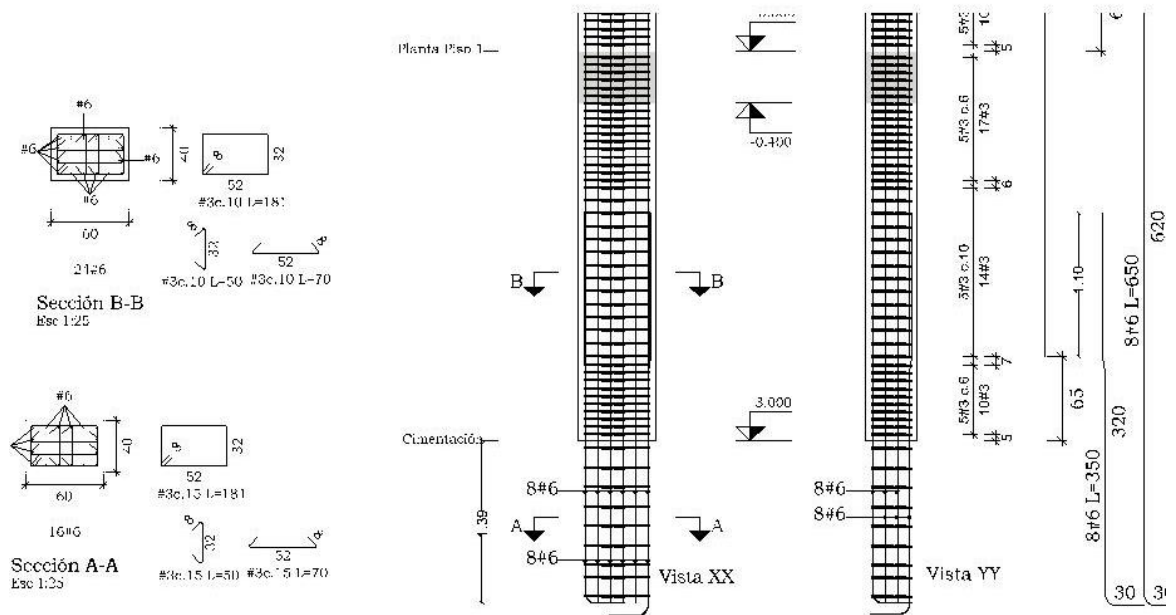


Figura 15. Despiece de columna 10

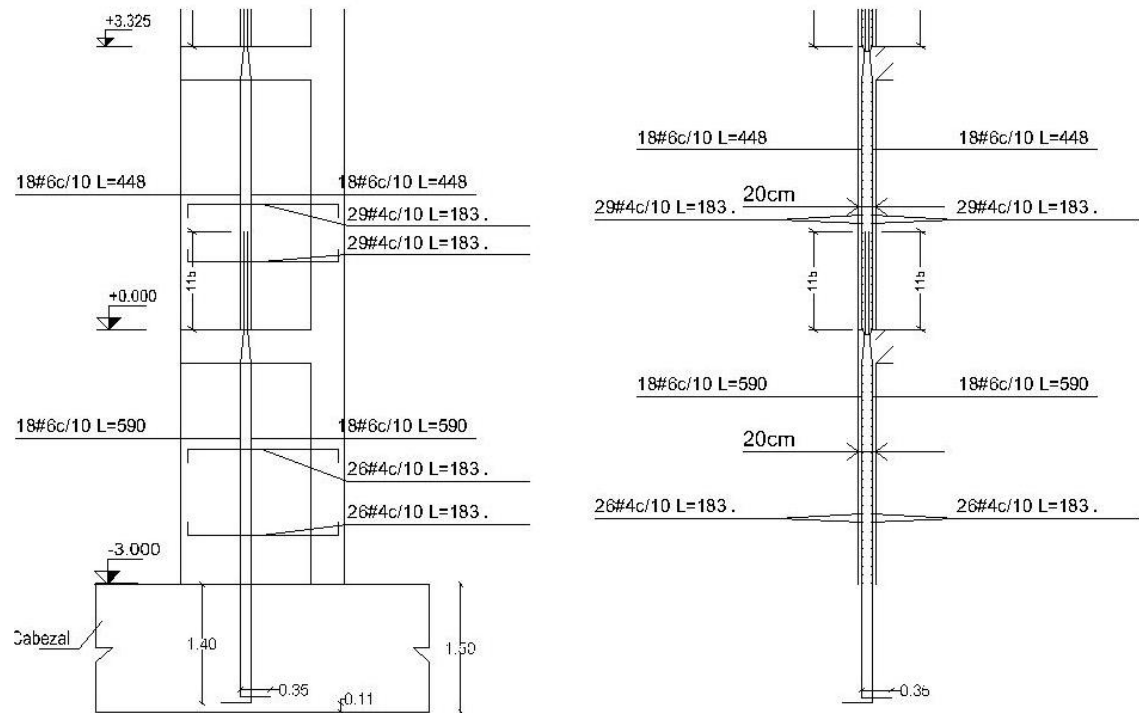


Figura 16. Despiece de pantalla 3

## 4. SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS

Las actividades constructivas presentadas de forma secuencial en el tiempo, llevadas a cabo durante el desarrollo de esta pasantía y a las cuales se les ha llevado un seguimiento técnico supervisando cada paso de su ejecución han sido las siguientes:

- Pilotaje
- Excavación del suelo para la construcción del semisótano
- Excavación y perfilado para vigas de cimentación y cabezales
- Armado de refuerzo de vigas y cabezales
- Armado de refuerzo de muros de contención pantallas y columnas
- Armado de refuerzo de losa de cimentación
- Fundición de vigas de cimentación, cabezales y losa de cimentación
- Fundición de muros de contención, pantallas y columnas

### 4.1 PILOTES PREEXCABADOS EN CONCRETO REFORZADO FUNDIDOS IN SITU

Los pilotes son los encargados de transferir la carga del edificio a un estrato competente de suelo que pueda soportar los grandes esfuerzos que llegan de la estructura.

Al iniciar la pasantía en este proyecto sólo faltaban los tres últimos pilotes ubicados en el eje 4 (entre los ejes C y D) a los cuales se les realizó un seguimiento buscando se cumpliera con la ubicación según la localización dada en los planos; cuantías de acero y traslapes; recubrimiento y buenas prácticas constructivas.

El proceso constructivo de los pilotes en concreto reforzado fundidos in situ es el siguiente:

**Localización:** La localización de los pilotes se hace con equipo de topografía de alta precisión según lo establecido en los planos. Si se requiere replanteo de un punto se puede acudir a los ejes del proyecto que deben estar previamente ubicados con equipo de precisión.

Armadura de refuerzo: Para este proyecto se trabajó con acero de refuerzo figurado previamente y traído desde otro proyecto de la constructora. Los diámetros de los pilotes eran de 40, 60 y 80 cm, el refuerzo longitudinal era acero No 6 variando la cantidad de varillas según el diámetro del pilote. El refuerzo transversal era No 3 para los pilotes de 40 y 60 cm, y No 4 para el pilote de 80 cm. En la figura 17 se puede observar parte de las armaduras de los pilotes.



