

**PARTICIPACIÓN COMO INGENIERO AUXILIAR DE RESIDENTE EN LA
CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO VERONA**

**INFORME FINAL SOBRE EL DESARROLLO, ACOMPAÑAMIENTO Y
SUPERVISION DE OBRA, MODALIDAD PASANTIA PARA OPTAR AL TITULO
PROFESIONAL COMO INGENIERO CIVIL**



**ANDERSON ORDOÑEZ MUÑOZ
04082010**

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

**PARTICIPACIÓN COMO INGENIERO AUXILIAR DE RESIDENTE EN LA
CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO VERONA**



ANDERSON ORDOÑEZ MUÑOZ

Código: 04082010

**Director de pasantía
Ing. HUGO LEON ARENAS LOZANO**

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

2016

Nota de aceptación

FIRMA DEL DIRECTOR DE PASANTÍA

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

DEDICATORIA

A mis padres por ser las personas que me han apoyado en todo momento, por darme la vida y darlo todo para que no me faltase nada, quienes cultivaron en mí valores esenciales para ser mejor persona cada día y me brindan todo el apoyo necesario para cumplir con mis metas, a ellos les dedico este triunfo y todos los que vienen.

A mi hermana Carolina Ordoñez por ser un gran ejemplo en mi vida, por estar siempre conmigo acompañándome en todos los momentos que hemos pasado juntos cuidándome y llenando mi vida de inmensa alegría.

A mi hermano Samuel Ordoñez, por ser quien lleno mi vida de impulso y ganas superarme cada día, pues sus ojos están puestos en mí para dejarle como enseñanza que los sueños hay que cumplirlos con esfuerzo y perseverancia pues no existen los imposibles cuando crees.

A mis familiares Dolores Daza y Hernando Muñoz, infinitas gracias por ser quienes me brindaron su apoyo incondicional y siempre creyeron en mí.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Cauca, por brindarme desde mi primer día de clases los conocimientos que me permitirán ser un profesional de éxito y crecer tanto a nivel profesional como personal.

A mis profesores, porque cada uno de ellos con sus palabras, conocimientos y consejos, guiaban mi formación a la excelencia para ser un profesional integral.

Al Ingeniero Hugo Leon Arenas, por ser uno de los mayores mentores para mi formación profesional y aportarme los mejores conocimientos en el transcurso de esta maravillosa carrera.

A la Ingeniera Elsa Garzón por haberme permitido ser parte de su proyecto en tan prestigiosa empresa.

Al Ingeniero Jeisson Toro, por ser mi tutor en el transcurso de la pasantía brindándome los mejores conocimientos y asesorías para la práctica profesional.

A mis amigos por ser las personas que me han acompañado en los difíciles y gratos momentos.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 OBJETIVO GENERAL	3
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
4. GENERALIDADES DEL PROYECTO	4
4.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	5
4.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	6
4.3 DESCRIPCIÓN DE ACABADOS	9
4.4 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL.....	9
5. DESARROLLO DE LA PASANTIA	10
5.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE	10
5.2 TRABAJO DE CAMPO	10
5.3 SUPERVISIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO	11
5.3.1 Concreto hecho en obra	11
5.3.1.1 Materiales.....	11
5.3.1.1.1 Cemento.....	11
5.3.1.1.1.1 Almacenamiento del cemento	12
5.3.1.1.1.2 Agregados.....	13
5.3.1.1.1.2.1 Agregado fino	13
5.3.1.1.1.2.2 Agregado grueso	17
5.3.1.1.1.3 Agua en la mezcla.....	20
5.3.1.1.1.4 Aditivos.....	21
5.3.1.2 Chequeo del tamaño máximo nominal	25
5.3.1.3 Dosificación de los materiales	26
5.3.2 Chequeo de la manejabilidad	27
5.3.2.1 Ensayo de Asentamiento.....	27
5.3.3 Resistencia a la compresión del concreto.....	29
5.3.3.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión del concreto.....	29

5.3.3.2 Resistencias a la Compresión del concreto de la obra “Edificio Verona”	32
5.4 SEGUIMIENTO A PROCESOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS.....	39
5.4.1 Proceso constructivo de pantallas y columnas en concreto reforzado...	39
5.4.1.1 Colocación del acero de refuerzo	39
5.4.1.2 Encofrado	42
5.4.1.3 Fundición	45
5.4.1.4 Desencofrado y curado.....	49
5.4.2 Proceso constructivo losas aligeradas y vigas aéreas.....	51
5.4.2.1 Encofrado	51
5.4.2.2 Colocación del acero de refuerzo	52
5.4.2.3 Instalación de los elementos aligerantes	55
5.4.2.4 Instalaciones eléctricas.....	56
5.4.2.5 Instalaciones hidráulicas y sanitarias	57
5.4.2.6 Fundición	59
5.4.3 Proceso constructivo de muros en ladrillo farol	63
5.4.3.1 Unidades de mampostería.....	63
5.4.3.2 Mezclas que se requieren.....	64
5.4.3.3 Refuerzo	66
5.4.3.4 Levantamiento del muro	68
6. CONCLUSIONES.....	71
7. RECOMENDACIONES.....	73
8. BIBLIOGRAFÍA.....	74
9. ANEXOS.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de áreas.....	4
Figura 2 . Fachada principal del “edificio verona” y corte transversal.....	5
Figura 3. Corte longitudinal del edificio.....	6
Figura 4. Dstribución de los apartamentos.....	7
Figura 5. Dstribución de los apartamentos.....	8
Figura 6. Dstribución de los apartamentos.....	8
Figura 7. Especificaciones estructurales	9
Figura 8. Estado inicial de la obra.....	10
Figura 9. Cemento San Marcos	12
Figura 10. Almacenamiento del cemento	13
Figura 11. Arena del Zarzal.	14
Figura 12. Clasificación del agregado fino	15
Figura 13. Análisis granulométrico de la arena	16
Figura 14. Curvas granulométricas agregado fino	17
Figura 15. Agregado grueso	18
Figura 16. Análisis granulométrico de la grava.....	19
Figura 17. Curvas granulométricas agregado grueso	20
Figura 18. Agua para el concreto.....	21
Figura 19. Coloración aditivo sikafluid	22
Figura 20. Aditivo sikafluid	22
Figura 21. Aditivo plastocrete DM.....	23
Figura 22. Aditivo antisol blanco	23
Figura 23. Aditivo sika anchorfix	24
Figura 24. Aditivo sikadur 32	25
Figura 25. Chequeo del tamaño máximo nominal	26
Figura 26. Buggis para agregados	26
Figura 27. Cajones para agregados.....	27
Figura 28. Compactación Cono abrams.....	28
Figura 29. Vaciado del concreto CA.....	28

Figura 30. Lectura del asentamiento 1	29
Figura 31. Lectura del asentamiento 2	29
Figura 32. Equipo para toma de muestras del concreto	30
Figura 33. Toma de cilindros de concreto 1	31
Figura 34. Toma de cilindros de concreto 2.....	32
Figura 35. Pantalla de sótano estado inicial	39
Figura 36. Pantalla de sótano.....	39
Figura 37. Pantalla de entrepiso	40
Figura 38. Despiece pantalla P11	40
Figura 39. Despiece pantalla P12.....	40
Figura 40. Despiece longitudinal pantalla P12	41
Figura 41. Sección de columnas.....	41
Figura 42. Acero transversal estribos	42
Figura 43. Acero longitudinal en columnas	42
Figura 44. Hilos de ejes de columna.....	43
Figura 45. Replanteo ejes de columna	43
Figura 46. Cimbras para formaletas.....	43
Figura 47. Colocación de formaletas.....	43
Figura 48. Encofrado de columnas.....	44
Figura 49. Engrase de formaletas	44
Figura 50. Chequeo de plomos inferior.....	45
Figura 51. Chequeo de plomos superior	45
Figura 52. Controlador de agua en la bomba	46
Figura 53. Mezcladora de concreto.....	46
Figura 54. Cucharón de descargue	46
Figura 55. Bomba SCHWING SP 500	47
Figura 56. Tubería para concreto	48
Figura 57. Vaciado del concreto	48
Figura 58. Vibrado del concreto en columnas	49
Figura 59. Desencofrado en pantalla	50
Figura 60. Fumigadora de antisol	50
Figura 61. Yumbolon para corbatas	50

Figura 62. Entablarado para losa.....	51
Figura 63. Nivel manguera para gatos.....	51
Figura 64. Colocación del refuerzo en vigas.....	52
Figura 65. Sección de vigas principales	53
Figura 66. Despiece de vigas longitudinal.....	53
Figura 67. Nervios en las losas	54
Figura 68. Estribos para nervios de losa	54
Figura 69. Detalles de refuerzo en las losas de entrepiso	54
Figura 70. Paneles de concreto en las mallas (MES).	55
Figura 71. Casetones de icopor	55
Figura 72. Colocación de casetones	56
Figura 73. Tubería eléctrica embebida en la losa.	56
Figura 74. Red hidráulica.....	57
Figura 75. Red hidráulica embebida	58
Figura 76. Red hidráulica por cielo.....	58
Figura 77. Buitrón para tuberías	58
Figura 78. Materiales para fundición de losas	59
Figura 79. Manguera final de lanzado.	60
Figura 80. Concreto vaciado de tubería.	60
Figura 81. Adherencia entre concreto fresco y endurecido.....	60
Figura 82. Vibrado en losas.....	61
Figura 83. Vibrado en vigas.....	61
Figura 84. Losa terminada.....	62
Figura 85. Curado de losas con aditivo antisol.....	62
Figura 86. Ladrillo farol.....	63
Figura 87. Almacenamiento del ladrillo.....	63
Figura 88. Mezcla manual de los materiales para mortero.....	65
Figura 89. Refuerzo grafites cada 3 hiladas.	66
Figura 90. Conectores entre muros.....	66
Figura 91. Refuerzo vertical en varilla 3/8" y anclajes.....	67
Figura 92. Planos de mampostería	68
Figura 93. Detalle en la construcción de muro tipo farol.....	68

Figura 94. Escuadras y plomos en la construcción de muros.....	69
Figura 95. Especificaciones para colocación de mortero	70
Figura 96. Fundición de dovelas con grouting.....	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resistencias del concreto en losa segundo piso	33
Tabla 2. Resistencias del concreto complemento en losa tercer piso.	34
Tabla 3. Resistencias del concreto en losa y vigas cuarto piso.....	35
Tabla 4. Resistencias del concreto en pantallas y columnas.....	36
Tabla 5. Resistencias del concreto en columnas.	37



1. INTRODUCCIÓN

En Colombia y particularmente en la ciudad de Popayán se viene dando en los últimos años un auge en la construcción de apartamentos y viviendas, lo cual representa beneficios en términos de reducción del desempleo y crecimiento económico, ocasionando un gran impacto en el desarrollo de la ciudad. Así como cada día más y más personas llegan de otras partes del departamento del Cauca, incluso de regiones vecinas, a la "ciudad blanca" en busca de mejores oportunidades de vida, así mismo tiene que ir avanzando Popayán en el impulso de nuevos proyectos de vivienda de calidad que satisfagan todas las necesidades del usuario; por eso es tan importante que la ciudad siga creciendo de una forma ordenada y respetando el medio ambiente, y que de esta forma, ofrezca un alto nivel de vida a sus habitantes.

La ingeniería civil es una profesión que se caracteriza por tener múltiples campos en donde se aplica el conocimiento de las obras civil, en el presente informe final, modalidad pasantía, se hace énfasis especialmente en el área de la construcción y la geotecnia de los materiales, definiendo cada uno de los procesos constructivos, calidad en los materiales de construcción, supervisión en obra y la realización de la interventoría velando por el cumplimiento de las normas que rigen la ingeniería civil y de esta manera entregar un proyecto integral cumpliendo con los principios de calidad, seguridad y economía necesarios en cualquier tipo de obra civil.



2. JUSTIFICACIÓN

Para un estudiante de ingeniería civil es muy importante afianzar todo lo aprendido a lo largo de los semestres en una práctica profesional con una empresa reconocida, además de poder seguir aprendiendo de muchas situaciones reales que en la vida académica de la universidad no es posible estudiarlas a fondo. Esto aportará indudablemente una experiencia inicial muy valiosa para poderse desempeñar profesionalmente en algún campo específico de la ingeniería civil. La familiarización con todos los procedimientos cotidianos que se ven en una obra es fundamental para la formación completa del estudiante que ya está a punto de acabar la carrera, teniendo en cuenta que este ya ha adquirido en la academia todos los conocimientos teóricos necesarios.

El ejercicio de pasante en la Urbanizadora GRAZÓN & HOLGUÍN permite aplicar el conocimiento adquirido en el pregrado y afianzarlo con la experiencia profesional ya que en obra a diario se presentan retos ingenieriles que deben ser resueltos por el ingeniero residente teniendo en cuenta que el ámbito constructivo es muy amplio y está en constante cambio e innovación. El tiempo en obra fortalece cualidades como puntualidad, responsabilidad, destreza visual, habilidad para el manejo de personal, criterio para la toma de decisiones, contribuyendo en la formación del carácter profesional necesario para el campo laboral.



3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Participar como auxiliar de ingeniería en la construcción del edificio de apartamentos VERONA.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✚ Realizar el control de calidad en los materiales para obtener un concreto que cumpla con los requerimientos.
- ✚ Supervisar el manejo de las cantidades de obra y procedimientos constructivos necesarios para la buena ejecución en la construcción de la edificación.
- ✚ Ejecución de la mampostería en ladrillo farol, supervisando alineamientos, proceso constructivo y especificaciones constructivas.
- ✚ Apoyar el acompañamiento a las labores de seguridad industrial garantizando el cumplimiento de los parámetros impuesto para el buen desarrollo de la obra.
- ✚ Verificar dimensiones y alineamientos de diferentes elementos estructurales.
- ✚ Apoyar al ingeniero residente con la toma de decisiones en la búsqueda de soluciones al momento de presentarse obstáculos en el cumplimiento de los objetivos para la construcción de los elementos estructurales.
- ✚ Revisar con frecuencia el avance de la obra, así como también realizar el análisis correspondiente de la información recogida.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

4.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El PROYECTO EDIFICIO VERONA, ubicado en el sector norte de la ciudad de Popayán, Carrera 10 No. 18N-60 sector Catay, un lugar de inmejorable ubicación. Consta de una torre de 7 pisos, 6 de apartamentos, y el último piso (planta 7) está la zona húmeda, que contará con sede social, jacuzzi, sauna – turco, gimnasio.

