



RESIDENTE DE OBRA EN LA SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL
CONDOMINIO VERSALLES EN POPAYAN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.



JESICA ESTEFANIA CHAMPUTIZ IPIALES

CODIGO:100414020585

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
2020



RESIDENTE DE OBRA EN LA SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL
CONDOMINIO VERSALLES EN POPAYAN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.



PRESENTADO POR:

JESICA ESTEFANIA CHAMPUTIZ IPIALES

CODIGO:100414020585

DIRECTORA DE PASANTIA:

ARQ. DIANA VELASCO GALVIS

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
2020



NOTA DE ACEPTACIÓN

La directora y el jurado evaluador han aprobado este documento, así como su sustentación por lo tanto autorizan a la estudiante Jesica Estefanía Champutiz Ipiales continuar con los trámites pertinentes para optar por el título de ingeniera civil.

Firma del jurado

Firma del director

Popayán, Cauca, 24, enero, 2020



DEDICATORIA

A Dios que me ha dado la vida y la salud para llegar hasta aquí,

A mi madre Cruz Elena Ipiales quien gracias a su esfuerzo y dedicación ha logrado mi formación como persona y como profesional.

A mis hermanos Victor Alfonso y Duvan Felipe que siempre me han apoyado tanto económicamente como moralmente.

Finalmente, a mi abuela María Virginia Ipiales y a mi tía Juliana Ceballos que son personas muy importantes en mi vida.



AGRADECIMIENTOS

A mi madre quien es el principal motivo para conseguir cada uno de los logros en mi vida,

A la Universidad del Cauca por permitir la formación de profesionales con valores y compromiso, a los profesores que con su labor me permitieron culminar esta etapa de formación, y a mi asesora de trabajo de grado,

A la empresa Gracol S.A.S., entidad donde realicé la pasantía, y a cada uno de sus miembros que me guiaron para desarrollar de la mejor manera la práctica,

A todos mis compañeros, y amigos que formaron parte de este tan importante proceso de formación, aportando con su compañía y conocimiento el transcurso de la carrera.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
JUSTIFICACION	10
OBJETIVOS	11
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1. DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA	12
2. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA ESTRUCTURA	22
2.1 AGREGADOS	22
2.1.1 Granulometría.	22
2.1.2 Equivalente de arena.	30
2.2 BLOQUES DE LADRILLO	32
2.3 ACERO	33
2.3.1 Barra corrugada.	34
2.3.2 Malla electrosoldada.	36
2.4 MEZCLAS EN OBRA	38
2.4.1 Slump.	41
2.4.2 Toma de cilindros.	43
3 SUPERVISAR LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA CONFORME A PLANOS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTONICOS	44
3.1 LOSA DE CIMENTACIÓN	44
3.2 MAMPOSTERIA DE PRIMER PISO	49
3.3 ESCALERAS	54
3.4 LOSA DE ENTREPISO	55
3.5 MAMPOSTERIA SEGUNDO PISO	62
3.6 VIGA DE AMARRE	63
3.7 CULATA	66
3.8 CUBIERTA	68
4 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELECTRICAS EN LA OBRA	73
4.1 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	73
4.2 INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA OBRA.	82