Figura 17. Armaduras de pilotes

Perforación: La perforación de los pilotes se realizó desde el nivel original del terreno, es decir, sin excavar el suelo correspondiente al sótano. Una vez construídos los pilotes se excavó para llegar al nivel del sótano, se demolió la parte del concreto de los pilotes que sobresalían y se realizó el descabece.

Esta actividad se realizó con una máquina piloteadora la cual emplea un barreno helicoidal que al girar profundiza en el suelo y retorna al exterior para extraer con palas el material atrapado en el barreno y luego volver a introducirlo, este procedimiento se repite hasta alcanzar la profundidad deseada. El tubo de la máquina debe quedar lo más vertical posible para garantizar la verticalidad de la perforación. En la figura 18 se observa la perforación realizada con la máquina piloteadora.





Figura 18. Perforación con máquina piloteadora

Introducción de la armadura de acero: La introducción de la armadura se realiza con la misma máquina piloteadora como se aprecia en la figura 19 y se hace por tramos de armadura ya que estas se traslapan. Una vez se le colocan unas panelas en concreto (separadores) a cada parte de la armadura del pilote en diferentes partes para garantizar el recubrimiento, se introducen estas sujetándolas a la máquina, dejando una parte fuera, la cual se amarra al siguiente tramo de la armadura que se va introducir y se continúa introduciendo la armadura hasta completar el número de tramos que conforman la armadura de refuerzo del pilote.



Figura 19. Introducción de armadura de acero

Fundición del pilote: La fundición de los pilotes se realizó con concreto tremie, su nombre se debe a que es el concreto que se emplea en el sistema de colocación tremie. La colocación del hormigón en estructuras donde hay presencia de agua o la construcción de cimentaciones profundas empleando lodo bentonítico requiere un sistema que permita que el concreto se compacte y no tenga problemas de segregación, es por eso que se utiliza una tolva (Ver figura 20) y tuberías que se ensamblan herméticamente y que junto con el bombeo de un concreto altamente fluido mediante plastificantes, resistente a la segregación y manejable, se evitan dichos problemas.

Una vez colocado el refuerzo del pilote se arma la tubería tremie la cual está compuesta por tubos de diámetro entre 15 a 25 cm y con longitudes de 3 m que se acoplan entre sí y se introducen con la máquina piloteadora hasta llegar al fondo de la perforación, al final se acopla un embudo a la tubería por el cual entra el concreto premezclado.

Se introduce el concreto premezclado traído en mixer en el embudo y con ayuda de la máquina piloteadora se levanta el embudo acoplado a la tubería para quitar los tubos tremie a medida que se introduce concreto en la perforación.



Figura 20. Tolva de tubería tremie

#### 4.2 EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN ZONA DE SEMISÓTANO

Para realizar la excavación se trazaron niveles con equipo topográfico para saber cuánto se tenía que profundizar con la máquina y se tuvo un seguimiento del cumplimiento de los niveles del proyecto tanto en perfilado como en el solado de

limpieza. Desde un nivel de referencia se medía de manera aproximada la profundidad deseada con la ayuda de un tubo de pvc, de esta manera el operario podía saber cuánto debía profundizarse.

Los pilotes que quedaron sobresaliendo (ver figura 21) se demolieron usando un demolidor. En la siguiente figura se observa parte de los pilotes que sobresalen del nivel del sótano.



Figura 21. Excavación zona de semisótano

Al efectuar una excavación para un sótano es necesario dejar suelo alrededor de las cimentaciones vecinas y emplear algún método para construir los elementos estructurales colindantes con ellas. En este proyecto se empleó el método de submuración y se levantaron entibados (ver figura 22) para darle un apoyo al suelo que sostiene las cimentaciones vecinas. La submuración consiste en quitar tramos de volúmenes de suelo dejados alrededor de las cimentaciones vecinas con longitudes entre 1 o 2 m de manera intercalada y una vez construidos los muros de contención se procede a excavar y perfilar los tramos restantes.



Figura 22. Submuración

Una vez terminada la excavación se trazaron ejes y niveles con el equipo de topografía. Se niveló con palas la superficie de suelo para luego fundir el solado de limpieza correspondiente a lo que sería la losa de cimentación. El solado de limpieza tenía un espesor de 5 cm y la mezcla de mortero se realizó in situ con una mezcladora eléctrica usando un bulto de cemento de 50 kg y 8 cajones de polvillo, usando una cantidad de agua de acuerdo a la fluidez deseada.

Se usaron hilos para definir el nivel al cual debía llegar el solado de tal manera que quedara una superficie plana y nivelada y se hincaron pequeñas estacas, como se aprecia en la figura 23, definiendo así el nivel del solado. Para obtener una superficie nivelada y homogénea se colocaba el mortero en la superficie de suelo en dos franjas que servían como guía para nivelar el resto de mortero que iba a ser colocado entre las dos franjas (ver figura 24).



Figura 23. Nivelación para solado de limpieza



Figura 24. Solado de limpieza de la losa de cimentación

### 4.3 CABEZALES Y VIGAS DE CIMENTACIÓN

Los cabezales son elementos estructurales en concreto reforzado de gran rigidez y volumen que cumplen la función de conectar los pilotes y de transferirles las cargas de la superestructura. En cuanto a cabezales y vigas de cimentación se supervisó la localización, las cuantías de acero, los traslajos, la ubicación del refuerzo el recubrimiento y los procesos constructivos, verificando el cumplimiento de los planos.

El proceso constructivo de cabezales y vigas de cimentación es el siguiente:

**Localización:** Con el equipo de topografía se ubicaron los ejes del proyecto en los paramentos vecinos una vez terminada la excavación. Con hilos que unían los puntos de los ejes se procede a la localización de los cabezales y de las vigas de cimentación. Se cimbró sobre el solado de limpieza las líneas de referencia de las vigas y cabezales de acuerdo a los planos.

**Excavación y perfilado de las zanjas:** Una vez delimitados las vigas de cimentación y cabezales se procede a excavar (ver figura 25) de forma manual hasta los niveles establecidos en los planos, verificando verticalidad, paredes planas y ortogonales. Finalmente se coloca un solado de limpieza de 5cm en el fondo de estas zanjas, el solado estaba especificado en los planos. Los pilotes eran descabezados con un demolidor.



Figura 25. Excavación de zanjas para elementos de cimentación

**Armado de refuerzo:** El refuerzo de cabezales y vigas de cimentación se realizó siguiendo las especificaciones de los planos. Algunas armaduras fueron armadas fuera y luego colocadas dentro de los espacios que les correspondían con ayuda de un diferencial de cadena como se observa en la figura 26. Para introducir las armaduras de refuerzo, previamente se marcaban puntos sobre el solado para

definir los ejes del proyecto y que sirven de guía para localizar las armaduras de refuerzo las cuales se aplomaban y eran colocadas sobre unas panelas de concreto para garantizar el recubrimiento de 10 cm en los cabezales. Algunos cabezales se armaron directamente en la excavación correspondiente.