El Edificio VERONA tendrá además ascensor de última tecnología, escalera de emergencia, aparte de la escalera habitual, aspersores contra incendios en sótano y corredor de primer piso, planta eléctrica para las zonas comunes, control con video portero, conserjería privada, lobby con dos salas de espera, parque interior con juegos infantiles y parqueaderos en sótanos.

En total son 4897.85 m² construidos de los cuales 3633.99 m² corresponden al total de áreas privadas y los restantes 1263.86 m² a las zonas comunes (pasillos, salas de espera, zona de juegos, parque interior, zona verde entre salas de espera, salón social, zona húmeda).

4.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El diseño arquitectónico fue realizado por la empresa INNOVO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN los cuales tuvieron en cuenta todas las normas que rigen la arquitectura en nuestro país, los avances e innovaciones en distribución de áreas, para brindar calidad, funcionalidad y estética que amerita el EDIFICIO VERONA, acoplándose a el área dispuesta del lote construable.

CUADRO DE AREAS		
detalle	area	M2
Area lote	929,00	m2
Sotano	818,56	m2
Primer piso	688,74	m2
Segundo piso	675,59	m2
Tercer piso	655,49	m2
Cuarto piso	658,34	m2
Quinto piso	658,34	m2
Sexto piso	656,64	m2
Septimo piso	86,15	m2
Area construida	5.826,85	m2
Indice de construcciom	627%	
Indice de ocupacion	74%	

Figura 1. Distribución de áreas

FACHADA Y CORTE ARQUITECTÓNICO



Figura 2. Fachada principal del “Edificio Verona” y corte transversal

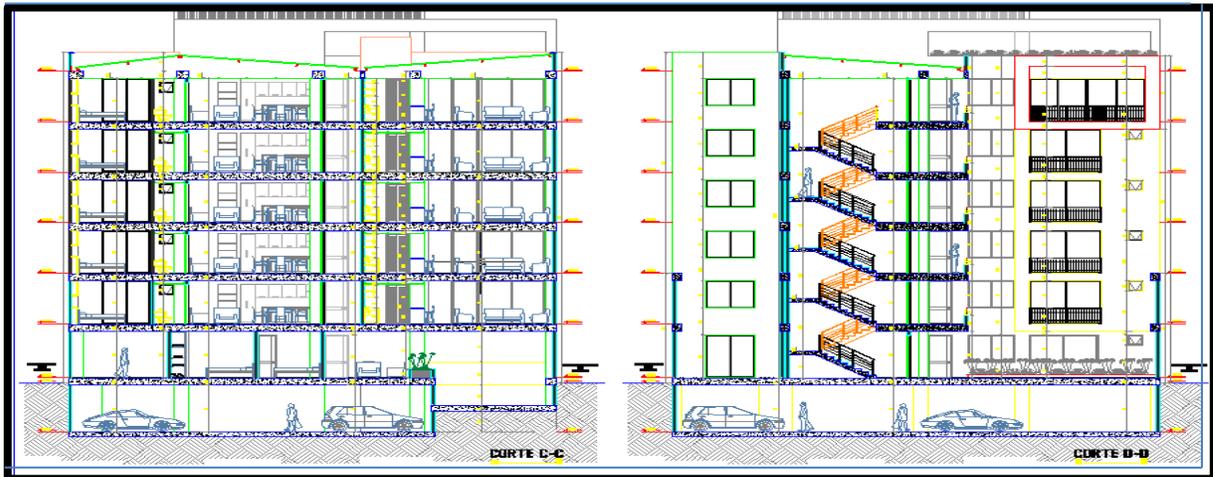


Figura 3. Corte longitudinal del edificio

DISTRIBUCIÓN:

Para primer nivel: El edificio cuenta con oficina, recepción, patio de juegos, sala de espera y 2 apartamentos tanto tipo 2 y 3.

Para pisos nivel 2, 3, 4, 5, 6: El edificio cuenta con 5 tipos de apartamentos en cada uno de estos niveles, distribuidos de la siguiente manera.

Apartamento tipo 1 de Tres habitaciones, la principal con vestier y baño privado, la habitación 2 con vestier y baño privado, la habitación 3 con baño privado; Sala – comedor, sala de televisión o sala auxiliar, baño social, estudio, cocina integral flotante con barra de comidas, estilo americano, alacena, patio de ropas, alcoba del servicio con baño privado, cuenta además con balcón en la alcoba principal, balcón doble en la zona social.

Apartamento tipo 2 de Tres habitaciones, la principal con vestier y baño privado, las habitaciones 2 y 3 con baño privado cada una; Sala – comedor, sala de televisión con estudio, baño social, cocina integral con barra de comidas, estilo americano, patio de ropas, alcoba del servicio con baño privado.

Apartamento tipo 3, de Tres habitaciones, la principal con vestier y baño privado, baño social o baño de habitaciones completo, sala – comedor, sala de televisión con estudio, cocina integral con barra de comidas, estilo americano, patio de ropas.

Aparta estudio tipo 4. Habitación, con estudio, vestier y baño privado, sala, cocina integral con barra de comidas, estilo americano, patio de ropas.

Apartamento tipo 5 de Dos habitaciones la principal con baño privado, baño social completo, sala - comedor, cocina integral con barra de comidas, estilo americano, patio de ropa.

Para piso nivel séptimo: El edificio cuenta en este nivel con la zona húmeda y social, cuenta con gimnasio, turco, sauna y jacuzzi.

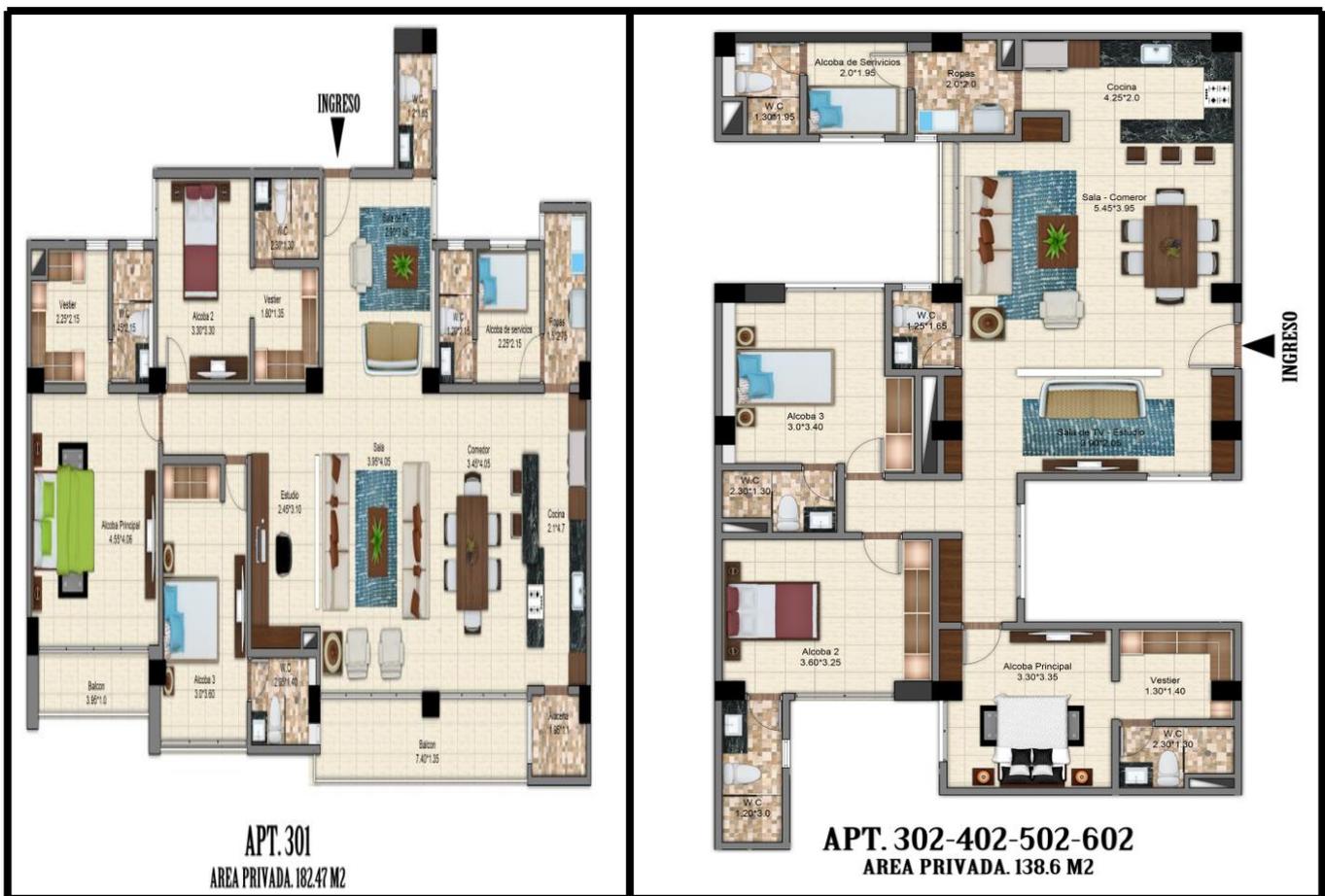


Figura 4. Distribución de los apartamentos

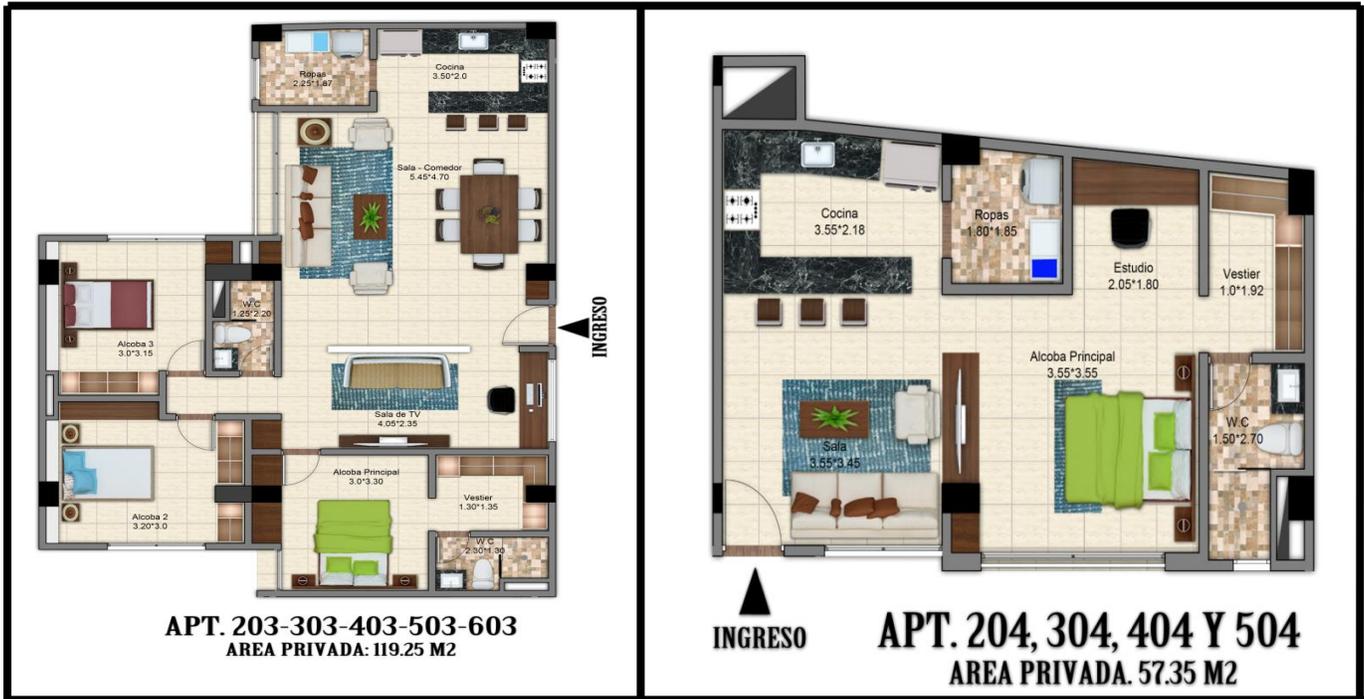


Figura 5. Distribución de los apartamentos



Figura 6. Distribución de los apartamentos

4.3 DESCRIPCIÓN ACABADOS

Los apartamentos se entregan con la carpintería totalmente instalada, es decir, clósets, vistieres estanterías y/o gabinetes de cocina altos y bajos, puertas en madera entamborada, entrepaños de biblioteca o estanterías, mesón de cocina en granito Natural o quarz, estufa con gas natural con cubierta en vidrio, horno con gas natural, campana extractora, barra o comedor auxiliar en madera RH o quarz.

RECUBRIMIENTOS: las paredes se construirán en ladrillo farol el cual se repellara en las zonas húmedas y en fachadas con mortero tradicional y en las demás partes se usara relleno acrílico, el cual deberá ser estucado y pintado con pintura vinílica tipo 2.

ENCHAPES: pisos en porcelanato o cerámica rectificada, pisos de las habitaciones en madera laminada, grifería cromada, divisiones de baño en vidrio templado. Paredes en cerámica y los baños hasta media altura exceptuando la ducha.

4.4 DESCRIPCION ESTRUCTURAL

El edificio Verona cumplirá con la norma NSR 10, la cual rige las especificaciones constructivas en la actualidad. Constará de un sistema aporticado en concreto de 24.5 MPa, acero de 420 Mpa, su cimentación será en losa maciza de 0,35m reforzada con 50 pilotes de 20 m de profundidad cada uno, además constará de un sótano para parqueos en pantallas de concreto, la mayoría de sus columnas serán de sección de 0.4m por 0.6m y la sección de la mayoría de sus vigas de 0.40m por 0.45m. La estructura aporticada cumple con las siguientes especificaciones y normas de diseño:

ESTRUCTURA APORTICADA	
NORMA	NSR 10
ZONA DE AMENAZA SISMICA	ALTA
REGION PARA A _a y A _v	5 y 4
SISTEMA ESTRUCTURAL	PORTICOS CCTO.
METODO DE ANALISIS	A.D.E.
MATERIAL	CONCRETO
CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA	D.E.S
GRUPO DE USO	I
CONCRETO F'c	24.5MPA
COEFICIENTE DE ACELERACION A _a	0.25
COEFICIENTE DE ACELERACION A _v	0.20
COEFICIENTE DE F _a y F _v	1.3 y 2.0
C. DE DISIPACION DE ENERGIA BASICO R ₀	7.0
IRREGULARIDADES EN PLANTA	1.00
IRREGULARIDADES EN ALTURA	0.90
REDUCCION POR AUSENCIA DE REDUNDANCIA	0.75
C. DE DISIPACION DE ENERGIA EFECTIVO R	4.725
EN VIGAS LOS GANCHOS DE LOS ESTRIBOS DEBEN UBICARSE EN LA PARTE SUPERIOR	
JUNTAS ENTRE CONSTRUCCIONES:	
SEPARACIÓN MINIMA CON EDIFICACIÓN EXISTENTE 0.19m	

Figura 7. Especificaciones estructurales

5. DESARROLLO DE LA PASANTIA

5.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE

Como pasante las actividades iniciales realizadas fueron las siguientes:

- Reconocimiento de lugar.
- Interpretación de planos y diseños.
- Conocimiento del personal.