5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
6	REFERENCIAS	88

Tabla de Imágenes

<i>Figura 1. Ubicación del Condominio Versalles</i>	13
<i>Figura 2. Ubicación precisa del condominio versalles</i>	13
<i>Figura 3. División por manzanas del Condominio Versalles</i>	14
<i>Figura 4. Elementos que conforman la mampostería estructural</i>	15
<i>Figura 5. Plano estructural casa esquinera primer y segundo piso</i>	16
<i>Figura 6. Plano estructural casa medianera primer y segundo piso</i>	17
<i>Figura 7. Comparación entre la casa esquinera y medianera segundo piso</i>	18
<i>Figura 8. Zoom de la figura 7 entre el eje 1-2</i>	19
<i>Figura 9. Zoom de la figura 7 entre el eje 3-4</i>	19
<i>Figura 10. Casa medianera ampliada, segunda planta</i>	20
<i>Figura 11. Casa medianera sin ampliar y ampliada correspondientemente</i>	21
<i>Figura 12. Muestreo en pilas</i>	22
<i>Figura 13. Cuarteo manual sobre una superficie dura, limpia y nivelada</i>	23
<i>Figura 14. Tamices y toma de muestra en la balanza</i>	23
<i>Figura 15. Grafica agregado fino</i>	26
<i>Figura 16. Granulometría Agregado Grueso</i>	30
<i>Figura 17. Probetas a ensayar</i>	31
<i>Figura 18. Toma de medidas de arcilla y arena</i>	31
<i>Figura 19. Unidad de mampostería, ladrillo sucio</i>	33
<i>Figura 20. Unidad de mampostería, ladrillo limpio</i>	33
<i>Figura 21. Barra corrugada</i>	34
<i>Figura 22. Propiedades mecánicas, químicas y dimensiones</i>	34
<i>Figura 23. Despiece de las barras de la tabla 10</i>	35
<i>Figura 24. Malla electrosoldada</i>	36
<i>Figura 25. Esfuerzo vs. Deformación</i>	37
<i>Figura 26. Ubicación de los agregados fino y grueso</i>	38
<i>Figura 27. Agregados</i>	38
<i>Figura 28. Preparación de concreto en obra</i>	40
<i>Figura 29. Grava de tamaño superior a 3/4"</i>	40
<i>Figura 30. Ensayo de consistencia (Slump)</i>	42
<i>Figura 31. Adición de plastocrete a la mezcla</i>	42
<i>Figura 32. Toma de cilindros para resistencia</i>	43
<i>Figura 33. Terreno preparado</i>	44
<i>Figura 34. Planta de cimentación</i>	45
<i>Figura 35. Tipos de viga para la cimentación</i>	46
<i>Figura 36. Instalación de vigas de cimentación</i>	46
<i>Figura 37. Malla y refuerzo de la cimentación</i>	46
<i>Figura 38. Estructura de la losa de cimentación</i>	47
<i>Figura 39. Antes de iniciar la Fundición</i>	47
<i>Figura 40. Después de la fundición</i>	48
<i>Figura 41. Grietas o fisuras en la losa de cimentación</i>	48
<i>Figura 42. Ubicación de ejes en la losa</i>	49
<i>Figura 43. Replanteo en la losa de cimentación</i>	49
<i>Figura 44. Planta de muros del primer piso</i>	50



Figura 45. Detalle en alzada de muro.....	51
Figura 46. Ventanillas o ratoneras.....	52
Figura 47. Uso de boquillera(codal) en la pega de ladrillo.....	52
Figura 48. Fundición de dovelas.....	53
Figura 49. Errores en la construcción.....	53
Figura 50. Corte escalera primer tramo.....	54
Figura 51. Corte escalera segundo tramo.....	54
Figura 52. Formaleta metálica utilizada en las escaleras.....	55
Figura 53. Ubicación de gatos metálicos y formaleta para la segunda planta.....	55
Figura 54. Formaleta Super T.....	56
Figura 55. Losa de entrepiso.....	57
Figura 56. Viga de losa de entrepiso.....	57
Figura 57. Detalle de traslapo en planta de vigas de entrepiso.....	58
Figura 58. Vigas de losa de entrepiso.....	58
Figura 59. Malla de la losa.....	59
Figura 60. Losa de entrepiso antes de la fundición.....	59
Figura 61. Bomba de concreto SP 1000 SHWING.....	60
Figura 62. Línea de tubería.....	60
Figura 63. Fundición losa de entrepiso.....	61
Figura 64. Fallas en la losa de entrepiso.....	61
Figura 65. Plano estructural segunda planta.....	62
Figura 66. Replanteo losa de entrepiso.....	63
Figura 67. Finalización de mampostería de segundo piso.....	63
Figura 68. Viga de amarre.....	64
Figura 69. Refuerzo de 4" en el dintel.....	64
Figura 70. Resane de la viga de amarre.....	65
Figura 71. Viga de amarre terminada.....	65
Figura 72. Corte longitudinal de la casa.....	66
Figura 73. Ubicación de codales.....	66
Figura 74. Alfajía para remate de muro.....	67
Figura 75. Culata terminada.....	67
Figura 76. Elementos de cubierta.....	68
Figura 77. Detalle de viga cinta.....	69
Figura 78. Viga cinta, perlines y canal metálico.....	69
Figura 79. Ubicación de tejas en la cubierta.....	70
Figura 80. Ubicación de tejas intermedias.....	70
Figura 81. Instalación de caballetes.....	71
Figura 82. Ubicación de tejas y el manto asfáltico.....	72
Figura 83. Fallas en la obra.....	72
Figura 84. Excavación inicial.....	73
Figura 85. Redes sanitarias primer piso.....	74
Figura 86. Red de distribución de desagüe.....	74
Figura 87. Red sanitaria, eje 5-4.....	75
Figura 88. Redes sanitarias, eje 4-3.....	75
Figura 89. Redes sanitarias, eje 3-1.....	76
Figura 90. Caja de inspección antes y después de fundirse respectivamente.....	77
Figura 91. Instalación de redes sanitarias de primer piso en una pacha.....	77
Figura 92. Red de desagüe y de distribución agua potable.....	78
Figura 93. Redes hidráulicas primer piso casa medianera.....	79
Figura 94. Red de distribución de agua en obra.....	80
Figura 95. Red de distribución de agua, segundo piso.....	80
Figura 96. Puntos sanitarios primer y segundo piso respectivamente, casa medianera.....	81
Figura 97. Convenciones para el plano(fig.70).....	81