Figura 26. Armado del refuerzo de un cabezal y colocación

Las vigas de cimentación fueron armadas en las zanjas (ver figura 27). El refuerzo se armó colocando las varillas longitudinales y los estribos con la separación establecida en los planos, una vez obtenida la armadura se colocaban las panelas de separación de 7.5 cm. En las zonas donde se realizó la submuración se hincaban las varillas longitudinales para cumplir con los traslapos establecidos en los planos, esta tarea fue un trabajo arduo y que llevó mucho tiempo.



Figura 27. Armado del refuerzo de viga de cimentación que pasa dentro de un cabezal

Fundición: La fundición de vigas de cimentación y cabezales se realizó junto con la losa de cimentación y se debe armar previamente el refuerzo de muros, pantallas y columnas, además se debe haber instalado la red sanitaria, la formaleta y las instalaciones hidráulica y eléctrica; en este caso solamente la sanitaria.

La fundición se llevó a cabo usando una bomba estacionaria la cual impulsa el concreto por una tubería compuesta por tramos de tubos previamente acoplados.

El concreto utilizado traía un asentamiento de 5" con un agregado de tamaño máximo de 3/8". El concreto se impulsa hasta llegar a la zona de fundición en donde se mueve la manguera de la tubería para distribuirlo. Con ayuda de palas se distribuye el concreto de tal manera que vaya llenando los elementos estructurales. Se debe vibrar con un vibrador de inmersión con cuidado de no vibrar demasiado y en lo posible se debe evitar tocar el refuerzo. Previamente se debe tener un nivel que servirá de guía para que la losa de cimentación quede nivelada y plana con este nivel se tiene una guía para utilizar el codal el cual deja la superficie plana y nivelada, como se observa en la figura 28, moviéndolo sobre unas franjas de concreto fresco niveladas de acuerdo al nivel mencionado.



Figura 28. Fundición de elementos de la cimentación

#### 4.4 LOSA DE CIMENTACIÓN

La losa de cimentación es una placa de concreto apoyada sobre el terreno la cual distribuye las cargas del edificio sobre toda la superficie de apoyo. Las revisiones que se realizaron para este sistema de cimentación se supervisaron las cuantías de acero, los traslapes, el recubrimiento, la ubicación del refuerzo y los procesos constructivos, verificando el cumplimiento de los planos.

El proceso constructivo de la losa de cimentación es el siguiente:

Armado de refuerzo: Previamente o en el transcurso del armado del refuerzo se realizaron las instalaciones sanitarias las cuales consisten en una red de tuberías y la excavación de las cámaras de inspección dejando el encofrado, como se observa en la figura 29, para evitar que el concreto penetre en ellas.



Figura 29. Encofrado para cámara de inspección

La primera parrilla de acero se arma dejando la separación establecida en los planos que para ambas direcciones era de 20 cm, realizando los traslapos. Primero se arma el refuerzo en una dirección y luego en la otra dirección. Posterior a esto se colocan las panels de separación y se arma la segunda parrilla, la cual se levanta para garantizar la separación entre parrillas y recubrimiento con la ayuda de unos separadores hechos en obra, como se observa en la figura 30.



Figura 30. Refuerzo de la losa de cimentación



Encofrado: El área a fundir se rodeó con tablas en todo su perímetro, dejando el espacio para el paso de las varillas de acero de refuerzo de la losa de cimentación. La fundición de vigas de cimentación cabezales y losa de cimentación se realizó el mismo día, por lo cual se colocó formaleta hasta donde se iban a fundir las vigas de cimentación, colocando las tablas de tal manera que la sección transversal de la viga quede inclinada hacia donde se llena con concreto. En la figura 31 se observa la formaleta de la losa y viga de cimentación, observando que a la izquierda del perímetro marcado con madera se llenará de concreto y a la derecha, no.



Figura 31. Formaleta de viga y losa de cimentación

Fundición: La fundición de la losa se realizó junto con las vigas de cimentación y los cabezales. Este procedimiento fue descrito en la fundición de vigas de cimentación y cabezales. La losa de cimentación se fundió en partes, al igual que las vigas de cimentación y faltaron algunos cabezales debido a la submuración que se hizo para lo cual se levantó un encofrado que delimitaba a la losa de cimentación y las vigas, las cuales se fundieron en algunos tramos hasta el tercio de estas para que no haya mayor afectación por la junta fría que quedará cuando se funda el resto, ya que en el tercio se generan esfuerzos menores según recomendación del ingeniero estructural. Al dejar tramos de losa y vigas sin fundir se aplica un aditivo sobre el concreto endurecido (Sikadur 32 premier), como se aprecia en la figura 32, que garantiza la adherencia entre el concreto fresco y el viejo cuando se fundan los tramos restantes. Para obtener una adecuada adherencia entre el concreto nuevo y el viejo se debe limpiar muy bien la superficie del concreto endurecido y aplicar el producto con una brocha. Si está húmeda la superficie se debe aplicar el epóxico con fuerza.



Figura 32. Aplicación de sikadur a concreto endurecido

Curado: El curado se realiza tan pronto pierda el brillo de exudación. Se realizó un curado por humedecimiento, aplicando abundante agua con manguera sobre la superficie de la losa durante al menos 7 días, 2 veces al día, en la mañana y tarde.

#### 4.5 MUROS DE CONTENCIÓN Y PANTALLAS

Los muros de contención en el semisótano cumplen con la función de soportar los esfuerzos generados por el suelo y las cimentaciones de las edificaciones vecinas.

Las pantallas son elementos estructurales que soportan las cargas verticales y las fuerzas horizontales de la edificación.

En cuanto a muros de contención y pantallas se supervisó la localización, las cuantías de acero, los traslapos, la ubicación del refuerzo el recubrimiento y los procesos constructivos, verificando el cumplimiento de los planos.

El proceso constructivo de los muros y pantallas de la edificación es el siguiente:

Localización: Con base a los ejes del proyecto se colocan unos hilos tensados con los cuales se encuentra la intersección de los ejes; la línea de cada eje y se miden las distancias necesarias para cumplir lo especificado en los planos. Una vez identificados los ejes se amarra una varilla de acero No 2 sobre la viga o cabezal que sirve como guía de amarre del acero vertical.



Figura 33. Refuerzo localizado en cabezal para pantalla

En la figura anterior se observa el refuerzo vertical de una pantalla colocado sobre un cabezal, para lo cual se debe ubicar de acuerdo a los ejes y planos.

Armado de refuerzo: El refuerzo vertical se figura en la obra dando forma a los ganchos respectivos según los planos estructurales y se introducen en los cabezales en el caso de las pantallas y en las vigas en el caso de los muros de contención que también pueden quedar en algunos casos dentro de los cabezales. Tanto los muros como las pantallas son de doble parrilla excepto las pantallas en la zona de la escalera y del ascensor. El refuerzo horizontal se amarra a las varillas verticales con el diámetro y separaciones definidas en los planos estructurales. Los aceros se amarran de igual manera con los traslapes especificados. Cuando se amarra el refuerzo horizontal se aploma el vertical garantizando la verticalidad. En la figura 34 se observa el armado del refuerzo de una pantalla.