5.2 TRABAJO DE CAMPO

La primera actividad que se desarrolló fue el reconocimiento de la obra, encontrando que la construcción ya tiene un avance de 6 meses, la cual lleva un desarrollo del 20% que corresponde a la excavación para la cimentación y construcción del sótano, la fundición y elaboración de la losa de cimentación, pantallas, columnas, losa de primer y segundo piso, como también la elaboración de la rampa de acceso.

En la *Figura 8* se muestra el estado inicial de la obra.



Figura 8. Estado inicial de la obra

5.3 SUPERVISIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO

5.3.1 Concreto hecho en obra

El concreto hecho en obra permite realizar de manera directa la supervisión en cuanto a cantidad y calidad en los materiales, este proceso permitió garantizar que el concreto cumpla con la resistencia requerida de diseño el cual satisface las necesidades tanto técnicas como económicas de la obra.

Para obtener una mezcla de concreto satisfactoria es necesario tener en cuenta:

- Calidad de los materiales
- Optimo diseño, cumplimiento y manejo de la mezcla.
- Optimización de los procesos constructivos.
- Equipo técnico y humano adecuado.

Cabe resaltar que el nombre técnico es llamado concreto reforzado, es decir, que el concreto no actúa solo para resistir las cargas, sino que se combina con el acero para soportar también los esfuerzos de tensión, dicho concreto se obtiene a través de mezcla mecánica realizada en la obra, sumado la colocación del acero y de acuerdo a los requerimientos establecidos en el diseño se conforma el concreto reforzado.

El concreto que se elaboró en obra para cada uno de los elementos estructurales, cumpliendo una resistencia de diseño $F'c = 24.5$ Mpa (3500PSI) y acero de refuerzo con $Fy = 420$ Mpa.

5.3.1.1 Materiales

Para la elaboración del concreto se utilizaron los siguientes componentes y se produjo mediante mezcla mecánica:

5.3.1.1.1 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 SAN MARCOS tipo 3 en la mayoría

de elementos estructurales, aunque en otros casos se trabajó con cemento ARGOS tipo 1.

El cemento SAN MARCOS tipo 3 (Cemento Gris Tipo ART) viene en presentación de sacos por 42.5Kg y a Granel. El Cemento Hidráulico Tipo ART desarrolla Altas Resistencias a Temprana edad, es apto para la elaboración de concretos de uso estructural y alto desempeño, ideal para ser usado en la producción de concretos industrializados, formaletas deslizantes, sistemas prefabricados de gran formato, placas, losas, muros, etc.



Figura 9. Cemento San Marcos

5.3.1.1.1. Almacenamiento del cemento

El cemento utilizado en obra se almacenó en un sitio estratégico de fácil acceso, apartado de cualquier tipo de elemento que impida la libre circulación del aire o que pueda generar algún tipo de humedad, para que en ese orden de ideas se cuide que el cemento no fragüe antes de tiempo y de esta manera afecte su resistencia. Los sacos de cemento son protegidos con plásticos o elementos impermeables cuando se producen precipitaciones.

Una buena supervisión de este material permite que al momento de realizar la mezcla de concreto sea de óptimas condiciones dándole un uso continuo a este material sin tenerlo mucho tiempo almacenado y de esa manera no se no se presenten imprevistos.



Figura 10. Almacenamiento del cemento

5.3.1.1.2. Agregados

Estos materiales de construcción también llamados agregados, deben cumplir con los requerimientos necesarios para lograr la resistencia requerida en el concreto, tal como la trabazón que debe generar el triturado entre sus partículas y la pureza del agregado fino que no contenga sustancias o elementos nocivos que eventualmente pueden generar inconvenientes afectando la estructura interna del concreto, su durabilidad y resistencia.

5.3.1.1.2.1. Agregado fino

En obra se trabajó con arena de río lavada, 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. Su procedencia para la mayoría de fundiciones fue arena del Zarzal (el tambo).



Figura 11. Arena del Zarzal

Especificaciones y normas para el agregado fino

Estos agregados para el concreto hidráulico deben cumplir con la norma NTC 174 y con el artículo 630 del 2007 de INVIAS. Normas que hacen referencia al análisis granulométrico, propiedades físicas y químicas que deben cumplir los agregados.

Un primer análisis de nuestro material determina que su módulo de finura es de 2.0, en la *Figura 12* se puede clasificar como un agregado FINO y es aceptable para la dosificación del concreto que se preparó en obra.

MODULO DE FINURA	AGREGADO FINO
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino
2,00 – 2,30	Fino
2,30 – 2,60	Ligeramente fino
2,60 – 2,90	Mediano
2,90 – 3,20	Ligeramente grueso
3,20 – 3,50	Grueso
Mayor que 3,50	Muy grueso o extra grueso

Figura 12. Clasificación del agregado fino

La *Figura 13*, corresponde a la granulometría del material fino, su porcentaje retenido, porcentaje pasa en cada uno de los tamices y los intervalos correspondientes a las especificaciones del artículo 630 de 2007 del INVIAS.

Con estos resultados se concluye que el agregado corresponde a una arena SM, porque más del 50% de fracción gruesa pasa el tamiz n°4 y más del 50% retenido en el tamiz n°200 (0.075 mm) y su caracterización M (limosa) corresponde a que es una arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200; Este valor obtenido es aceptable ya que los resultados en la resistencia no se vieron comprometidos por esta clasificación y brindó un concreto con buena resistencia, pero se recomendó utilizar una arena más limpia ya que de esta manera se puede mejorar los resultados.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS						FGL-05		
I.N.V. E - 213 y 214 - 07						Versión 01		
						MAYO de 2016		
						Página 1 de 1		
CLIENTE:	URBANIZADORA GARZON Y HOLGUIN			ORDEN SERVICIO No.:	921			
OBRA:	EDIFICIO VERONA							
LOCALIZACIÓN OBRA:	CARRERA 10 N 18N-60 SECTOR CATAY							
CONTRATISTA:	URBANIZADORA GARZON Y HOLGUIN							
INTERVENTORIA:	N.S.							
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	ARENA PARA CONCRETO HIDRAULICO			FUENTE:	ARENA DEL ZARZAL - EL TAMBO			
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA:	N.S.							
FECHA DE RECIBO:	19-mayo-2016			FECHA DE ENSAYO:	20-mayo-2016			
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA TOTAL	ESPECIFICACIÓN		PESOS MUESTRA (g)	
					ART 500 y 630 INV - 07			
Pulg.	mm				LÍM. INFERIOR	LÍM. SUPERIOR		
							PESO SECO ANTES DE LAVADO:	736,5
							PESO SECO DESPUES DE LAVADO:	656,3
							PASA No. 200 POR LAVADO:	80,2
PORCENTAJES EN MUESTRA								
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		% PASA No. 200	12,5
1/2"	12,7	6,6	0,9	0,9	99,1		% RETENIDO No. 200	87,5
3/8"	9,53	10,0	1,4	2,3	97,7	100,0	% DE GRAVA	4,4
No. 4	4,75	12,0	1,6	3,9	96,1	95,0	% DE ARENA	95,6
No. 8	2,36	17,5	2,4	6,3	93,7	80,0	MÓDULO DE FINURA:	2,00
No. 16	1,18	71,8	9,7	16,0	84,0	50,0	TAMAÑO MÁXIMO:	3/4"
No. 30	0,60	87,0	11,8	27,8	72,2	25,0	CLASIFICACION	
No. 50	0,3	152,2	20,7	48,5	51,5	10,0		
No. 100	0,15	192,7	26,2	74,7	25,3	2,0		
No. 200	0,075	94,6	12,8	87,5	12,5		USCS	SM
Pasa No. 200 por tamizado	11,9	1,6						

Figura 13. Análisis granulométrico de la arena

La *Figura 14*, muestra tres curvas granulométricas, las rojas corresponden a las especificaciones contenidas en la norma y la negra al material usado en obra, de esto se concluyó que el agregado tiene un comportamiento cercano a las especificaciones considerándose un material bastante fino pero aceptable, pues es una arena bien gradada con una buena apariencia y buen aporte a la resistencia del concreto, además fue óptima para trabajar en obra ya que el concreto es hidráulico y colocado en cada elemento estructural por bombeo, lo cual permite un buen manejo para la dosificación.

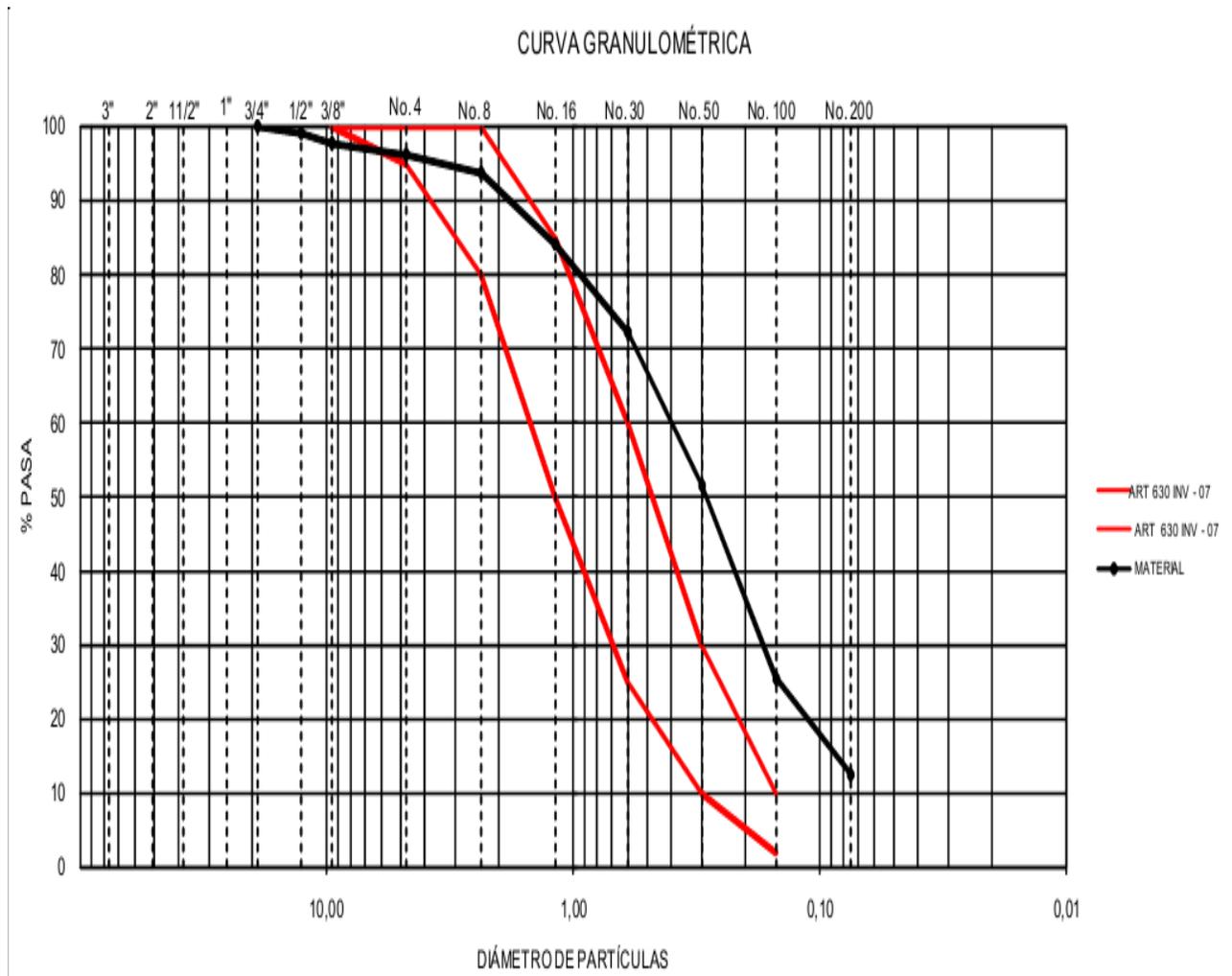


Figura 14. Curvas granulométricas agregado fino

5.3.1.1.2.1 Agregado grueso

Agregado grueso de 3/4" (19,050 mm): 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 agregado que se utilizó es producto del triturando de roca de cantera; Ya que Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario en la mezcla pues representan el 80-90% del peso total del concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo.

Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones. El agregado debe cumplir con la norma NTC 174.

El triturado usado en obra es suministrado por Agregados & Mezclas Cachibi S.A. y como tamaño máximo 3/4".



Figura 15. Agregado grueso

Especificaciones y normas para el agregado grueso

Estos agregados para el concreto hidráulico deben cumplir con la norma NTC 174 y con el artículo 630 de 2007 de INVIAS. Normas que hacen referencia al análisis granulométrico, propiedades físicas y químicas que deben cumplir los agregados.

Como se puede observar en la *figura 16*, el Triturado de chachibi se ajustó a la gradación establecida en la norma cumpliendo con la especificación, se logró concluir que la granulometría del triturado es aceptable pues solo tiene el 1% de tamiz pasa No 200 y se determinó que el triturado está libre de finos y se considera como un material limpio y libre de polvo.

Grava tipo GW pues más del 50% de la fracción gruesa es retenida en el tamiz n°4 y grava limpia pues menos del 5% del material pasa el tamiz n° 200.

 Calle 49N 3GN-04 Tel: 6662255		INFORME DE TAMIZADO DE AGREGADOS NTC 77/2007, PASA T. N°200 NTC 78/1995 Y MATERIA ORGANICA NTC 127/2000				
Localización: ACOPIO PLANTA Cantera: CACHIBI Descripción: GRAVA 3/4				CR: 03342 N° de muestra: 15865 Fecha de toma: 2016-06-04 Fecha de recibo: 2016-06-04 Fecha de ensayo: 2016-06-17		
Nota: Los resultados corresponden exclusivamente a la muestra ensayada.						
P1 (g)	2287.9	P2 (g)	2271.7	PASA N° 200	1.0%	
Tamices (Pulgadas)	Tamices (mm)	Retenido (g)	% Peso (Retenido)	% Peso (Pasa)	MODULO DE FINURA	
3/4"	19.05	954.2	19.0	81.0	NA	
1/2"	12.7	1816.1	36.1	44.9		
3/8"	9.52	735.2	14.6	30.3		
N° 4	4.76	1384.0	27.5	2.8		
N° 8	2.36	46.4	0.9	1.8		
N° 200		43.7	0.9	1.0		
Pasan						

Figura 16. Análisis granulométrico de la grava

En la *figura 17* se puede apreciar el comportamiento de nuestro material, sujetandose a los valores de la norma y haciendo de este un buen material para concreto.