<i>Figura 98. Instalaciones eléctricas.</i>	82
<i>Figura 99. Caja de inspección 1.00* 0.70* 1.20 m.</i>	83
<i>Figura 100. Detalle pedestal para macromedidor.</i>	83
<i>Figura 101. Detalle de ductos entre cámara y tablero eléctrico.</i>	84

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Datos y resultados del ensayo de granulometría.</i>	24
<i>Tabla 2. Corrección de datos.</i>	25
<i>Tabla 3. Especificaciones granulométricas para agregado fino a utilizar en concreto.</i>	25
<i>Tabla 4 Especificaciones granulométricas para agregado fino a utilizar en mortero.</i>	26
<i>Tabla 5. Clasificación del agregado fino.</i>	27
<i>Tabla 6. Datos del ensayo de granulometría.</i>	28
<i>Tabla 7. Corrección de datos.</i>	29
<i>Tabla 8. Art 630. Bandas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural.</i>	29
<i>Tabla 9. Datos y resultados.</i>	32
<i>Tabla 10. Resumen de pesos barras figuradas.</i>	35
<i>Tabla 11. Malla electrosoldada peso y despiece.</i>	37
<i>Tabla 12. I. Ensayo de tracción en grafil longitudinal de malla.</i>	37
<i>Tabla 13. II. Ensayo de resistencia al corte en la soldadura longitudinal.</i>	38
<i>Tabla 14. Clasificación y dosificación por volumen de los morteros de relleno.</i>	39



INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la civilización la ingeniería ha sido un pilar fundamental, esta ha permitido resolver todo tipo de problemas para abarcar un sin número de campos de acción, la ingeniería se ha dividido en diversas ramas, entre ellas y de gran importancia está la Ingeniería Civil. La cual se encarga de buscar soluciones para campos como la hidráulica, geotecnia, las estructuras, vías y transporte.

Para toda sociedad es fundamental avanzar en estos temas y para hacerlo es necesario contar con ingenieros altamente capacitados que puedan identificar problemas y dar soluciones que permitan mitigarlos.

Este trabajo de grado se realizó con el fin de optar al título de Ingeniera Civil. Para lograrlo, se realizó la practica como pasante en la empresa GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA GRACOL S.A.S en la construcción del CONDOMINIO VERSALLES; esta construcción estará ubicada por la variante norte en la ciudad de Popayán, Cauca, donde se me brindó la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, enfocándose en áreas como el estudio de procedimientos constructivos en la mampostería estructural, tales como construcción de fundaciones, construcción de muros estructurales, instalación de estructuras metálicas, ensayos de calidad del concreto entre otros.