Figura 34. Armadura de pantallas y muros

Encofrado: El encofrado de las pantallas colindantes con los paramentos de las edificaciones vecinas y los muros de contención tuvieron un encofrado en madera las cuales están compuestas de tableros de madera con un espesor de 3 cm y travesaños espaciados cada 50 cm.



Figura 35. Collarín



Figura 36. Limpieza de base de pantalla empleando una sopladora

Para armar el encofrado se cimbra la cara frontal del muro o pantalla y se cimbra una línea que demarca donde va a ir la formaleta. Se clavan unos cuartones a la losa para formar el collarín, como se aprecia en la figura 35. Se limpia el área que encierran los collarines con una sopladora (ver figura 36) y se colocan los tableros impregnados en su parte interior con separol, como se observa en la figura 37, para facilitar el desencofrado, se apoyan con cerchas metálicas, las cuales son empujadas con tacos metálicos o gatos metálicos (ver figura 37) y se amarran tensores a los extremos de tal manera que se puedan mover los tableros empujándolos o halándolos para aplomarlos.



Figura 37. Aplicación de separol a los tableros y encofrado de pantalla

Se amarran unas pesas para aplomar y un hilo atraviesa los tableros horizontalmente (ver figura 38) para controlar que todos los tableros estén a la misma distancia y aplomados.



Figura 38. Hilo para controlar que todos los tableros queden aplomados

Fundición: La fundición se llevó a cabo después de humedecer el encofrado en su interior. Se empleó la bomba estacionaria dejando caer el concreto de la manguera de la tubería que viene de la bomba, directamente sobre el interior del encofrado y luego vibrando el concreto en capas de aproximadamente unos 60 cm máximo, introduciendo el vibrador de inmersión rápidamente y sacándolo lentamente a una velocidad constante. Este procedimiento no es recomendable,

ya que puede generar problemas de segregación, lo que podría hacerse es dejar unas ventanas en los tableros para introducir el concreto y luego taparlas. Se funde hasta el nivel deseado que debe haber sido ubicado con el nivel de manguera previamente. A medida que se funde y al final, se chequea que el encofrado esté vertical (a plomo).

Las pantallas que están con todas sus caras visibles se encofran con ayuda de separadores que constan de tubos conduit, como se observa en la figura 39, para garantizar el espesor de las pantallas por donde pasarán los tensores y varillas de acero de longitud igual al espesor del muro para dar la rigidez que no tienen los tubos. Luego se colocan a los tableros: cerchas metálicas, tacos metálicos y tensores para aplomar.



Figura 39. Encofrado de pantalla

Desencofrado y curado: Al día siguiente a la fundición se quita el encofrado en madera, se humedecen las superficies de pantallas y muros, como se muestra en la figura 40 y se procede a aplicar antisol blanco con una bomba de fumigar (ver figura 41), el cual garantiza el desarrollo de resistencia sin necesidad de otra aplicación.



Figura 40. Humedecimiento de pantallas después de desencofrar



Figura 41. Aplicación de antisol blanco para curado

#### 4.6 COLUMNAS

Las columnas son elementos estructurales esbeltos que están bajo la acción de esfuerzos de flexo-compresión, por lo tanto se deben construir lo más verticales posible y muy bien localizadas. La supervisión de estos elementos estructurales buscó el cumplimiento de las especificaciones establecidas en los planos en cuanto a localización, cuantías de acero, traslapos y los debidos procesos constructivos que garantizaran la verticalidad, la homogeneidad del concreto, los recubrimientos y la calidad del elemento construido.

El proceso constructivo de las columnas de la edificación es el siguiente:

Localización: Sobre la armadura de los cabezales se localizan los ejes que pasan por la columna y se ubica de acuerdo a la posición indicada en el plano un estribo guía por donde irán amarradas las varillas de refuerzo longitudinal como se observa en la figura 42.



Figura 42. Amarre de estribo guía para armar el refuerzo una columna

Armado de refuerzo: Una vez localizada la columna, se empieza a colocar el acero de refuerzo longitudinal de la columna y se colocan los estribos que junto con parte del refuerzo longitudinal quedan dentro del cabezal (ver figura 43). Se colocan algunos estribos más para que queden por fuera de la losa de cimentación una vez esta sea fundida.



Figura 43. Refuerzo de columna dentro de cabezal

Encofrado: En este paso se cimbra sobre la losa la sección de la columna que se vaya a levantar, teniendo como referencia los ejes del proyecto, se trazan las líneas que delimitan los collarines. Considerando que los tableros de las columnas



tienen un espesor de 3 cm y que van a quedar dentro de los collarines, Los tableros se colocan después de la ubicación de los collarines, deben estar previamente impregnados de separol y se ensamblan con tornillos que tensionan los travesaños dándole estabilidad al encofrado y permitiendo soportar la presión que genera el concreto fresco sobre los tableros. En la siguiente figura se observa el collarín en la base de la columna.



Figura 44. Collarín en columna

Una vez armado el encofrado compuesto por tableros de madera se procede a apuntalarlo con ayuda de gatos metálicos o tacos, como se observa en la figura 45, los cuales van a permitir garantizar la verticalidad de la columna mediante el uso de dos pesas que se cuelgan con hilos sobre dos de las caras del encofrado de la columna, que sean las ubicadas en planos perpendiculares, midiendo que la separación del hilo a los tableros sea siempre la misma en cualquier punto de la longitud del hilo, midiendo preferiblemente en los extremos de este. Se colocan tensores en la parte inferior de los tableros para que los tacos no levanten el encofrado y cuando no se puedan colocar los puntales en todas las caras, se utilizan tensores y puntales en la cara libre de obstáculos para poder aplomar el encofrado.



Figura 45. Encofrado de columna

Fundición: La fundición se llevó a cabo después de humedecer el encofrado por dentro. Se empleó concreto premezclado impulsado por una bomba estacionaria y dejando caer el concreto desde el moco de la tubería directamente a dentro del encofrado y luego vibrando el concreto en capas de aproximadamente unos 60 cm. El vibrado se realizó introduciendo el vibrador de inmersión rápidamente y sacándolo lentamente. El refuerzo se mueve a medida que se funde para que quede concéntrico en la columna y se chequea la verticalidad del encofrado una vez finalizado el llenado con concreto como se observa en la figura 46.



Figura 46. Verificación de plomo de columna fundida

Desencofrado y curado: Al día siguiente a la fundición se quita el encofrado de madera de la columna, se humedece la superficie y se procede a aplicar antisol blanco con una bomba de fumigar para garantizar el desarrollo de resistencia sin necesidad de otra aplicación de este producto según las características indicadas en su etiqueta. En la figura 47 se observa una columna terminada.