PORCENTAJES QUE PASAN - NORMA: NTC 174 12.5 a 4.75

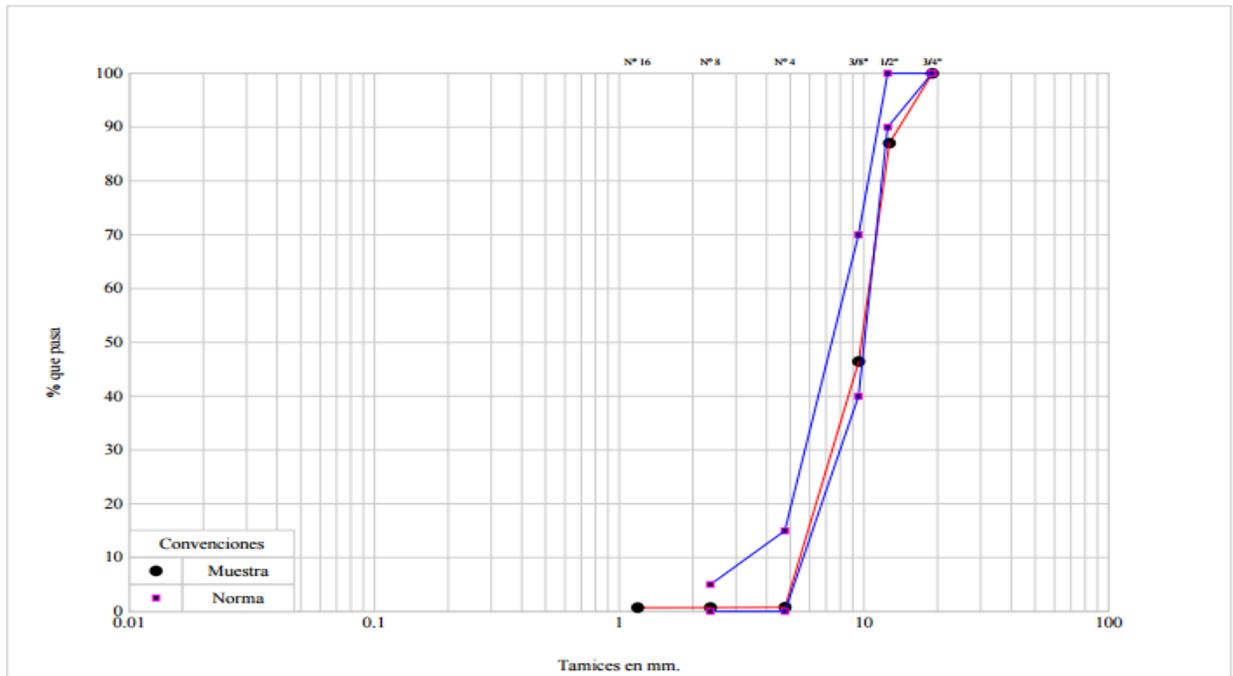


Figura 17. Curvas granulométricas agregado grueso

5.3.1.1.3 Agua en la mezcla

El agua se caracteriza por ser uno de los componentes más importantes en la dosificación del concreto, pues es la encargada de aportarle el grado de manejabilidad necesario a la mezcla, además de esto es quien le da la hidratación al cemento para que alcance a desarrollar toda su resistencia. Una vez endurecido el concreto el agua aporta al proceso de curado, lo que desarrolla en el concreto una resistencia adicional. Se recomendó que el agua cumpliera con los requerimientos que se encuentran en la norma NSR-10 (C.3.4), y en ese orden de ideas en la obra se utilizó agua del acueducto de Popayán.



Figura 18. Agua para el concreto

5.3.1.1.4 Aditivos

El uso de aditivos en las diferentes mezclas se ha convertido en una de las soluciones más prácticas, económicas y viables para el área de la construcción, ya que su misión no consiste en mejorar el cemento, sino realizar la transformación o modificación de determinadas características del producto terminado, bien sea un hormigón, morteros o lechada para inyecciones.

El aditivo permite realizar con eficiencia muchas actividades de fundición, ya que este actúa sobre cada uno de los compuestos como el cemento, los agregados y el agua; A su vez hay que tener en cuenta que el uso de éste afecta la dosificación de los componentes, de esta manera se debe supervisar que se cumpla con las especificaciones requeridas para el concreto al hacer uso de aditivos, como lo son: la relación agua/cemento fija, adecuada manejabilidad, resistencias a temprana edad, resistencias finales, resistencia a la abrasión, tiempos de fraguado, cantidad de aire incorporado, impedir la corrosión del refuerzo, garantizar la mayor adherencia entre el concreto y el refuerzo además de una eficaz unión entre el concreto fresco y endurecido. En la obra “EDIFICIO VERONA” se utilizaron diferentes tipos de aditivos en la preparación y el manejo para los diferentes procesos constructivos.

SIKAFLUID: *Es un aditivo líquido para concreto, color café, que permite la obtención de mezclas fluidas sin el empleo de agua en exceso, además mejora las resistencias a todas las edades y disminuye la permeabilidad.*

El sikafluid se usó en la preparación del concreto en obra y nos brinda diferentes funcionalidades; la primera de estas es como plastificante, ya que se necesita de una mezcla fluida pues el tipo de colocación del concreto es mediante el bombeado; La segunda es como reductor de agua, pues al adicionarlo a la mezcla reduce la cantidad de agua sin variar el asentamiento e incrementado a su vez la resistencia del concreto, y como ultima funcionalidad es como mejorador de acabados, ya que se logra darle un mejor terminado a los elementos estructurales y de esta manera se logró obtener una mezcla que cumple con los requerimientos dados por la normatividad y mayor economía.



Figura19. Coloración aditivo sikafluid



Figura 20. Aditivo sikafluid

PLASTOCRETE DM: *Es un aditivo reductor de agua color café oscuro con acción impermeabilizante, este tipo de aditivos tiene varios usos, como lo son en tanques de almacenamiento, depósitos, muros enterrados, cimentaciones, plantas de tratamiento y muros para sótanos, facilita la colocación y el vibrado del concreto por su acción plastificante para reducir hasta el 8% de amasado de acuerdo con el asentamiento requerido.*

En la obra se trabajó con este aditivo en la preparación del concreto para la fundición de las pantallas de sótano, pues su acción impermeabilizante es de suprema importancia para este tipo de elementos estructurales.



Figura 21. Aditivo plastocrete DM

ANTISOL BLANCO: *Es una emulsión acuosa de parafina que forma al aplicarse sobre el concreto o mortero fresco, una película impermeable que evita la pérdida prematura de humedad, para garantizar un completo curado del materia.*

El uso que se le otorgó al antisol en la obra, particularmente fue en las losas de concreto reforzado ya que son elementos que después de fundidos quedan totalmente expuestos a la intemperie, soportando cambios bruscos de temperatura, viento y sol, también en los elementos estructurales como vigas, columnas y pantallas con el fin del normal desarrollo de la resistencia gracias al buen curado que aportó éste material.



Figura 22. Aditivo antisol blanco

SIKA ANCHORFIX: *Para efectuar pegas entre los más diversos materiales de construcción como: concreto, asbesto-cemento, ladrillo, gres, cerámica, acero, aluminio, madera, vidrio, etc. Para hacer anclajes de barras de acero, pernos, tornillos y fijaciones especiales no estructurales.*

Su utilización fue dada en los anclajes de las barras de 3/8" en los muros de mampostería no estructural, ya que estos elementos llevan celdas o dovelas ancladas con acero de refuerzo.



Figura 23. Aditivo sika anchorfix

SIKADUR® -32: *Es un adhesivo epóxico de dos componentes, libre de solventes. Garantiza una pega perfecta entre concreto fresco y endurecido.*

Eficaz en la fundición de las losas de entre piso, aportando la correcta adherencia entre el concreto ya fundido y el siguiente tramo de losa que se procedió a fundir.



Figura 24. Aditivo sikadur 32

5.3.1.2 chequeo del tamaño máximo nominal

El Tamaño Máximo Nominal del agregado no debe ser mayor que:

- a. 1/5 de la dimensión menor entre los lados de las formaletas,
- b. 1/3 del espesor de las losas,
- c. 3/4 del espaciamiento libre mínimo entre las barras o alambres individuales del refuerzo, paquetes de barras o los tendones o ductos de pre esforzado.

Ya que el tamaño máximo nominal TMN es 3/4" (tamaño máximo 1"), es decir 1.905 cm. Al realizar los chequeos se obtuvo:

$$\left. \begin{array}{l} \text{a. } \frac{1}{5} * 40 \text{ cm} = 8 \text{ cm} \\ \text{b. } \frac{1}{3} * 6 \text{ cm} = 2 \text{ cm} \\ \text{c. } \frac{3}{4} * 8 \text{ cm} = 6 \text{ cm} \end{array} \right\} > 1.905 \text{ cm OK!}$$

Figura 25. Chequeo del tamaño máximo nominal

Basados en los anteriores cálculos el Tamaño Máximo Nominal del agregado es menor que las tres condiciones anteriores ($TMN = 3/4" = 1.9 \text{ cm} < 8 \text{ cm} < 2 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$), con estas condiciones se busca que el concreto logre una buena adherencia con el acero, donde no se presentes obstrucciones al momento del vaciado sin generar hormigueros, vacíos o segregación de la mezcla.



5.3.1.3 Dosificación de los materiales.

En la búsqueda de cumplir con las especificaciones, se trabaja un concreto con resistencia $f'c = 24.5\text{Mpa}$ (3500psi), en este orden de ideas es de gran importancia la supervisión de las cantidades de material que requiere la mezcla de concreto; de esta manera se calcularon las siguientes proporciones:

Para la medida estándar en la cual se usan cajones de $0.34 \times 0.34 \times 0.34$ (m) se trabaja 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 (28 días) entre $210\text{-}250 \text{ kg/cm}^2$ o 3000-3600 PSI, con el cual se trabajó; Como en obra se dispone de una bomba de concreto (*schwing sp 500*) la cual facilita la llegada del concreto a los diferentes elementos que componen la estructura, se determina las cantidades de la proporción de los materiales en "BUGGUIS", siendo así se calcula que por 1buggui (1B) de agregado es equivalente a 1.75 cajones (1.75C) para ello se tiene la nueva proporción expresada en "B" de material de la siguiente manera:

- ✚ Para losas de entrepiso y vigas embebidas la proporción es, 3: 4: 3.5 para una aproximación de 65litros de agua con el uso de aditivo SIKAFUID con una cantidad de 750 cm^3
- ✚ Para columnas la proporción es, 3:3.5: 3 para una aproximación de 65 litros de agua con el uso de aditivo SIKAFUID con una cantidad de 750 cm^3
- ✚ Para pantallas de sótano la proporción es, 2: 3: 3 para una aproximación de 40 litros de agua con el uso de aditivo (plastocrete DM) con una cantidad de 500 cm^3

Para cada proporción se dispuso del concepto técnico del ingeniero estructural quien determinó que el concreto funcione óptimamente y garantizar que cumpla con la resistencia requerida y el estudio en el laboratorio de materiales, de igual manera se rectifica con los ensayos que se realizaron en el laboratorio tomando las muestras de los cilindros de concreto y la prueba de asentamiento exigidos por la norma INV.E 410 – 07 y NTC 673.

**Figura 26. Buggis para agregados****Figura 27. Cajones para agregados**

5.3.2. Chequeo de la manejabilidad.

En un buen porcentaje, la resistencia de un concreto es función del grado de compactación, por lo tanto es necesario que toda mezcla de concreto posea una consistencia o trabajabilidad que permita su transporte, colocación, compactación y terminado con el menor esfuerzo posible y sin propiciar la segregación de los componentes que contiene.

La prueba más usada para la medición de manejabilidad es el ensayo de asentamiento con *el cono de Abrams* (CA), se emplea como un ensayo de control, y entrega una indicación sobre la uniformidad del concreto entre cada tanda de mezcla, además se controla la cantidad de agua adicionada.

5.3.2.1. Ensayo de Asentamiento

Dentro de las propiedades más importantes en el concreto se encuentra la manejabilidad, pues esta determina la capacidad de colocación y consolidación apropiada en el momento de fundir diferentes tipos de elementos, de esta manera la manejabilidad puede ser medida de diferentes formas, en obra la manera más práctica y basados en la norma técnica Colombia NTC 396 y la INV E-404 estipula el ensayo de asentamiento del cono como uno de los métodos más utilizados para determinar esta característica en el concreto.

Para realizar esta prueba se utiliza un molde de sección troncocónica y una varilla compactadora lisa de punta redondeada.

Procedimiento del ensayo en obra

Se tomó una muestra representativa de las características y propiedades de la mezcla de concreto que se está produciendo. Esta mezcla es vaciada al molde en tres capas cada una de ellas es compactada utilizando la varilla lisa.

El Molde de metal con forma de cono truncado, con un diámetro en la base de 20 cm (8 pulgadas) y un diámetro en la parte superior de 10 cm (4 pulgadas), con una altura de 30 cm (12 pulgadas).se coloca sobre una superficie plana de tal manera que el diámetro mayor quede en la superficie, no se debe permitir que el cono se mueva en alguna dirección para ello se sujeta fuertemente de las pisaderas y de esta forma mantenerlo estático, luego se procede al llenado en 3 capas a las cuales se apisona con una varilla de tal manera que no penetre más de 1" en la capa siguiente y 25 golpes por capa, cuidadosamente después de llenado se enrassa la parte superior y se levanta el molde de manera vertical y se procede a medir el asentamiento.