También se presenta la oportunidad de conocer los procesos desarrollados en el área administrativa, teórica y técnica, en donde se refuerzan los conocimientos adquiridos teóricamente en la Universidad del Cauca.

De esta manera he realizado el presente trabajo práctico el cual fue aprobado por la Facultad de Ingeniería Civil; autorización que se otorgó por intermedio del Consejo de Facultad mediante la resolución N.º 108 del 2019. Lo que me permitió, entre otras cosas, adquirir la experiencia en esta clase de obras que será de gran utilidad en un futuro como profesional en la materia.



JUSTIFICACION

El objetivo del ingeniero civil es modificar el entorno para satisfacer necesidades de la manera más efectiva posible en términos de infraestructura y edificaciones por lo cual se puede afirmar que un ingeniero es un profesional que aporta a la sociedad en diferentes ámbitos, social, cultural y económico.

En el programa de pregrado de ingeniería civil se adquieren los conceptos teóricos, pero también es muy importante el ejercicio práctico y responsable de la actividad profesional.

Se pretende con la empresa constructora desarrollar actividades que permitan aplicar los conocimientos ya adquiridos en el proceso de formación como ingeniera civil.

Es de gran importancia el ejercicio práctico ya que es la manera de relacionar y complementar los conceptos teóricos con la experiencia profesional orientada por profesionales de la ingeniería y de la construcción pertenecientes a la empresa GRACOL S.A.S. GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA.

Al finalizar la pasantía se espera poseer habilidad para el buen desempeño como profesional y también tener criterio para la toma de decisiones en tanto a problemas o situaciones que se pueden presentar diariamente en las obras civiles.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Participar como residente de obra en la supervisión de la construcción del CONDOMINIO VERSALLES en Popayán, departamento del Cauca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar el seguimiento al control de calidad de los materiales que intervienen en la estructura.
- ✓ Inspeccionar la correcta construcción de la estructura conforme a planos estructurales y arquitectónicos.
- ✓ Supervisar detalladamente la construcción de la estructura con el fin de que ésta quede funcionando correctamente con respecto a instalaciones hidrosanitarios y eléctricas.



1. DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA

La pasantía se realizó formando parte del equipo GRACOL S.A.S. encargado de la construcción del CONDOMINIO VERSALLES, en el municipio de Popayán – Cauca, como se puede observar en la figura 1.

Un condominio es un bien cuya propiedad recae en más de una persona, es decir un inmueble habitado por muchas personas que comparten algunos espacios (parque, piscina, salón de reuniones o lugares para hacer deporte). Cada casa tiene un único dueño y este hace un aporte monetario para gestionar y cuidar solidariamente los espacios compartidos. La ventaja de este tipo de organizaciones es que existe un mayor grado de seguridad, se podría asumir como un barrio privado.