Figura 47. Columna desencofrada

## 5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS EN EL AVANCE Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO

### 5.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO

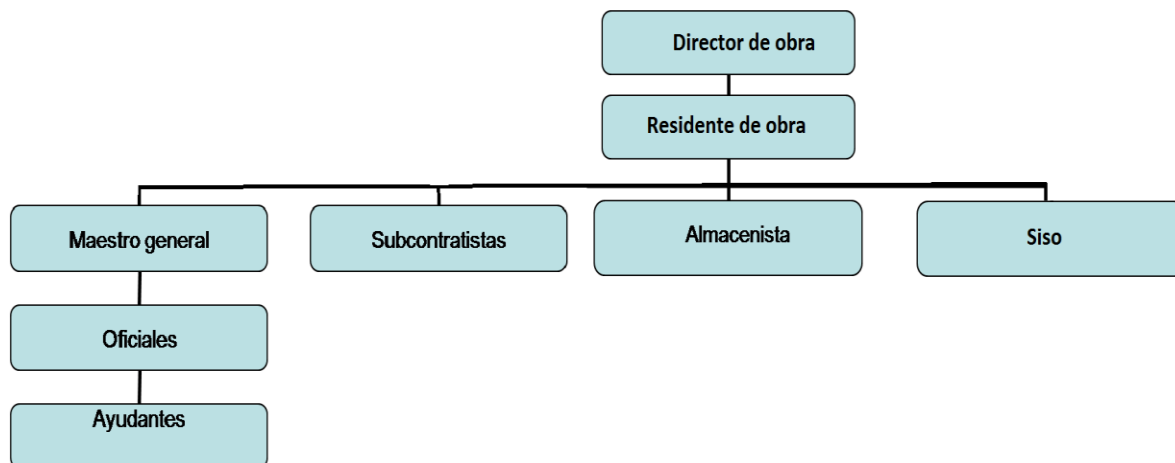


Figura 48. Estructura organizacional del proyecto Murano

El proyecto de apartaestudios Murano perteneciente a la Constructora Barreiro Garcés, tiene como estructura organizacional el mostrado en la figura 48. La empresa tiene un organigrama más complejo abarcando ámbitos financieros, comerciales y administrativos pero para la administración y construcción de esta obra, los cargos directamente relacionados con ella son los que se muestran en la figura 48, con los cuales se tuvo más cercanía durante la pasantía.

Según la observación realizada durante el desarrollo de la pasantía se pueden identificar las funciones principales de las personas relacionadas con la ejecución y avance de obra. A continuación se dan a conocer las funciones correspondientes de cada cargo:

**Director de obra:** El director de obra es el encargado de dirigir y administrar los proyectos de la empresa, de los cuales Murano es uno de ellos. El director es el jefe directo del residente de obra y es el encargado de verificar que el proyecto avance según la programación de obra y que los costos estén acorde al presupuesto para maximizar las ganancias de cada uno de los proyectos que tenga a su cargo. En este proyecto el director de obra es el encargado de escoger los contratistas, de llegar a acuerdos con ellos en los contratos y de pagarles.

Residente de obra: El residente de obra de este proyecto es el encargado de controlar y vigilar el avance y ejecución de la obra, esto lo hace de acuerdo a la programación de la obra en donde se planean las fechas de inicio y fin de las actividades constructivas y que junto con el presupuesto son herramientas de control de obra para el residente. En cuanto a lo técnico se encarga de supervisar la construcción de la obra buscando cumplir con especificaciones y planos, además brinda asesoría técnica, económica y administrativa frente a problemas que puedan presentarse en obra. Es el encargado de llevar al día la bitácora en donde anota cambios, ajustes, retrasos o avances y sus causas. Debe medir y determinar cantidades de obra para el pago a los contratistas y debe elaborar informes de avance de obra al director de obra.

Maestro de obra: Se encarga de interpretar los planos y de acuerdo a estos y a las especificaciones dar instrucciones, coordinar y supervisar a los oficiales, ayudantes y contratistas en la ejecución de sus actividades. El maestro de obra se encarga de evaluar el desempeño del personal de la obra, de pedir materiales que hagan falta y de verificar y guiar los procedimientos de construcción.

Oficiales: Los oficiales hacen parte del personal operativo, es decir ejecutan manualmente las actividades constructivas. Los oficiales son los encargados de ejecutar y dirigir las actividades constructivas debido a sus conocimientos y experiencia en procedimientos y técnicas de construcción.

Ayudantes: Estas personas ayudan a ejecutar las actividades constructivas manualmente, por lo general apoyan a un oficial o ellos mismos realizan la actividad, dependiendo de la complejidad.

Almacenista: Es el encargado de llevar el control de materiales y equipos en obra. Es el encargado de pedir y recibir materiales, verificando la cantidad, calidad y buen manejo de estos para evitar desperdicios o que se dañen. Debe llevar registros de materiales y equipos que entran y salen y registrar los gastos con cargo a la caja menor.

SISO: Es el encargado de velar por la seguridad industrial y salud ocupacional. Se encarga de dotar al personal de obra de la indumentaria necesaria que los proteja de accidentes o de afectaciones en su salud a corto y largo plazo. Debe identificar posibles riesgos y tomar las medidas necesarias para reducirlos al máximo. Se encarga también de revisar los certificados de afiliación a riesgos, salud y pensión del personal de obra.

Contratistas: Los contratistas son personas a las cuales se les encarga la ejecución de actividades constructivas las cuales son pagadas mediante un acuerdo celebrado entre estos y la empresa a un costo establecido, y según lo establecido en el contrato deben tener a cargo la mano de obra, los materiales y equipos. Los contratistas deben cumplir con calidad y responder por los errores en los que puedan incurrir.

## 5.2 EJECUCIÓN DE LOS SUBCONTRATOS EN EL PROYECTO

En el transcurso de la pasantía, se desarrollaron las actividades constructivas correspondientes a estructura y cimentación del semisótano en donde el personal que ejecutó estas actividades a cargo del maestro de obra fueron oficiales y ayudantes. En cuanto a la parte sanitaria, hidráulica y eléctrica lo ejecutado fue muy poco y básicamente solo participaron en la parte de instalaciones provisionales como abastecimiento de agua, batería sanitaria y algunas conexiones eléctricas para suministrar electricidad a los equipos que se requirieran en la construcción del semisótano. Estas instalaciones provisionales ya estaban cuando se inició la pasantía.



Figura 49. Contratista hidro-sanitario instalando batería sanitaria

En cuanto a los contratistas la empresa maneja los siguientes items: Mano de obra; Instalaciones hidro-sanitarias, en la figura 49 se observa el trabajo del encargado de la red sanitaria; instalaciones eléctricas; acabados e instalaciones especiales por eso es preciso mencionar los siguientes contratistas encargados del avance y ejecución del proyecto según lo observado durante la pasantía:

Contratista de mano de obra de las actividades constructivas de estructura, cimentación y mampostería: El proyecto está ejecutándose con mano de obra a cargo de un contratista, el cual está a cargo de suministrar la mano de obra necesaria según se requiera a la empresa y el cual está a cargo de pagar a sus empleados: salario, prestaciones sociales y todo lo que la ley exija. Dentro de la mano de obra subcontratada está el maestro de obra, los oficiales y ayudantes. En la figura 50 se observa a los ayudantes realizando la excavación de la cimentación.