Figura 28. Compactación Cono abrams

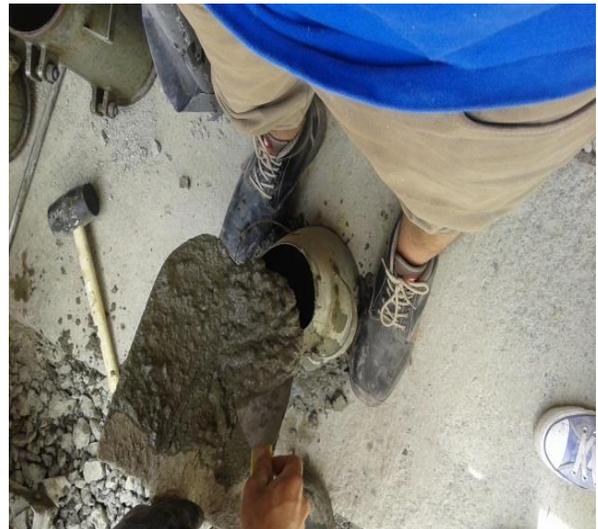


Figura 29. Vaciado del concreto CA



Figura 30. Lectura del asentamiento 1 Figura 31. Lectura del asentamiento 2

5.3.3. Resistencia a la compresión del concreto

El concreto al ser un material considerado como heterogéneo, depende de cada uno de sus componentes y con ello lo se puede analizar y caracterizar para obtener un buen resultado final, además de sus componentes, el medio de transporte, su vaciado y el proceso de curado son otros agentes que pueden afectar la resistencia del hormigón.

En general la resistencia del concreto endurecido se considera como la propiedad determinante de su calidad y se mide o se cuantifica mediante los ensayos que se realizan en el laboratorio a las muestras tomadas en obra.

La resistencia de diseño para el proyecto EDIFICIO VERONA es de **24.5Mpa**

5.3.3.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión del concreto

Los cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto, deben fabricarse y curarse de conformidad con la norma INV E 410 la NTC 550 y ensayarse según la norma NTC 673.

Procedimiento del ensayo en obra

Para la toma de muestras al concreto que se está fabricando en obra, basados en la norma, estipula los requerimientos para realizar los cilindros de prueba

EQUIPO NECESARIO:

Moldes: deben ser de acero, hierro forjado, PVC u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con aceite mineral o un agente separador de encofrado no reactivo. Para este caso los moldes que se utilizaron son de acero y se los engrasa para poder desencofrar los cilindros.

Varilla: debe ser de hierro liso diámetro 5/8", de 60 cm de largo y con una de sus extremos boleados.

Mazo: debe usarse un mazo de goma que pese entre 0.60 y 0.80 Kg.

Equipo adicional: badilejo, plancha de metal y depósito que contenga el íntegro de la mezcla a colocar en la probeta, se usa una carretilla de obra que cumple con estos requerimientos.



Figura 32. Equipo para toma de muestras del concreto

Para la toma del concreto, en particular, se hace en un tiempo intermedio de bombeo del concreto con el fin de que la muestra sea un poco más representativa ya que la calidad de la mezcla debe ser constante, los moldes se colocan en una superficie horizontal y nivelada donde no se produzca algún tipo de vibración, luego se vacía el concreto en el interior del molde de tal manera que al depositarlo sea haga con una buena distribución y evitar la segregación, el molde se llena en 3 capas de igual volumen, teniendo en cuenta que la última capa debe ser un poco mayor para que el molde quede lleno después de compactar y se procede a enrrasar.

Cada una de las capas se compacta de 25 penetraciones con la varilla de 5/8" distribuyendo los golpes en forma de espiral hasta llegar al centro del cilindro, la primera capa se compacta penetrando toda hasta el fondo del molde, y para la capa 2 y 3 se penetra en la capa inferior no más de 1". Ya llenado el molde se procede a dar de 10 a 15 golpes con el mazo de goma para que las burbujas de aire incorporado se liberen del espécimen, luego se enrrasa el sobrante y se da un acabado con llana metálica para que tenga una buena superficie al momento de ensayarlos. Cada uno de los 4 cilindros se referencia, se llevan al lugar de almacenamiento donde se conserve la temperatura y luego la empresa GEOFISICA los transporta para ensayarlos.



Figura 33. Toma de cilindros de concreto 1



Figura 34. Toma de cilindros de concreto 2

Después de la elaboración de las muestras, éstas se llevan a un lugar libre de humedad y se protegen con el fin de conservar sus propiedades para luego ser ensayados en el laboratorio y así, mediante las pruebas de resistencia a la compresión determinar si el concreto cumplió con las especificaciones como concreto estructural.

5.3.3.2. Resistencias a la Compresión del concreto de la obra “Edificio Verona”

Para determinar si el concreto cumple con la resistencia de diseño de 24.5Mpa, se analizaron los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de los cuatro cilindros que fueron tomados en obra acatando lo estipulado en la NSR-10.



INFORME FINAL DE PASANTIA

ANDERSON ORDOÑEZ MUÑOZ

FECHA DE TOMA	ELEMENTOS FUNDIDOS	EDAD EN DIAS	LECTURA DE CARGA KN	AREA (mm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Mpa)	RESISTENCIA ESPECIF (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ESPECIF (Mpa)	PROMEDIO (Mpa)	ACENTAMIENTO (CM)
04-abril-16	Losa 2 piso	7	212.2	8252	257.2	25.7	245	24.5		19
	Entre ejes DyE	7	222.0	8332	266.4	26.6	245	24.5		19
	Hora 11:30AM	28	309.4	8332	371.3	37.1	245	24.5		19
		28	305.4	7854	388.6	38.9	245	24.5	38	19



INFORME FINAL DE PASANTIA

ANDERSON ORDOÑEZ MUÑOZ

FECHA DE TOMA	ELEMENTOS FUNDIDOS	EDAD EN DIAS	LECTURA DE CARGA KN	AREA (mm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Mpa)	RESISTENCIA ESPECIF (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ESPECIF (Mpa)	PROMEDIO (Mpa)	ACENTAMIENTO (CM)
19-abril-16	COMPLEMENTO LOSA 3PISO	7	144.1	8091	178.1	17.8	245	24.5		16
		7	140.0	8171	171.3	17.1	245	24.5		16
	Hora 10:10 Am	28	185.3	7933	233.6	23.4	245	24.5		16
		28	198.1	8012	247.3	24.7	245	24.5	24.1	16



INFORME FINAL DE PASANTIA

ANDERSON ORDOÑEZ MUÑOZ

FECHA DE TOMA	ELEMENTOS FUNDIDOS	EDAD EN DIAS	LECTURA DE CARGA KN	AREA (mm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Mpa)	RESISTENCIA ESPECIF (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ESPECIF (Mpa)	PROMEDIO (Mpa)	ACENTAMIENTO (CM)
26-mayo-16	Losa de 4 piso	7	135.6	8171	166.2	16.6	245	24.5		12
	Entre ejes									
	1y4	7	129.2	8171	158.1	15.8	245	24.5		12
	Hora 12:10 pm	28	189.1	8171	231.4	25.1	251	24.5		12
		28	197.4	8171	241.6	24.2	245	24.5	24.7	12



INFORME FINAL DE PASANTIA

ANDERSON ORDOÑEZ MUÑOZ

FECHA DE TOMA	ELEMENTOS FUNDIDOS	EDAD EN DIAS	LECTURA DE CARGA KN	AREA (mm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Mpa)	RESISTENCIA ESPECIF (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ESPECIF (Mpa)	PROMEDIO (Mpa)	ACENTAMIENTO (CM)
13-julio-16	FUNIDICION DE PANTALLA Y COLUMNAS	7	237.1	8146	130.7	13.1	245	24.5		19.5
	Entre ejes	7	224.7	8146	123.8	12.4	245	24.5		19.5
	1y4	7	224.7	8146	123.8	12.4	245	24.5		19.5
	Hora 10:00 Am	28	263.3	8869	239.5	24	245	24.5		19.5
		28	429.7	8748	229.2	22.9	245	24.5	23.5	19.5



INFORME FINAL DE PASANTIA

ANDERSON ORDOÑEZ MUÑOZ

FECHA DE TOMA	ELEMENTOS FUNDIDOS	EDAD EN DIAS	LECTURA DE CARGA KN	AREA (mm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Mpa)	RESISTENCIA ESPECIF (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ESPECIF (Mpa)	PROMEDIO (Mpa)	ACENTAMIENTO (CM)
01-junio-16	COLUMNAS	3	155.6	8869	82.5	8.2	245	24.5		15.2
	Entre ejes									
	A-D,4-7	3	134.2	8265	73.5	7.3	245	24.5		15.2
	Hora 12:10 pm	28	424.5	8627	227.9	22.8	245	24.5	22.8	15.2
		56					245	24.5		15.2



De los resultados mostrados anteriormente en las tablas, podemos determinar que el concreto ha desarrollado resistencias superiores a las de diseño y en algunos casos muy cercanas al valor estipulado, esto puede deberse a irregularidades en el momento de realizar la toma de muestras o errores humanos en el laboratorio por la anotación de resultados; Como también hay resultados en los cuales sobrepasa en un 110% la resistencia requerida lo cual demuestra que el concreto puede desarrollar un poco más de resistencia a mayor edad de ensayo.

Los ensayos de resistencia a la compresión se consideran satisfactorios si cumple los siguientes requisitos establecidos por la NSR-10 (C.5.6.3.3):

- a. Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), iguallen o excedan el valor nominal especificado para $f'c$.
- b. Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), tenga una resistencia inferior en 3.5 MPa, o más a $f'c$.

Si se aplica el anterior criterio que propone la NSR-10 a los resultados obtenidos de resistencia a la compresión a los 28 días de la obra "EDIFICIO VERONA", se tiene:

- a. Los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días son de 28.93Mpa y 24.1Mpa para los casos expuestos, de esta manera se puede concluir que cumple con los requisitos, aunque se tiene un valor promedio menor al estipulado por 0.4Mpa lo que es aceptable según la asesoría del calculista y realizar un seguimiento a los elementos que arrojan este dato.
- b. Para el segundo requisito, se evaluó el valor más bajo de resistencia de la siguiente manera:
 $24.5 \text{ MPa} - 3.5 \text{ MPa} = 21 \text{ MPa}$.

De los valores obtenidos, el menor valor de resistencia fue de 22.8Mpa, por lo cual supera el mínimo valor estipulado por la NSR-10 en el numeral b y así cumplir con este requisito.

5.4 Seguimiento a procesos técnicos y constructivos

En el desarrollo de la pasantía uno de los objetivos principales fue la supervisión en el desarrollo de cada uno de los procesos constructivos que fueron delegados por el ingeniero residente, a continuación se describirán los procesos realizados en las actividades tales como: pantallas de sótano, losas aligeradas de entrepiso, vigas y columnas de entrepiso y muros de mampostería en ladrillo farol, detallando cada uno de estos procesos en el desarrollo de la obra EDIFICIO VERONA.

5.4.1 Proceso constructivo de pantallas y columnas en concreto reforzado

5.4.1.1 Colocación del acero de refuerzo

Pantallas sótano y entrepisos

El suministro del refuerzo se realiza dependiendo de las especificaciones y despieces estipulados en los planos estructurales, una de las actividades desarrolladas fue el pedido a los proveedores de este material del cual se calcularon las cantidades necesarias para las pantallas de sótano P11 y P12 pues según el avance que llevaba la obra, las pantallas de sótano se construyeron por tramos y éstas eran las dos faltantes, las demás son pantallas de entrepiso que en su totalidad son 15 elementos (P1 A P15); El pedido de acero se realiza a la empresa PAZ DEL RÍO y se procede a realizar el corte del talud y el armado de acero.



Figura 35. Pantalla de sótano estado inicial

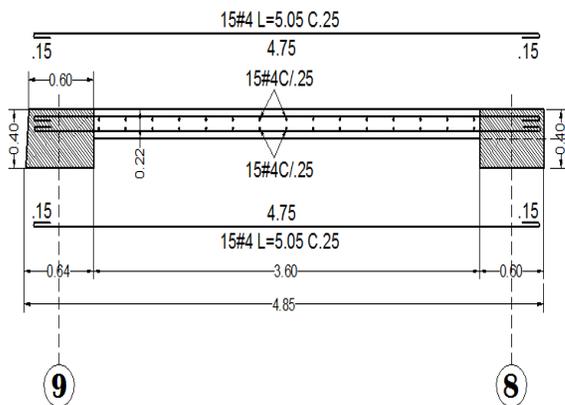


Figura 36. Pantalla de sótano

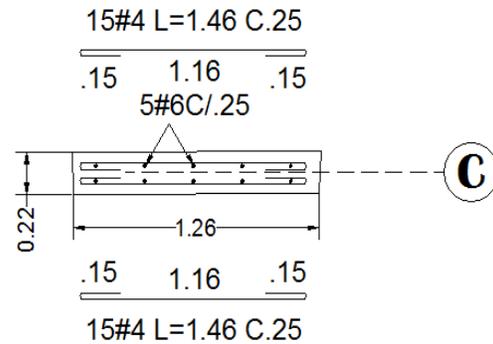


Figura 37. Pantalla de entepiso

Los chequeos realizados en este proceso son: que se cumpla el diámetro de las barras que en el ejemplo de la figura 38 son: 15 barras #4 de longitud 5.05m separado cada 0.25m y que se cumplan con los traslapos que se pueden apreciar en la figura 40 que son de 1.20m entre barras #6 de longitud 3.85m separadas cada 0.25m.



P12



P11

Figura 38. Despiece pantalla P11

Figura 39. Despiece pantalla P12

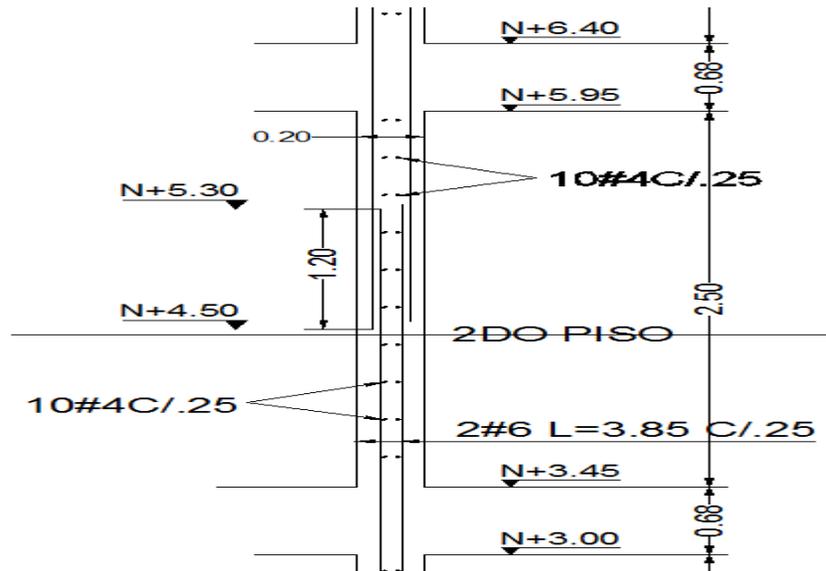


Figura 40. Despiece longitudinal pantalla P12

De igual manera se realizan los mismos chequeos para las columnas, cumpliendo a cabalidad con las especificaciones de los planos estructurales y los despieces, como el número de estribos, sus separaciones y traslapos en el refuerzo longitudinal, con una totalidad de 45 elementos de éste tipo con diferentes nomenclaturas dependiendo de sus características dimensionales.