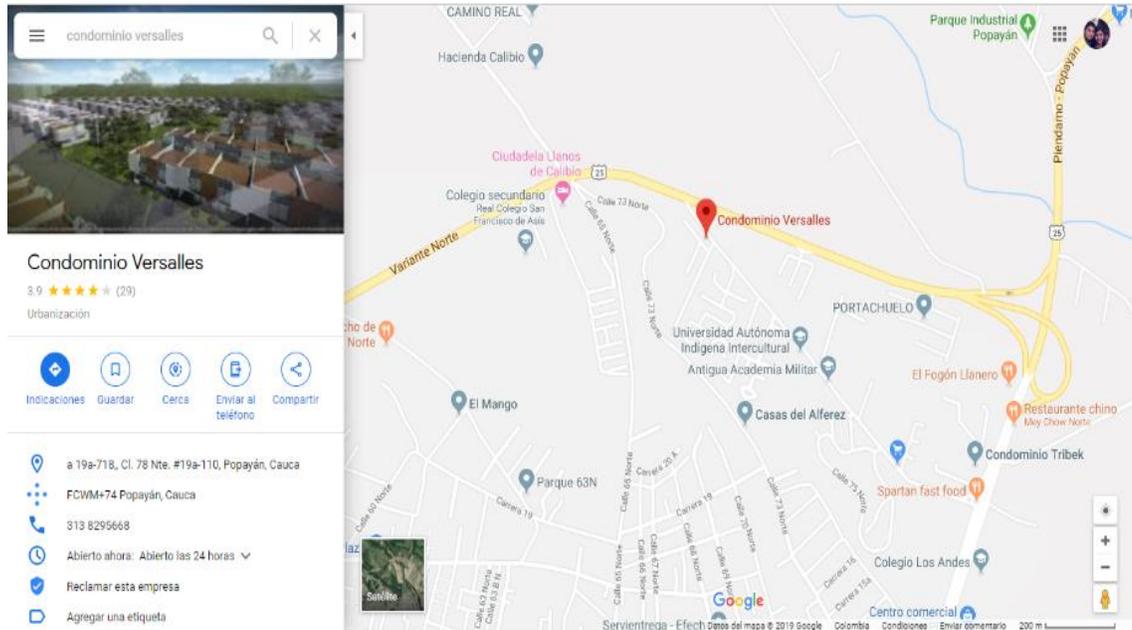
Para la constructora es muy importante la construcción y como se entrega el producto final ya que de eso depende su prestigio. Mi función es vigilar y supervisar la construcción de la obra gris en cada casa con el propósito de que se haga de forma correcta evitando errores habituales como cambiar niveles, desfasar las medidas del plano arquitectónico, cambiar el acero a utilizar en la estructura entre otras cosas.

La obra gris se representa en los inicios de la estructura donde se observan planos arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios y eléctricos.

El condominio Versailles se encuentra en la variante norte de Popayán, en la figura 2 se puede apreciar la extensión que posee y la ubicación exacta de éste, se constituye de 10 manzanas que empiezan en la letra A y terminan en la letra J conforme al abecedario; cada manzana tiene un número diferente de casas acorde con el plano lo que se puede observar en la figura 3 dando un conteo total de 261 casas.