Figura 50. Trabajadores durante la excavación

En cuanto al pago, a este contratista se le paga de acuerdo a las cantidades de obra ejecutadas correspondientes a las actividades constructivas, en periodos de tiempo de 15 días para que este pague a sus trabajadores. En ciertos casos se puede pagar por jornales según acuerden con la directora de obra, esto debido a la complejidad de alguna actividad en donde el rendimiento puede bajar tanto que el contratista considere como mejor alternativa un pago por jornal, al menos durante el tiempo que dure esa actividad. Dentro de este aspecto una función como pasante fue la de cubicar en ciertas actividades, entre ellas: Excavaciones; concreto de losa, vigas de cimentación, cabezales, pantallas y columnas; y acero de refuerzo para la realización y verificación de actas de obra.

Contratista hidro-sanitario: Este contratista tiene como objeto ejecutar las actividades constructivas correspondientes a instalaciones hidro-sanitarias las cuales abarcan instalaciones de agua potable, sanitaria, pluvial, ventilación y red contra-incendios, estas actividades son ejecutadas por esta persona y la mano de obra a su cargo, de la cual él se encarga en todo lo relacionado a pagos por su trabajo según la ley. Este contratista solo pone la mano de obra técnica y dirige las actividades constructivas correspondientes a las instalaciones antes mencionadas,

ya que los materiales necesarios, son proporcionados por la empresa. En la siguiente figura se muestra la tubería sanitaria instalada por el contratista hidráulico.



Figura 51. Canaleta de agua pluvial de rampa de sótano

Contratista de instalaciones eléctricas y de comunicaciones: Este contratista es el encargado de todas las actividades constructivas del edificio correspondientes a la red eléctrica y de comunicaciones, encargándose tanto del diseño como de su construcción, utilizando materiales y equipos a cuenta de su bolsillo. Este tipo de contrato es a todo costo, en el cual se le paga la totalidad de la ejecución de las actividades mencionadas pero que se paga según lo ejecutado periódicamente.

Contratos de excavación y retiro de materiales: Para la excavación del sótano del proyecto la empresa no cuenta con el equipo pesado necesario, mostrado en la figura 52, para ejecutar esta actividad, por lo tanto se contrata a una persona, la cual es la encargada de excavar y retirar el material que se deba desechar. Se lleva un control como actividad de la pasantía, registrando las duraciones de permanencia en obra, para pagarle a este contratista de acuerdo al tiempo que demora en realizar su trabajo (ver tabla 1 y tabla 2) o en algunos casos se paga por el número de viajes realizados.





Figura 52. Volqueta y retro-cargador (pajarita)

Tabla 1. Registro de tiempos de retroexcavadora

Fecha: 15 junio -2017	
Retroexcavadora	
Hora de inicio	Hora de salida
8 : 00 am	9 : 10 am
9 : 55am	1:15 pm

Tabla 2. Registro de tiempos de volquetas

Fecha: 15 junio -2017		
Volquetas		
No de placa	Hora de llegada	Hora de salida
ROA 174	8 : 12 am	8 : 21 am
OVM 144	8 : 22 am	8 : 30 am
ROA 174	10 : 00 am	10 : 07 am
OVM 144	10 : 08 am	10 : 17 am
ROA 174	11 : 02 am	11 : 12 am
ROA 174	1 : 04 pm	1 : 13 pm

Contratos de pilotaje: El pilotaje fue encargado a la empresa Cimentaciones Profundas & Cía. Ltda. de la ciudad de Pereira, Colombia, la cual se encargó de las perforaciones y apoyó con la colocación de la tubería tremie y la fundición de los pilotes empleando una máquina piloteadora, la cual tenía al operario y un ayudante, los cuales se encargaron de ejecutar la actividad junto con los trabajadores de la obra. El pago se realizó de acuerdo a los metros lineales perforados de pilote y de acuerdo al diámetro de estos. En la figura 53 se observa a la máquina piloteadora colocando la tubería tremie.



Figura 53. Máquina piloteadora

Otros contratos: Otros contratos que se observaron durante la pasantía para la ejecución del proyecto son: concreto premezclado, tabloncillos para formaletas, soldaduras de burros (soportes) para colocar el acero del proyecto y flejado del acero de cabezales. A estos se les paga de acuerdo a la unidad de medida del producto: m<sup>3</sup> para concreto premezclado, m para soldadura, m de tabloncillos para formaleta y Kg de acero flejado.

CONCRENSA		DESPACHO CONCRETO	
<small>CARRERA 15 # 17N-08 B/ Machangara Tel: 8202385 Popayán - Cauca Celular: 313 947 40 48 E-mail: concrensa@hotmail.com</small>		No. <b>5006</b> FECHA: 10 / 01 / 17	
CLIENTE:	Construction Barrero Garces		
DIRECCION:	Muzano		
ELEMENTO:	columnas		
ESPECIFICACIONES:	3.000 PSI industrializado		
ASENTAMIENTO:	6+1		
CONDICIONALES:	H.S.P.	H.L.O.	H.H.O.
	08-20	8-42	8-50
CANTIDAD DESPACHADA M3	5	CANTIDAD ACUMULADA M3	
CONDUCTOR:	Alex		
VEHICULO:	VICQ649		
OBSERVACIONES:			
RECIBE EN OBRA	DESPACHO PLANTA		
NOMBRE:	Esteban Conzola		
CARGO:	Pasante		
FIRMA:	[Firma]		
CEDULA:	7067768797		

Figura 54. Recibo de entrega de concreto premezclado en obra

En la figura 54 se muestra el recibo del concreto premezclado, encargado a la planta Concreinsa SAS, en donde se registra la hora de llegada del mixer, la hora de inicio de descarga y la hora de finalización de la descarga.



Figura 55. Tablones de formaleta de pantallas

En la figura 55 se observan los tablones que componen el encofrado de las pantallas y que son encargados a una persona para su elaboración de acuerdo a las medidas dadas en los planos.

## 6. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO

### 6.1 ASENTAMIENTO CON EL CONO O SLUMP

El ensayo de asentamiento del concreto o Slump es un ensayo que se hace en obra como control de calidad, cuyo objetivo es medir la fluidez del concreto, la cual debe ser garantizada por la planta mezcladora de concreto y que corresponde al tipo de elemento en concreto que se vaya a fundir. Es un método indirecto para medir la manejabilidad del concreto. En la pasantía una de las actividades fue realizar este ensayo.

El procedimiento para realizar este ensayo es el siguiente:

Para realizar este ensayo se utiliza un tronco de cono con medidas de 10 cm de diámetro en la parte superior, 20 cm en la parte inferior y una altura de 30 cm; una varilla lisa de punta redondeada de diámetro de 16 mm y una longitud de 60 cm.