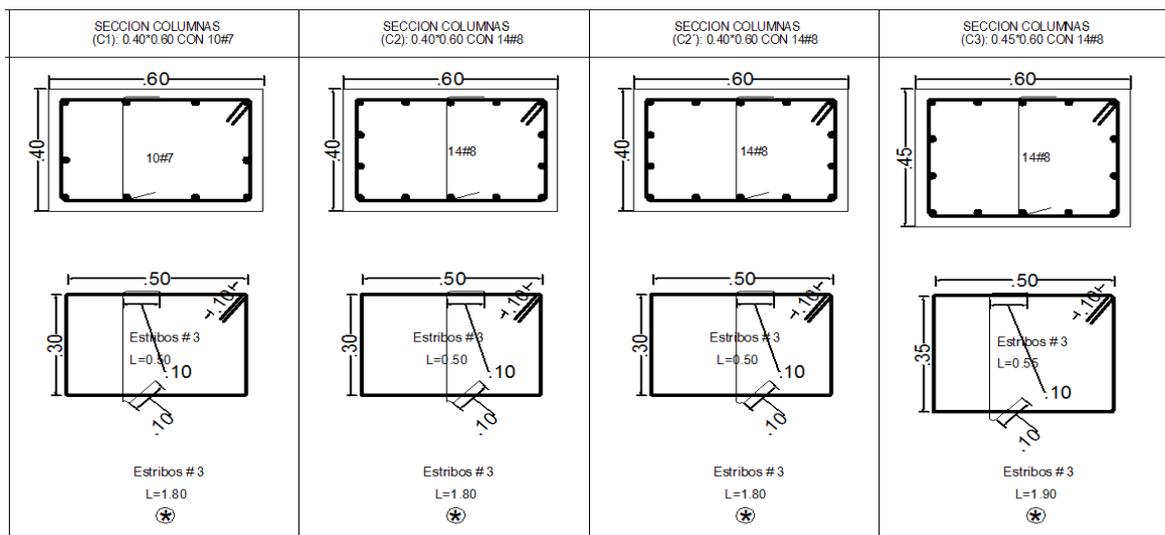
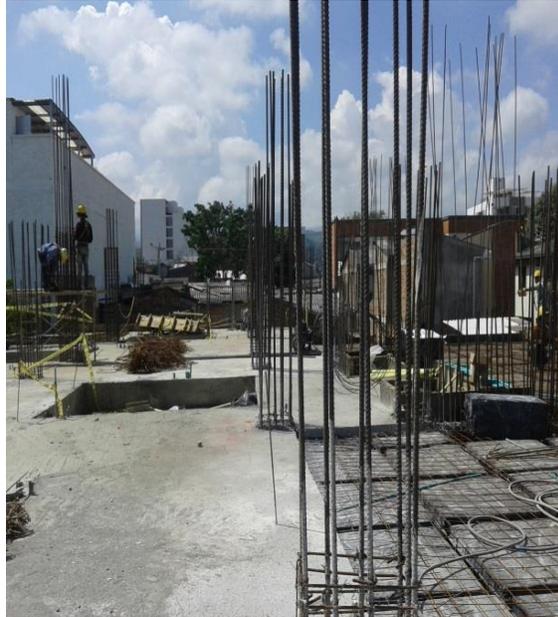


Figura 41. Sección de columnas

**Figura 42. Acero transversal estribos****Figura 43. Acero longitudinal en Columnas**

5.4.1.2 Encofrado

En el proceso de encofrado se realizó el replanteo de los ejes en cada nivel y el chequeo de los plomos tanto en COLUMNAS y pantallas, para que el pórtico conserve su continuidad y verticalidad, luego se procede a realizar las cimbras, las cuales son medidas tomadas desde un eje determinado para lograr las dimensiones establecidas tanto en pantallas como columnas; Antes de colocar la formaleta se chequean los ejes y alineamientos.



Figura 44. Hilos de ejes de columna



Figura 45. Replanteo ejes de columna



Figura 46. Cimbras para formaletas



Figura 47. Colocación de formaletas

La formaleta es una estructura que permite darle un buen acabado a estos elementos estructurales, se caracteriza por ser un elemento rígido e indeformable que permite el vaciado del concreto para que éste fragüe a tiempo, además de ser un elemento temporal que permite desencofrar fácilmente.

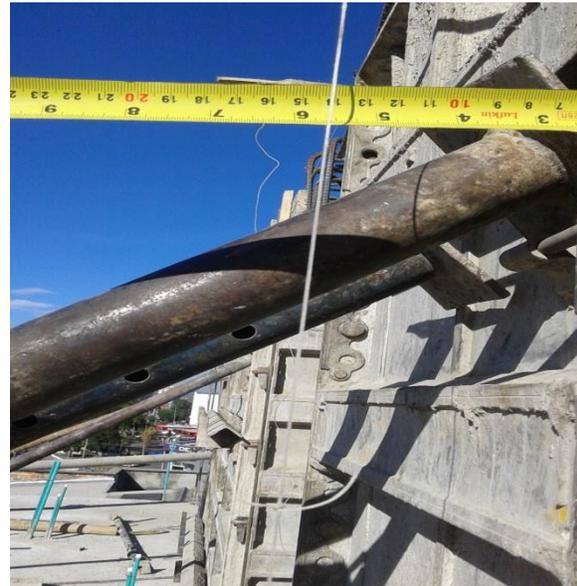
En la obra se trabajó con formaletas metálicas de aluminio de marca *forsa*, las cuales vienen de diferentes medidas para lograr las dimensiones especificadas tanto de pantallas como de columnas, dimensiones con alturas de: 2.40m, 1.2m, 1.10m y dimensiones en ancho desde 0.10m hasta 0.60m. Las piezas que componen la formaleta son ganchos metálicos para anclar una pieza con la otra, reglas metálicas para sellar los ángulos que se generan en la unión entre piezas y las *fromclamps* o corbatas que permiten ajustar entre si la formaleta, para que en el vibrado se conserven las dimensiones, además de reforzar con gatos y cerchas el encofrado. A cada una de las piezas se les aplicó grasa para impedir que la formaleta se adhiriera al concreto y permita un fácil desmonte.



Figura 48. Encofrado de columnas



Figura 49. Engrase de formaletas

**Figura 50. Chequeo de plomos inf.****Figura 51. Chequeo de plomos sup.**

Antes de empezar el montaje de las piezas de aluminio, se verifica que el acero de refuerzo esté debidamente colocado y garantizar el espaciamiento entre refuerzo. En la construcción de este tipo de elementos es muy importante garantizar su verticalidad, para esto se utilizan pesas que pueden ser pequeños cilindros de concreto, o ladrillos que hacen la función de plomadas.

5.4.1.3 Fundición

Ya encofrado los elementos estructurales se procedió a elaborar la mezcla de concreto, informando al personal y operarios las dosificaciones que se manejan en su elaboración ya que estos son en volumen suelto y velar que se tenga la disposición de todos los materiales como lo son cemento, agua, arena, triturado y aditivos.

En la fundición de pantallas y columnas se debe hacer un seguimiento exhaustivo en la cantidad de agua que requiere la mezcla, pues esta es la afecta de manera directa la manejabilidad y resistencia del concreto. Es importante que al momento de fundir estos elementos estructurales se adicione el aditivo en las proporciones establecidas ya nombradas y el control en la cantidad de agua se realiza con un dispositivo instalado a la mezcladora que permite medir su cantidad en litros de agua.

**Figura 52. Controlador de agua en la bomba**

En la obra se utilizó una mezcladora mecánica, tipo no basculante, cuya olla tiene una capacidad aproximadamente de 0.45m^3 , dicha olla o tambor es reversible y gira en una dirección para mezclar e invierte el sentido de rotación para descargar el concreto; su accionamiento es totalmente hidráulico, además de un cucharón mecánico en el cual se colocan todos los materiales para vaciarlos en la mezcladora. Una vez los materiales, están en la olla, se supervisó que el tiempo de mezcla estuviera entre un minuto y un minuto y medio, esto con el fin de garantizar una mezcla homogénea, un adecuado recubrimiento de los agregados por la pasta de cemento y con ello un concreto de resistencia satisfactoria.

**Figura 53. Mezcladora de concreto****Figura 54. Cucharón de descargue**

Transporte y Colocación de la mezcla

La constructora cuenta con un equipo moderno que optimiza los tiempos de fundición para agilizar los procesos constructivos, los cuales son:

Bomba SCHWING SP 500: Es una bomba para concreto totalmente hidráulica que incorpora características de una bomba grande en un paquete compacto y económico. La SP 500 es una excelente bomba básica de desempeño total, utilizada para bombear lechada, aplicar concreto por soplado y bombear concreto estructural en forma horizontal y vertical, con caudales de hasta 45 yardas por hora y 1100 psi, además admite un tamaño máximo del agregado de 1.5”.



Figura 55. Bomba SCHWING SP 500

En la obra se instaló esta maquinaria de tal manera que tenga completo alcance a todos los elementos a fundir, ya que cuenta con una tubería que posibilita llegar a cada uno de los niveles del edificio. Ya con el concreto bombeado por la tubería se arman andamios en columnas y pantallas para poder vaciar el concreto de una manera segura.



Figura 56. Tubería para concreto

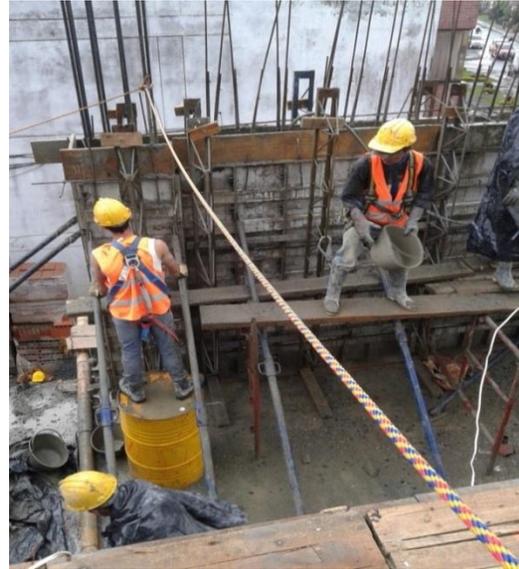


Figura 57. Vaciado del concreto

Vibrado del concreto

En los procesos constructivos es de suma importancia el vibrado en los elementos de concreto reforzado, puesto que debe darse una eficaz adherencia entre la mezcla de concreto y el acero además que se haga un vaciado completo en todo el elemento evitando dejar aire incorporado en la mezcla y no se generen hormigueros.

El vibrado se realiza internamente con vibrador eléctrico, tanto para columnas como en pantallas. Fue necesario con un martillo de caucho dar algunos golpes alrededor de la formaleta con el fin de evitar que se presenten hormigueros en el concreto en sitios donde el vibrador no tiene alcance y se supervisa el tiempo de vibrado el cual no debe ser prolongado, en las zonas cercanas a los refuerzos el vibrador debe entrar en una posición totalmente vertical y asegurar una buena adherencia entre los dos materiales.



Figura 58. Vibrado del concreto en columnas

5.4.1.4 Desencofrado y curado

En el proceso de desencofrar los elementos ya fundidos, se debe chequear nuevamente los alineamientos entre ejes de columnas y pantallas, y que el elemento quede bien plomado. Facilita el retiro de las formaletas metálicas el engrase que se realizó antes de la fundición.

El curado tanto en columnas como en pantallas se realizó adicionando agua después de la fundición y el uso del aditivo ANTISOL BLANCO el cual se rosea de forma uniforme con una fumigadora agrícola.



Figura 59. Desencofrado en pantalla



Figura 60. Fumigadora de antisol

Adicionalmente se retiraron las *fromclamps* las cuales en el momento de encofrar se engrasaron y cubrieron con yumbolon para su fácil extracción, aunque se requiere de un “saca corbatas”, pues este procedimiento se realiza con el concreto ya endurecido.



Figura 61. Yumbolon para corbatas

5.4.2 Proceso constructivo losas aligeradas y vigas aéreas

5.4.2.1 Encofrado

El proceso constructivo de las losas de entrepiso consiste en crear un encofrado capaz de soportar las cargas que se generan y con la rigidez necesaria para la fundición de la losa, este sistema se arma con parales o puntales metálicos, también conocidos como “gatos” y sobre los cuales se apoyan cerchas metálicas, además los parales son arriostrados por tijeras metálicas ubicadas en forma de diagonales en ambos sentidos; El sistema metálico es armado de tal manera que sobre él se coloquen tableros de madera los cuales brindan la horizontalidad a la losa, permiten el arme del refuerzo y posterior mente el vaciado del concreto, estos tableros tiene dimensiones de 1.40*0.70 m.



Figura 62. Entablero para losa

Figura 63. Nivel manguera para gatos

En este procedimiento es importante chequear los niveles de piso, para ello se sacaron con nivel de manguera estableciendo la altura determinada a la que debe quedar la losa.

5.4.2.2. Colocación del acero de refuerzo

En el momento que se realizó el entablado perfectamente nivelado y rigidizado, se procedió a colocar el acero de refuerzo para las vigas, en el cual se siguen los planos estructurales cumpliendo con el despiece, tarea que se facilita un poco ya que el pedido del acero se hizo figurado, es decir, con la medida de plano desde su fabricación.

Para el arme del acero en las vigas se debe tener en cuenta el traslape de las varillas, basado en los criterios aprendidos en el pregrado se trabaja para que los traslapes en la parte superior de la viga se cumpla que se alejen de la mayor influencia del cortante, es decir, alejado de los nudos (zona donde se une el acero de las vigas y columnas) y para el traslape inferior se supervisó que no se encuentre en la zona del mayor momento que se genera en estos elementos estructurales, es decir, en el centro de la luz de las vigas.

De igual manera se supervisó la colocación en cuanto a cantidad de estribos indicados en los planos, cuidando que los ganchos queden intercalados entre sí y se ubiquen en la parte superior de la viga para que no se generen planos de falla por los esfuerzos a tensión que se producen en la parte inferior de dicho elemento. Luego se procedió a encofrar las vigas con la formaleta metálica, realizando las respectivas cimbras y cumpliendo tanto con las dimensiones como los recubrimientos que para vigas que son de 5cm.



Figura 64. Colocación del refuerzo en vigas

El las *figura 65* y *figura 66* se puede apreciar las dimensiones de las vigas principales de la estructura, el numero de barras por tramo, su diamentro, longitud de la barra y sus respectivos traslapos.