Figura 1. Ubicación del Condominio Versalles



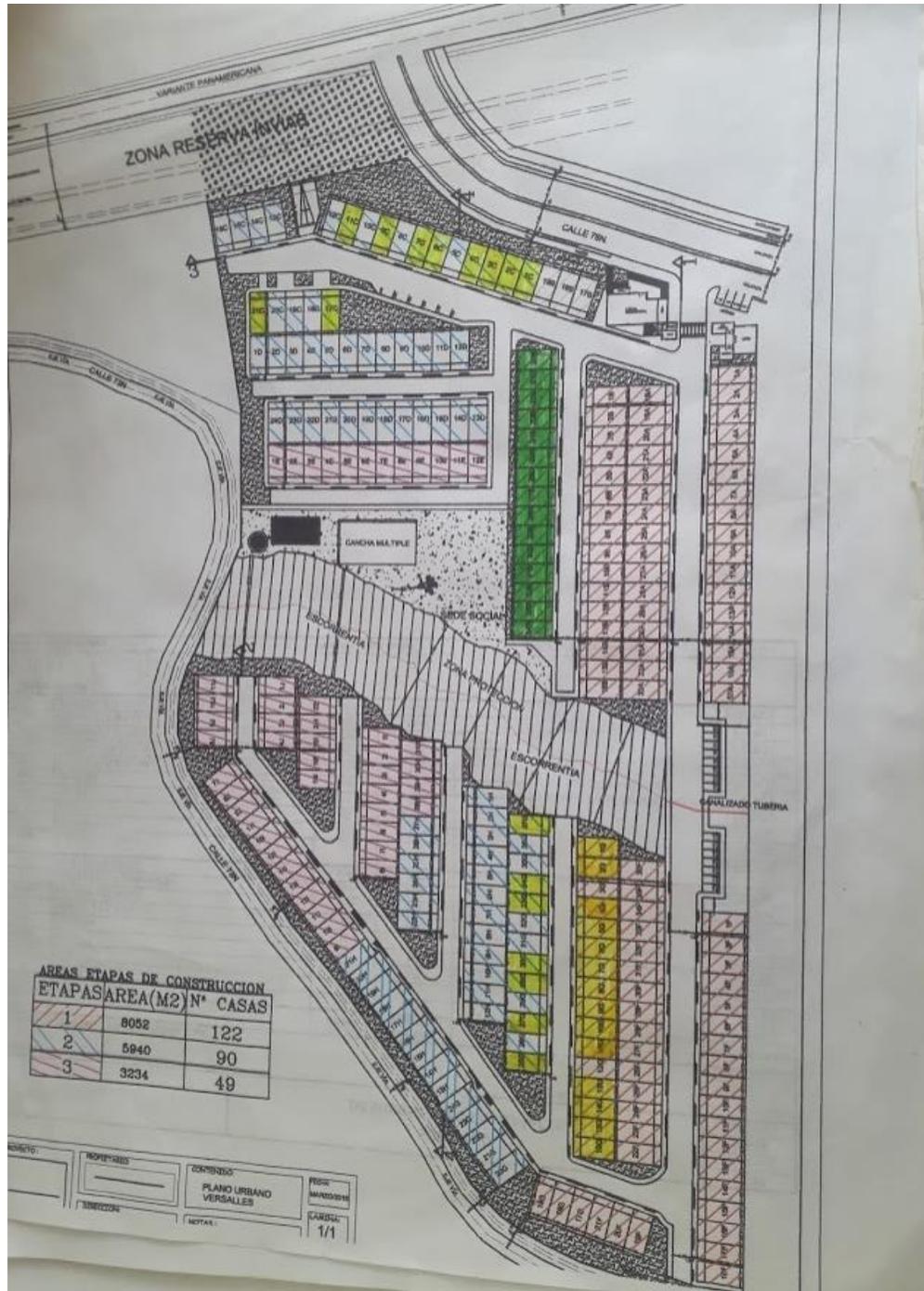
Fuente: Obtenida de Google maps.

Figura 2. Ubicación precisa del condominio versalles.





Figura 3. División por manzanas del Condominio Versalles





Al ingresar a obra ésta ya estaba en la fase final es decir que solo hacían falta construir 49 casas de 261 por lo que intervine en la terminación de la manzana C y en el inicio de las manzanas I y J. Es de mencionar que fue muy complementario el apoyo que recibí por la parte administrativa de la obra. El diseño de las casas se realizó en mampostería estructural, en donde es indispensable tener un gran control en la pega de muros de primer y segundo piso.

La mampostería estructural es un sistema compuesto por bloques de ladrillo u otro material que conforman sistemas monolíticos que pueden resistir cargas de gravedad, sismo y viento. Este sistema está fundamentado en la construcción de muros colocados a mano, de perforación vertical, reforzada internamente con acero estructural y alambres de amarre, los cuales cumplen todas las especificaciones propuestas en el Título D de la NSR – 10. Las celdas de las unidades de mampostería se pueden rellenar parcial o completamente de acuerdo al plano estructural con mortero de relleno.

Figura 4. Elementos que conforman la mampostería estructural.



El encargado de realizar el diseño de los planos estructurales de las casas del condominio Versailles fue el ingeniero JUAN MANUEL MOSQUERA el cual propuso la MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL y el SISTEMA APORTICADO, al analizar los dos modelos se optó por MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL debido a múltiples factores en los que se resalta el tipo de suelo en el que se iba a trabajar y el ahorro económico que se genera ya que parte de la fachada quedaría en ladrillo a la vista.



En un comienzo la obra se empezó con los modelos de casa ESQUINERA Y MEDIANERA como se puede observar en la figura 5 y 6 respectivamente, una de las actividades realizadas fue el reconocimiento de los planos de las casas que se construirían en el condominio, observando los detalles y especificaciones de los mismos, las casas cuentan con dos plantas en donde el primer piso se constituye de un (1) garaje, una (1) sala, una (1) cocina, un (1) patio de ropa, (1) baño social y el segundo piso se constituye de una (1) habitación principal con baño privado, un (1) baño adicional y dos (2) habitaciones más, el área de la casa es de 55 m².