Figura 56. Cono y varilla para ensayo con el cono

Sobre una superficie plana, rígida, nivelada y no absorbente se realiza este ensayo, se debe humedecer esta superficie y el cono metálico antes de empezar como se observa en la figura 56. Una vez se toma la muestra de concreto premezclado directamente del mixer, se procede a llenar el cono, el cual debe estar sostenido firmemente con los pies, pisando sus aletas. Se llena el cono en tres capas de volumen aproximadamente igual, cada capa debe ser penetrada con

la varilla 25 veces teniendo en cuenta que para la primera no se debe golpear muy fuerte la superficie de apoyo del cono y en las capas siguientes se debe penetrar la capa inferior aproximadamente una pulgada (ver figura 57). Finalmente se enrasa con la varilla, se limpia alrededor de la base como se observa en la figura 58, quitando el concreto que haya caído y se levanta el cono de forma vertical, sin girarla, procurando hacerlo en un tiempo entre 5 a 7 segundos. Inmediatamente después de levantado el cono se mide el revenimiento del concreto colocando el cono con la base hacia arriba apoyando la varilla en este y midiendo con un metro la diferencia de altura. De esta manera se realiza el ensayo midiendo con una aproximación de medio cm.



Figura 57. Apisonado del concreto para el ensayo de asentamiento con el cono



Figura 58. Limpieza del concreto alrededor de la base del cono

En la tabla siguiente se observa el asentamiento obtenido del concreto premezclado de los diferentes elementos estructurales de la obra:

Tabla 3. Asentamientos obtenidos de los elementos estructurales

Elemento estructural	Asentamiento (pulgadas)
Pilotes	7
Cabezales	5
Viga de cimentación	5
Losa de cimentación	5
Muros de contención	6
Pantallas	6
Columnas	6

## 6.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

El concreto tiene como principal propiedad mecánica la resistencia que ofrece a la compresión, por este motivo esta característica debe ser evaluada y garantizada en las estructuras de concreto, cuyos diseños especifican la resistencia que este debe alcanzar para poder resistir los esfuerzos de una edificación o cualquier estructura en concreto que deba soportar cargas. A los elementos estructurales del proyecto se les especifica una resistencia a los 28 días de 21 Mpa y la resistencia de diseño de dosificación del concreto premezclado fue de 29 Mpa.

Para evaluar la calidad del concreto se precisa evaluar la resistencia que este tenga a la compresión, la cual es evaluada con ensayos sobre probetas en concreto elaboradas en la obra, estas muestras deben ser elaboradas y curadas de acuerdo a la norma INV E-402, la cual establece el procedimiento y los requisitos necesarios.

En obra, una tarea de la pasantía fue estar pendiente y en algunos casos elaborar las probetas de concreto. A continuación se describe el procedimiento a seguir para la obtención de estos cilindros:

Se deben tener listas las camisas metálicas (moldes) previamente, las cuales se impregnan de ACPM para evitar la adherencia con el concreto y se tienen listas sobre una superficie rígida y nivelada. La cantidad de cilindros a elaborar era de 2 por mixer, elaborando máximo un total de 6 cilindros. Los moldes tenían un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm, por lo que el apisonado se hace con la misma varilla del ensayo de asentamiento con el cono, utilizando un martillo de caucho, en 3 capas y con 25 golpes por capa según la norma INV E-402. La

muestra se toma cuando se haya descargado aproximadamente la mitad del concreto del mixer y se lleva al sitio donde se elaborarán las probetas. Se apisona cada capa de concreto distribuyendo los 25 golpes de manera uniforme sobre toda la sección transversal (ver figura 59) y en la segunda y tercera capa se debe penetrar una pulgada en la capa anterior aproximadamente, se dan de 10 a 15 golpes ligeros con el martillo de caucho por capa en el exterior del molde (ver figura 60) para cerrar los huecos dejados por la varilla. Finalmente se dejan que fragüen y a las 16 o hasta las 24 horas se les quita el molde, se marcan para referenciarlos y se llevan a sumergirlos en agua con cal hasta el día que se lleven a determinar la resistencia a la compresión, lo cual se hace en un laboratorio de la ciudad contratado por la empresa.



Figura 59. Apisonado del concreto



Figura 60. Golpeado con el martillo de caucho

Estos ensayos se utilizan con el fin de determinar la calidad del concreto premezclado comprado y verificar que se llegue a la resistencia requerida. En la siguiente tabla se muestran los resultados de la resistencia a la compresión de dos cilindros correspondientes a la losa de cimentación de la edificación, evaluados a los 7 días, los cuales están referenciados, se observa la resistencia a los 7 días y la resistencia probable a los 28 días, la cual se verifica con los otros cilindros que se ensayen para esa fecha.

Tabla 4. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Cilindro No	C19	C20
Fecha de toma de muestra	Junio 27 de 2017	Junio 27 de 2017
Tipo de mezclado empleado-proporción	Premezclado	Premezclado
Origen de mezcla	CONCREINSA	CONCREINSA
Slump asentamiento (pulg)	7	7
Peso de muestra (g)	13370	13435
Sitio empleado en la construcción	Losa de cimentación	
Edad de rotura (días)	7	7
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	190,4	212,8
Resistencia probable a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	272,0	304,0
Resistencia probable a los 28 días (Lb/pulg <sup>2</sup> )	3886	4343
Resistencia real (Lb/pulg <sup>2</sup> )	-	-
Resistencia especificada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	3000	3000



## ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la tabla 5 se observan los valores representativos de asentamientos con el cono y resistencias a los 28 días obtenidas de los ensayos de rotura a la compresión de cilindros de concreto de los elementos estructurales del proyecto constructivo.

Tabla 5. Resultados de asentamientos y resistencias a la compresión del concreto

Elemento estructural	Asentamiento (pulgadas)	Resistencia a la compresión a los 28 días (Mpa)
Pilotes	7	29,0
Cabezales	5	28,5
Viga de cimentación	5	28,5
Losa de cimentación	5	28,5
Muros de contención	6	26,0
Pantallas	6	33,0
Columnas	6	30,0

Los resultados obtenidos y mostrados en la tabla anterior permiten observar que todos los valores de resistencia a la compresión del concreto están por encima de la resistencia especificada de 21 Mpa y algunos valores están por debajo de la resistencia de diseño del concreto premezclado de 29 Mpa o están por encima de este valor. Las resistencias para los elementos estructurales son mayores a la especificada por el calculista lo que brinda la tranquilidad de una estructura segura. Los valores que están por debajo o por encima de la resistencia de dosificación del concreto premezclado demuestran que las resistencias para una mezcla pueden alejarse de ese valor, esto puede ser debido a variaciones en la dosificación, compactación, materiales, mezclado, transporte y colocación del concreto. Para muros de contención se observa una resistencia a la compresión menor a la resistencia de dosificación pero mayor a la del calculista, garantizando que no se disminuya el factor de seguridad de la estructura que es lo más importante. La NSR10 permite incluso que un porcentaje de valores de resistencias a la compresión puedan estar por debajo de la resistencia especificada con el fin de no encarecer demasiado el concreto.