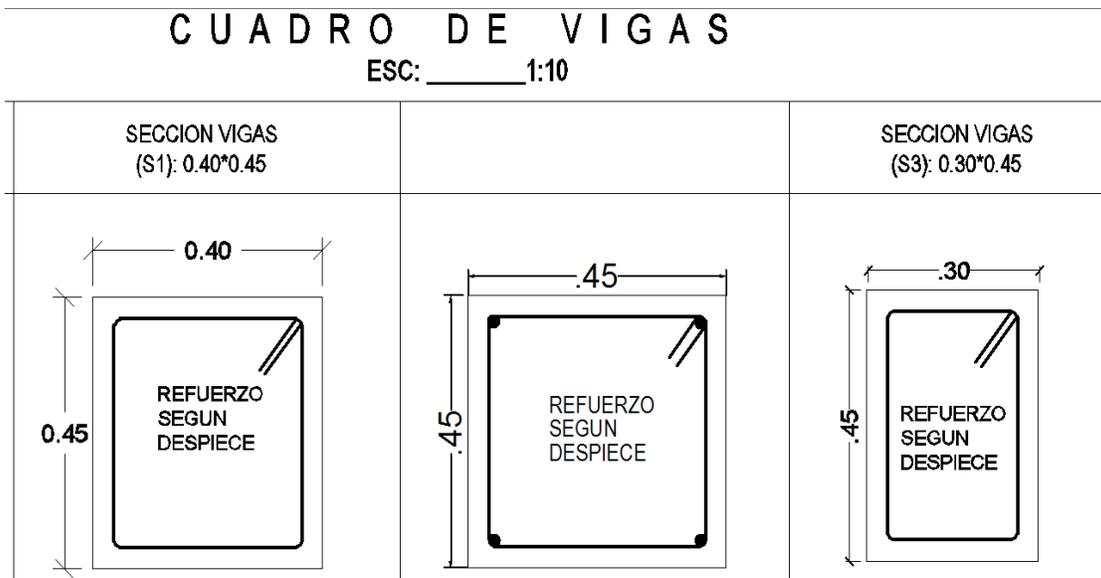


Figura 65. Sección de vigas principales

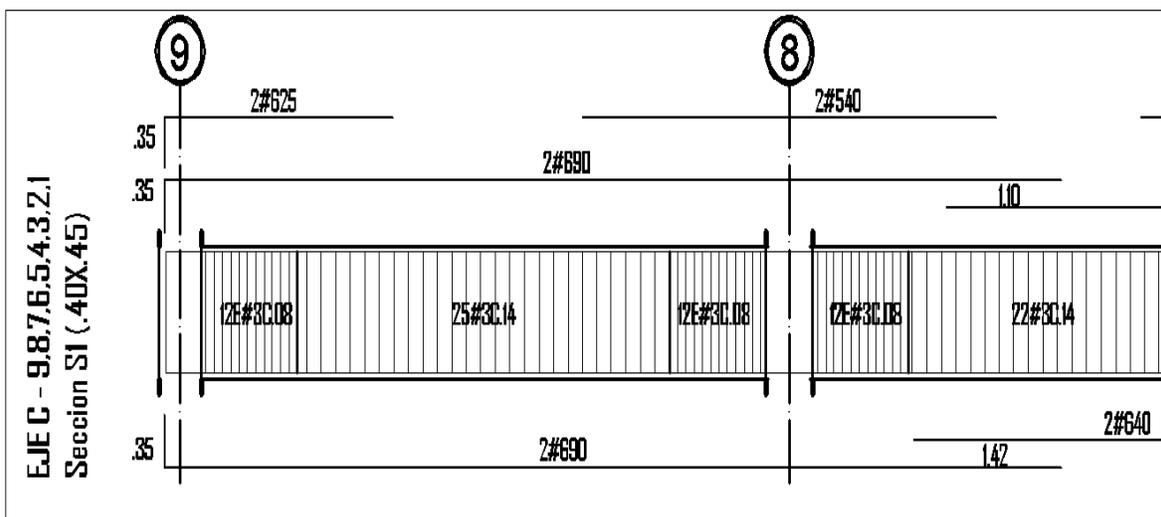


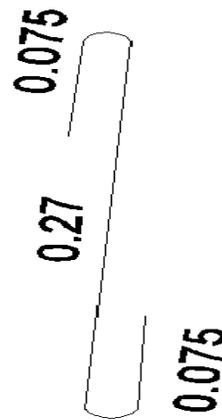
Figura 66. Despiece de vigas longitudinal

Cabe resaltar que en el diseño se consideró que las vigas estén embebidas en la losa, para manejar un mismo nivel y tener menos consideraciones en el momento de realizar la obra gris y blanca.

Para las losas de entrepiso, se supervisó el armado de los nervios, la distancia entre cada uno, el sentido en que trabajan al distribuir sus cargas y tanto cantidad como separación de los ganchos tipo “s” los cuales unen los dos aceros longitudinales que lo componen.



Figura 67. Nervios en las losas



**Estribos # 2
L=0.40 C/.15**

Figura 68. Estribos para nervios de losa

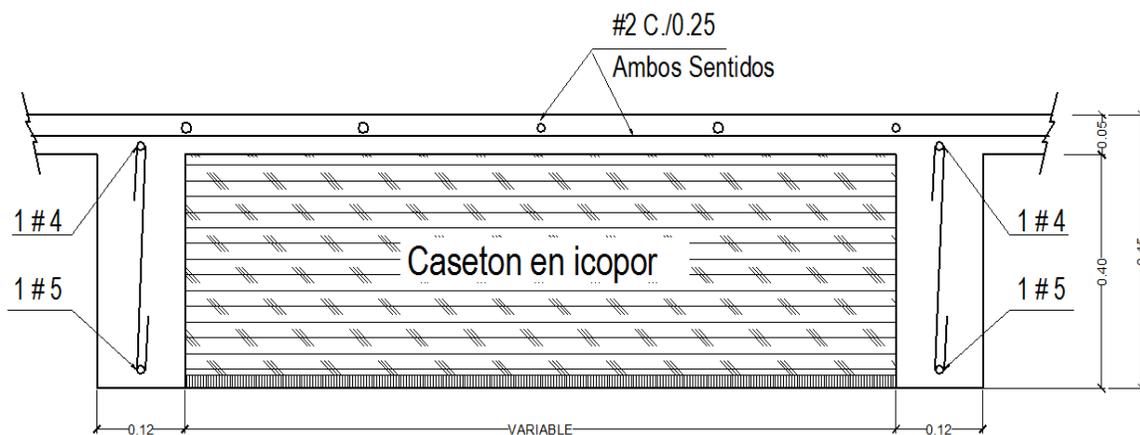


Figura 69. Detalles de refuerzo en las losas de entrepiso

Para el refuerzo de retracción y variación de temperatura, se diseñó una malla electrosoldada (MES) diámetro 6 mm de 15x15cm, el cual se coloca sobre los elementos aligerantes con el fin de garantizar tanto el recubrimiento y el espesor de la losa. se usan "panelas" de concreto fabricadas en obra para aislar los aceros de la formaleta para éste fin.

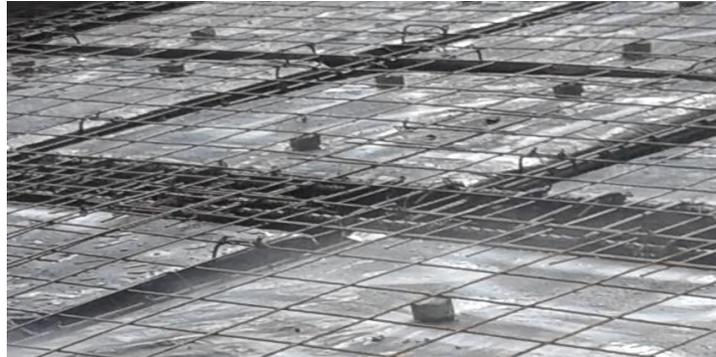


Figura 70. Panelas de concreto en las mallas (MES)

5.4.2.3 Instalación de los elementos aligerantes

Como su nombre lo indica, este tipo de losas requieren elementos aligerantes (losa aligerada) con el propósito de reducir su peso propio y para éste fin se utilizaron casetones fabricados en icopor con las medidas necesarias según el plano estructural. Estos elementos además de darle dicha característica a la losa funcionan como formaleta para la fundición de los nervios.



Figura 71. Casetones de icopor



Figura 72. Colocación de casetones

5.4.2.4. Instalaciones eléctricas

Para la ubicación de elementos tales como puntos de iluminación, interruptores, tomacorriente, salidas de televisión, teléfonos y en general todos los que conforman la dotación eléctrica fueron especificados en los planos arquitectónicos. Las especificaciones en la construcción del sistema eléctrico tanto en cielo como en losa, se estipularon en los planos eléctricos diseñados para la edificación; Las recomendaciones más relevantes que se tuvieron en cuenta son:

- Los ductos, curvas y terminales utilizados son en PVC conduit tipo pesado.
- Los ductos no especificados son de $\frac{1}{2}$ ".
- La red de voz y datos se encuentra interconectada con ducto de $\frac{3}{4}$ ".



Figura 73. Tubería eléctrica embebida en la losa

5.4.2.5. Instalaciones hidráulicas y sanitarias

La instalación de tuberías hidráulicas se realizó sujeta a los planos hidráulicos, en el cual se especifica diámetros de tubería para agua caliente CPVC 1/2" y para agua fría PVC de 1.1/2", 1", 1/2" y 3/4", tipos de adaptadores, codos, tapones, bujes, mezcladores de duchas etc.



Figura 74. Red hidráulica

Para la instalación de la tubería sanitaria primeramente se realiza la localización de la tubería teniendo en cuenta los diámetros estipulados en el plano sanitario y pluvial, después de esto se hace el ensamble de los accesorios necesarios para su funcionamiento.

Las tuberías sanitarias se ubican por cielo, es decir, se sujetan con platinas ancladas a la losa en cada piso, disminuyendo su diámetro a medida que suben los niveles del edificio y Las tuberías de desagüe de los aparatos van por dentro de la losa respectiva en cada piso. Las tuberías utilizadas son PVC SANITARIAS para las líneas que van colgadas de la losa en diámetros 2", 3", 4", 6" y 8" , para las líneas que van enterradas se utilizó tipo PVC NOVAFORT, diámetros 4".

**Figura 75. Red hidráulica embebida****Figura 76. Red hidráulica por cielo**

Se supervisa que las tuberías tengan la pendiente necesaria para su funcionamiento con la asesoría del personal encargado. Además se debe instalar los bajantes de aguas residuales, tuberías de ventilación y bajantes de aguas lluvias.

En obra y con base en los diseños arquitectónicos se generan espacios llamados buitrones por los cuales se envía los bajantes y la tubería desde el sótano hasta la cubierta.

**Figura 77. Buitrón para tuberías**

5.4.2.6 Fundición

Para la fundición de las losas de entrepiso y vigas embebidas se utilizó la proporción ya nombrada 3: 4: 3.5 para una aproximación de 65 litros de agua con el uso de aditivo SIKAFUID con una cantidad de 750 cm^3 .

El cemento utilizado en el proceso es SAN MARCOS tipo 3, en ese orden de ideas la interpretación de ésta proporción consiste en 3 bultos de cemento por 4 buggis de arena y 3.5 de triturado; Estos materiales se colocan en la mezcladora mecánica y son enviados mediante la bomba de concreto, antes de enviar la primera bombeada de concreto se lubrica la tubería enviando una “cochada” (mezcla de arena y cemento) para facilitar el paso del concreto por la tubería.



Figura 78. Materiales para fundición de losas

Transporte y Colocación

De igual manera que en las pantallas y columnas se realizó el proceso de transporte y colocación del concreto para las losas de entrepiso, enviándolo por la tubería para el concreto bombeado hasta llevarlo al nivel determinado, una gran ventaja de éste sistema es que en su parte superior (donde termina la tubería rígida) se utiliza la manguera final para el lanzamiento del concreto, la cual tiene alta resistencia a la abrasión y brinda óptima flexibilidad garantizando al mismo tiempo un alargamiento mínimo durante el bombeo.



Figura 79. Manguera final de lanzado Figura 80. Concreto vaciado de tubería

Ya que el proceso de fundición de las losas es algo complejo y el rendimiento da para realizar la fundición por tramos de losa, se debe tener en cuenta que entre el concreto ya endurecido y el que se va a fundir tiene que haber una debida aleación y que se le de continuidad al elemento para que se trasmitan de manera correcta las cargas, para ello utilizamos el aditivo SIKADUR-32 PRIMER el cual se aplica sobre la superficie de contacto del concreto ya endurecido y garantizar ese puente de adherencia entre el concreto.



Figura 81. Adherencia entre concreto fresco y endurecido

Vibrado de la losa

Para realizar este procedimiento se utilizaron vibradores eléctricos, supervisando los tiempos de vibrado y que el personal que realiza dicha actividad introduzca el vibrador con la mayor verticalidad posible, evitando tocar la formaleta o los aceros de refuerzo para no generar segregación.



Figura 82. Vibrado en losas



Figura 83. Vibrado en vigas

Acabado

Ya elaborado el proceso de vibrado y vaciado del concreto, se determina la altura o espesor definido para la losa, para ello se colocaron hilos templados alrededor del área fundida y en base a estos se toman alturas para que la losa quede a el mismo nivel. Utilizando codales se le da uniformidad a la losa retirando los excesos de concreto y crear una superficie plana, después de esto la losa debe quedar con un buen terminado para luego colocar el piso primario, esto se logra pasando llanas metálicas y así crear una superficie lisa.



Figura 84. Losa terminada

Curado

El curado consiste en aplicar a las losas, suficiente cantidad de agua, esparciéndola con una manguera, procurando humedecer la totalidad de la superficie de la losa. El uso del aditivo ANTISOL BLANCO complementa este proceso y se aplica a la losa de manera uniforme en toda su área.



Figura 85. Curado de losas con aditivo antisol

5.4.3. Proceso constructivo de muros en ladrillo farol

Para el desarrollo constructivo de los muros en el edificio, se debe tener en cuenta que el fin es como muros divisorios para cumplir con los espacios dentro de los apartamentos estipulados en el diseño arquitectónico, lo que quiere decir que estos elementos no aportan resistencia a la estructura pero sí se debe garantizar que sean elementos lo suficientemente rígidos, capaces de soportar un evento sísmico.

5.4.3.1 Unidades de mampostería

El bloque en ladrillo farol tiene las siguientes dimensiones:

Ancho: 40cm, altura: 23cm y espesor: 10cm.

Número de celdas interiores: 4, dimensión de celdas: 7.5x7.5 cm y espesor de paredes interiores: 2cm.