En cuanto a los asentamientos obtenidos en obra, los cuales coincidieron con los asentamientos de dosificación del concreto premezclado, se observa que no han tenido una influencia en los resultados de resistencias, pues en la tabla 5 se

observan valores homogéneos en las resistencias con el mismo asentamiento. Los asentamientos pueden estar relacionados con los resultados de resistencias debido a que asentamientos altos pueden llegar a estar asociados a relaciones agua/cemento altas disminuyendo la resistencia del concreto. Si los asentamientos están con las relaciones agua/cemento adecuadas, estos serán obtenidos mediante la dosificación de aditivos plastificantes, en cuyo caso la resistencia no se verá afectada.

## CONCLUSIONES

La pasantía fue una experiencia enriquecedora, ya que permitió afianzar conceptos adquiridos en la carrera universitaria y aprender mucho más del ámbito de la construcción. Se puede concluir que se aprende mucho con la experiencia que brinda cada día estando en una obra civil, observando su ejecución, observando los problemas que se presentan y sus soluciones y relacionándose con las personas que trabajan en este ámbito, los cuales tienen muchos conocimientos para enseñar.

En la práctica realizada se apoyó al ingeniero residente de obra en la supervisión técnica de los procesos constructivos y de control de calidad de los materiales correspondientes a la ejecución de la obra del edificio Murano participando de manera activa en cada proceso en donde se tuvo muy presente los planos del proyecto los cuales dieron las especificaciones técnicas necesarias a seguir y de las cuales se observó que las cosas estuvieran bien hechas.

Se analizó los aspectos administrativos que rigen el proyecto, buscando conocer el funcionamiento de este en cuanto a las personas que están a cargo de la ejecución de las actividades constructivas y la forma como son retribuidas por prestar sus servicios al desarrollo del proyecto.

Se obtuvo experiencia en construcción que permite revisar algunos aspectos al momento de diseñar ya que brinda conocimientos de los elementos que componen una edificación, su distribución, sus necesidades y los problemas usuales que pueden presentarse.

Los resultados de resistencias y asentamientos del concreto fueron satisfactorios, garantizando la manejabilidad del concreto en obra y garantizando el factor de seguridad de la estructura.

El concreto Tremie en obra permite trabajar con elementos estructurales bajo la acción del nivel freático como es el caso de los pilotes, se evita la segregación del concreto y por su alta fluidez no requiere de vibración.

El uso de aditivos ha sido un avance en la industria de la construcción que facilita algunos procesos y actividades de obra. Con el uso de aditivos se modifican las propiedades físicas del concreto a conveniencia del constructor, facilitando las

actividades constructivas como por ejemplo el uso de plastificantes con los cuales se le da una mayor manejabilidad al concreto y se garantiza la resistencia de este.

## RECOMENDACIONES

Se debe estar pendiente de los errores que puedan tener los planos ya que con tanta información pueden tener fallas o contradecirse, por lo cual se debe estar verificando que todo corresponda a lo que se viene haciendo, observar patrones que se repiten dentro del diseño estructural y buscar formas de verificar la información.

En cuanto al diseño estructural y todos los demás diseños de una edificación, deben ser acordes a los procesos de construcción. En este proyecto el armado del refuerzo de las vigas de cimentación fue un trabajo muy complicado ya que las dimensiones de las vigas (40 cm de ancho) no permitían que los trabajadores pudieran entrar en las vigas las cuales tenían gran altura (peraltes entre 1 m y 1,40 m) para amarrar el acero longitudinal, que además era mucho.

Seguir las recomendaciones de seguridad industrial y salud ocupacional en obra y procurar que todos las sigan también, ya que los accidentes no se pueden prever a simple vista, pero aunque no parezca pueden ocurrir en cualquier momento y de la forma menos esperada.

## BIBLIOGRAFÍA

LESUR, Luis. Manual del residente de obra: una guía paso a paso. Primera edición, México D.F.: Trillas, 2002. 82 p.

RIVERA LÓPEZ. Gerardo A. Concreto Simple. Universidad del Cauca. 1992.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Bogotá D.C, Colombia.2010.

Euclid group Toxement. GUÍA BÁSICA PARA EL CURADO DEL CONCRETO, Folleto, Bogotá D.C, Colombia, Versión 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVÍAS). Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de compresión y flexión, norma INV E-402. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVÍAS). Asentamiento del concreto (slump), norma INV E-404. 2007.

Argos. CONCRETO PARA SISTEMA TREMIE, Ficha Técnica. Versión 4. Enero 2017.

ZAMBRANO, Karina. El concreto tremie, un sistema de colocación. Blog 360° en concreto (en línea), 30 de agosto de 2017. Disponible en Internet: <http://blog.360gradosenconcreto.com/el-concreto-tremie-un-sistema-de-colocacion/>

**RESOLUCIÓN No. 046 DE 2017**  
**29 DE MARZO**  
8.3.2-90.13

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,

**CONSIDERANDO**


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.

**RESUELVE**

ARTICULO ÚNICO: Autorizar al estudiante **JELMAN ESTEBAN COMETA PIZO**, con código 100412020531 la ejecución y desarrollo del Trabajo de grado, **Práctica Profesional-Pasantía** titulado: "**Auxiliar de Residencia de obra en el proyecto de aparta estudios edificio Murano**, bajo la dirección del Ingeniero(a) Diana Velasco Galvis, 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 veintinueve (29) días del mes de marzo de dos mil diecisiete (2017)



**Ing. ALDEMAR JOSÉ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ**  
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



LA SUSCRITA INGENIERA CIVIL INGRID YULIET OROZCO IDROBO,  
IDENTIFICADA CON CEDULA DE CIUDADANIA No. 34.317.020 DE POPAYÁN,  
DIRECTORA DE PROYECTO CONSTRUCTORA BARREIRO GARCES CON NIT  
900.549.436-1 A PETICIÓN DEL INTERESADO,

**HACE CONSTAR QUE:**

Que El Estudiante de Ingeniería Civil **JELMAN ESTEBAN COMETA PIZO** identificado con cedula de ciudadanía número **1.061.768.197** expedida en el municipio de Popayán – Cauca, cumplió satisfactoriamente su práctica dentro del Proyecto Edificio Murano en los términos y condiciones establecidos por la universidad del Cauca y la Constructora Barreiro Garcés, con una intensidad horaria de 633 horas, destacándose por su honestidad y cumplimiento de su labor.

Para constancia se firma en la ciudad de Popayán, a los tres (03) días del mes de Agosto del dos mil diecisiete (2017).

  
**INGRID YULIET OROZCO IDROBO**  
Directora de Proyecto.

Construyendo  
**Calidad**

Anexo B. Copia de certificación de horas laboradas durante la pasantía, expedida por la Constructora Barreiro Garcés Ingenieros Arquitectos S.A.S

Tel. (092) 833 22 99  
Popayán - Colombia  
[www.barreirogarces.com](http://www.barreirogarces.com)