Figura 86. Ladrillo farol



Figura 87. Almacenamiento del ladrillo



5.4.3.2 Mezclas que se requieren

Mortero de pega

Es el elemento que une las unidades de mampostería a través de las juntas horizontales en función de su capacidad de adherencia. Debe tener una buena plasticidad y consistencia para poderlo colocar de la manera adecuada.

MATERIALES: Por lo general está constituido por cemento, arena, agua y aditivos si es necesario.

Agua de la mezcla: Debe ser limpia, libre de materiales que afecten desfavorablemente cualquiera de las propiedades del mortero.

Cemento: Puede ser cemento portland tipo I, II, III o VI o cementos de mampostería. El usado en la obra es cemento San Marcos o Argos tipo I.

Arena: Debe ser arena natural o del producto de trituración, capaz de darle manejabilidad a mezcla para que aporte una buena adherencia entre las unidades de ladrillo.

Cal: La cal utilizada en el mortero viene presentada en polvo y su uso aporta al mortero impermeabilidad, adherencia y baja contracción. En la obra se utiliza cal en sacos de 10 Kg.

DOSIFICACIÓN:

La proporción utilizada en el mortero de pega es 1:3, es decir 1bulto de cemento por 3 cajones de arena y adición de Cal: 0.2 bultos por 1 bulto de cemento.

En cuanto a la cantidad de agua, ésta se aplica de manera subjetiva, la cual permita darle manejabilidad a la mezcla.

La mezcla de los materiales se realizó manualmente, cuidando que la arena el cemento y la cal se mezclen en seco para darle uniformidad al mortero de pega y luego adicionar el agua.



Figura 88. Mezcla manual de los materiales para mortero

Mortero de inyección

Este mortero se utiliza para fundir las dovelas del ladrillo farol, con el fin de aportar rigidez al muro ya que dentro de las dovelas se encuentran los refuerzos verticales anclados con varillas 3/8”.

MATERIALES: Para el mortero de inyección se usan los mismos materiales utilizados para el mortero de pega, pero variando un poco la proporción.

DOSIFICACIÓN:

Para el mortero de inyección se utiliza la proporción en volumen 1:0,2:4 lo que indica que por 1 bulto de cemento se adicionan 0.2 bulto de cal y 4 cajones de arena.

La mezcla se realiza de forma manual, cuidado que se cumpla con las proporciones estipuladas; El vaciado se realiza con baldes de tal manera que la mezcla quede compacta y cubra toda la celda de manera vertical, para ello se apisona la mezcla con una varilla de 1/2” y también para reducir los vacíos que se pueden generar por el vaciado.

5.4.3.3 Refuerzo

REFUERZO HORIZONTAL:

Este refuerzo se colocó a medida que se levanta el muro, el refuerzo utilizado son grafiles 4mm ubicados cada 3 hiladas y en toda la longitud del muro, de esta manera en total son 3 hiladas reforzadas en una altura de muro 2.6m.

Además de ello se usan conectores en la unión entre dos muros consecutivos.



Figura 89. Ref grafiles cada 3 hiladas

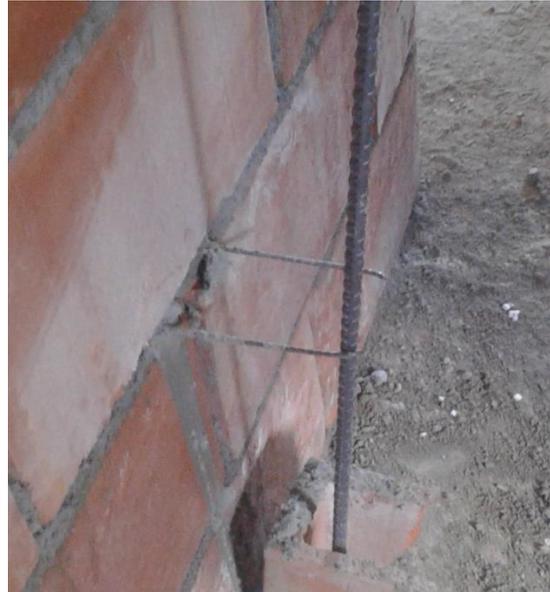


Figura 90. Conectores entre muros

REFUERZO VERTICAL:

Para la colocación del refuerzo vertical, se usaron varillas de 3/8" a una distancia no mayor a 1.5m, este refuerzo se ancla en la losa con una profundidad de 10cm y se utilizó aditivo SIKA ANCHORFIX para garantizar que el anclaje quede sujeto al concreto.



Figura 91. Refuerzo vertical en varilla 3/8" y anclajes

5.4.3.4 Levantamiento del muro

Se ubican los ejes de los muros según el plano de mampostería basado en los planos arquitectónicos, para ello se cimbraron estos ejes tomando medidas pasando hilos entre los ejes de las columnas garantizando escuadras y las medidas indicadas, pues al no realizar este procedimiento bien, todos los errores se verán reflejados en el momento de colocar la cerámica.

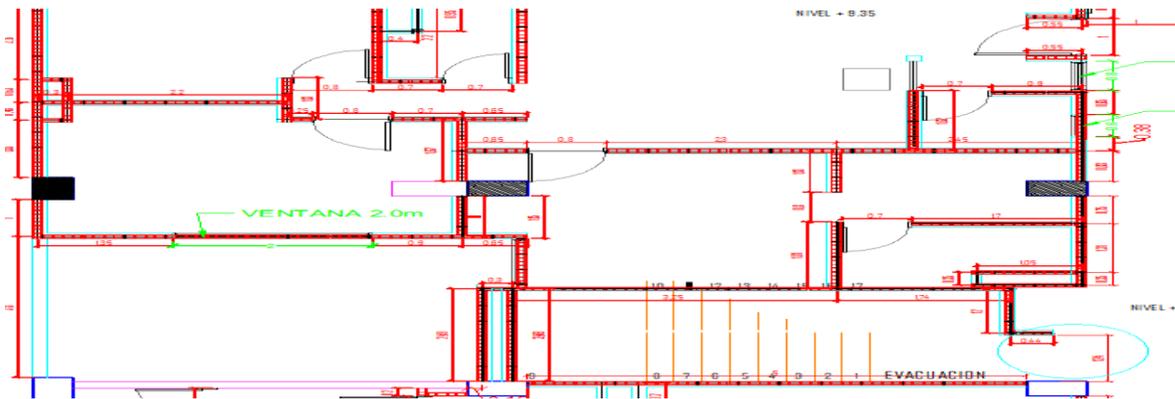


Figura 92. Planos de mampostería

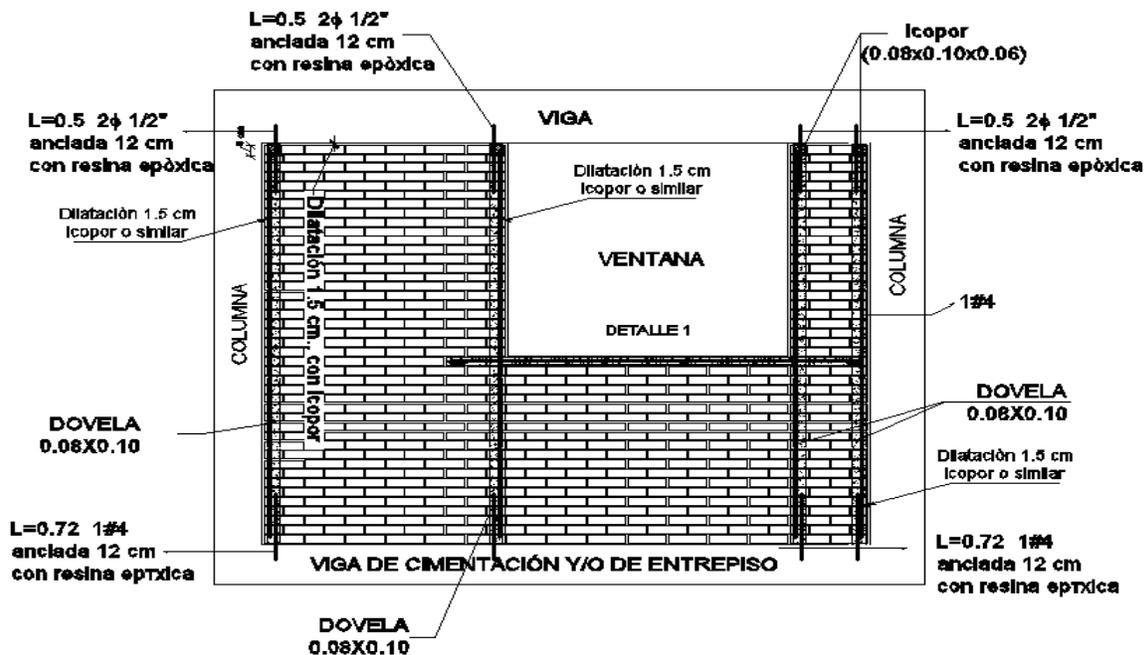


Figura 93. Detalle en la construcción de muro tipo farol

Ya ubicados los ejes de los muros se procede a colocar cordales a los extremos y pasar hilos de tal forma que conserve la horizontalidad del muro garantizando que estén a escuadra generando un ángulo de 90° y que cada hilada colocada conserve su verticalidad chequeando constantemente los plomos a medida que avanza la pega.



Figura 94. Escuadras y plomos en la construcción de muros

Después de tener los alineamientos definidos se colocan las unidades de mampostería de tal forma que cada pieza quede modulada para que exista continuidad en las celdas a fundir y un buen acabado en el muro, cuidado que se coloque el mortero de pega y de inyección en las caras de unión del ladrillo y celdas especificadas.

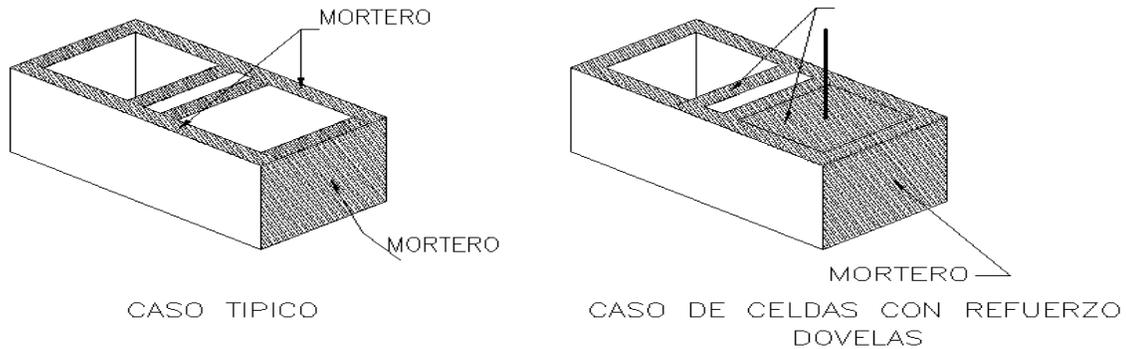


Figura 95. Especificaciones para colocación de mortero

Por último se procede a vaciar el mortero de inyección por las dovelas, del cual se recomienda fundir cada celda a la mitad del muro para garantizar que el mortero llene el elemento en su totalidad.



Figura 96. Fundición de dovelas con grouting

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 llegar 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 es de suma importancia, pues la dosificación 1:2:2 determinó su durabilidad, economía y resistencia para lo cual fue diseñada, de igual manera la calidad de los materiales que se usaron intervinieron determinantemente en los valores obtenidos ya que en algunos casos no había disponibilidad de materiales como la arena con una perfecta gradación, pero basados en aspectos técnicos concebidos en la experiencia del trabajo en obra se logró controlar dichos inconvenientes.
- ✚ Como auxiliar de ingeniero residente, el seguimiento a los procesos constructivos fue satisfactorio, logrando resolver inconvenientes que se presentan en el avance de obra como lo es en la colocación de aceros, cumpliendo con los requerimientos de diseño, alineamientos, verticalidad y traslapos que dispone una buena interpretación de los planos.
- ✚ El uso de las nuevas tecnologías del concreto como lo son los aditivos, se observó un buen comportamiento del concreto ante estos agentes, agilizando procesos de fundición, mejorando el comportamiento de los morteros y concretos, garantizando la adherencia entre el concreto fresco y endurecido, como también logrando un buen curado en los elementos fundidos y de esta manera optimizar la mayoría de las actividades realizadas en la obra.



- ✚ El aprendizaje adquirido con base en lo teórico y reforzado en lo práctico, permitió afianzar muchos conocimientos tanto a nivel profesional e individual, además del manejo de personal y la capacidad para resolver inconvenientes que como ingeniero civil se debe dar solución.
- ✚ El trabajo en obras civiles es considerado un trabajo de alto riesgo, por lo cual fue de gran importancia la capacitación y aprendizaje en el manejo de elementos de seguridad industrial, supervisión del personal que desarrolla actividades en alturas, cumpliendo con las medidas de seguridad en corredores, vacíos, rutas de evacuación y conceptos básicos que hacen de una obra un lugar seguro tanto para los trabajadores como para la empresa.



7. RECOMENDACIONES

- Garantizar la disponibilidad constante de los materiales que se requieren en todos los procesos constructivos a tiempo, ya que de no cumplirse esto genera imprevistos en la obra.
- Materiales como el cemento deben conservarse en lugares estratégicos y realizar un mejor control en la calidad de los materiales con los que se trabaja en la preparación del concreto.
- Se presentan casos que algunas resistencias tengan resultados poco confiables, es importante mandar a ensayar algunos cilindros de muestras a un tiempo mayor a los 28 días, pues la mezcla puede llegar a tener un fraguado lento y arroje mejores resultados, pero no obstante se debe realizar un seguimiento al elemento que se fundió con este tipo de datos.
- El uso de ladrillo farol permite un avance notorio en obra con respecto al ladrillo tradicional, además que gracias a sus cavidades se puede agilizar la colocación de tuberías o elementos que se deseen considerar en el diseño arquitectónico.
- Controlar la cantidad de aditivo en las diferentes mezclas.
- Velar constantemente por la seguridad de personal, como maestros, oficiales y obreros en el uso de los elementos de protección.



8. BIBLIOGRAFÍA

- “MANUAL DE PRODUCTOS SIKA” 2015
- ING. RIVERA L. GERARDO A. CONCRETO SIMPLE. UNICAUCA.
- NTC, Normas Técnicas Colombianas
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10
- Normas y especificaciones INVIAS 2013
- Página web de cementos San Marcos <http://cementosanmarcos.com/>



9. ANEXOS

- Oficio que certifica el cumplimiento en su totalidad de las horas establecidas como requisito de pasantía.