Figura 5. Plano estructural casa esquinera primer y segundo piso.

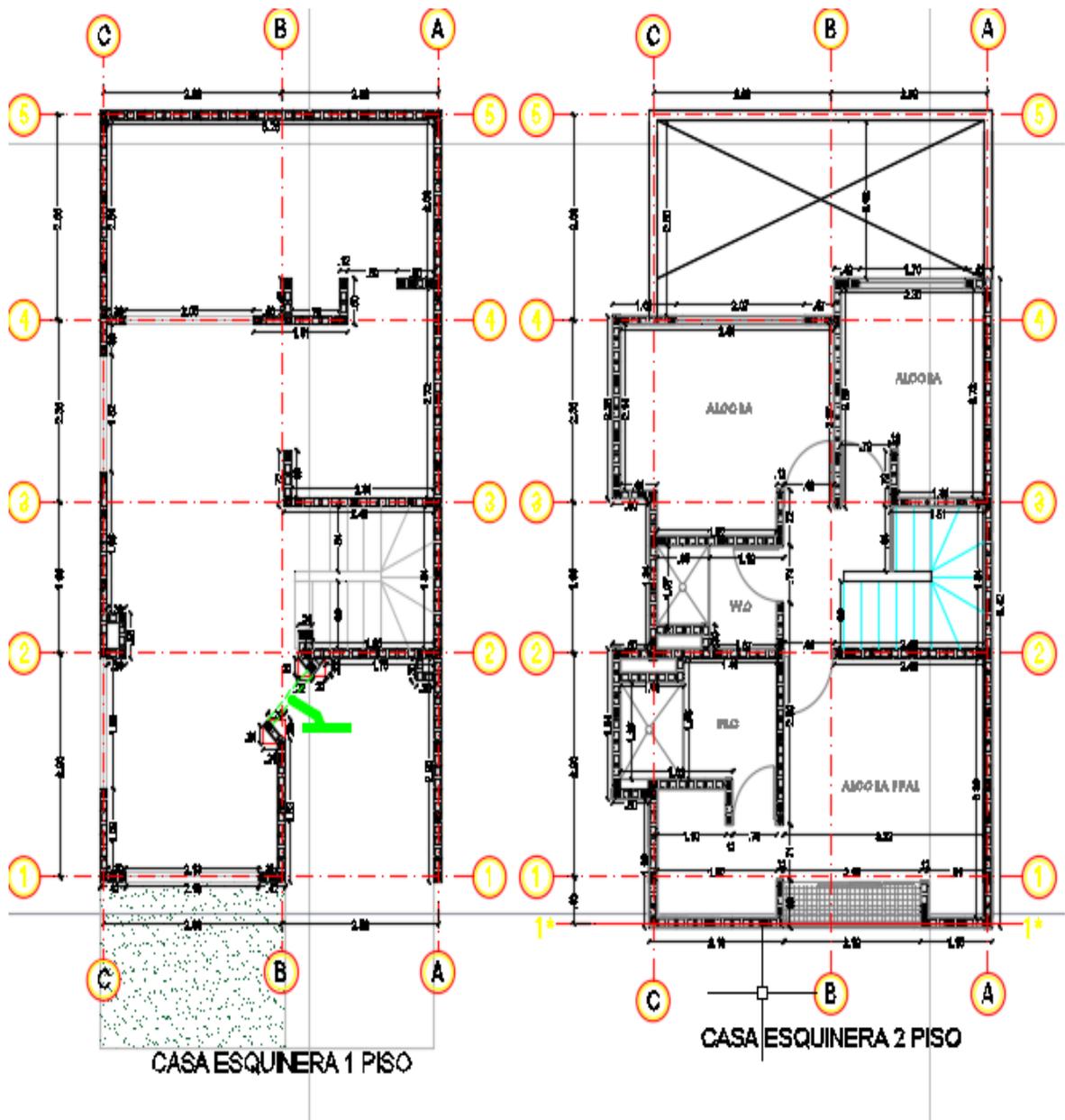
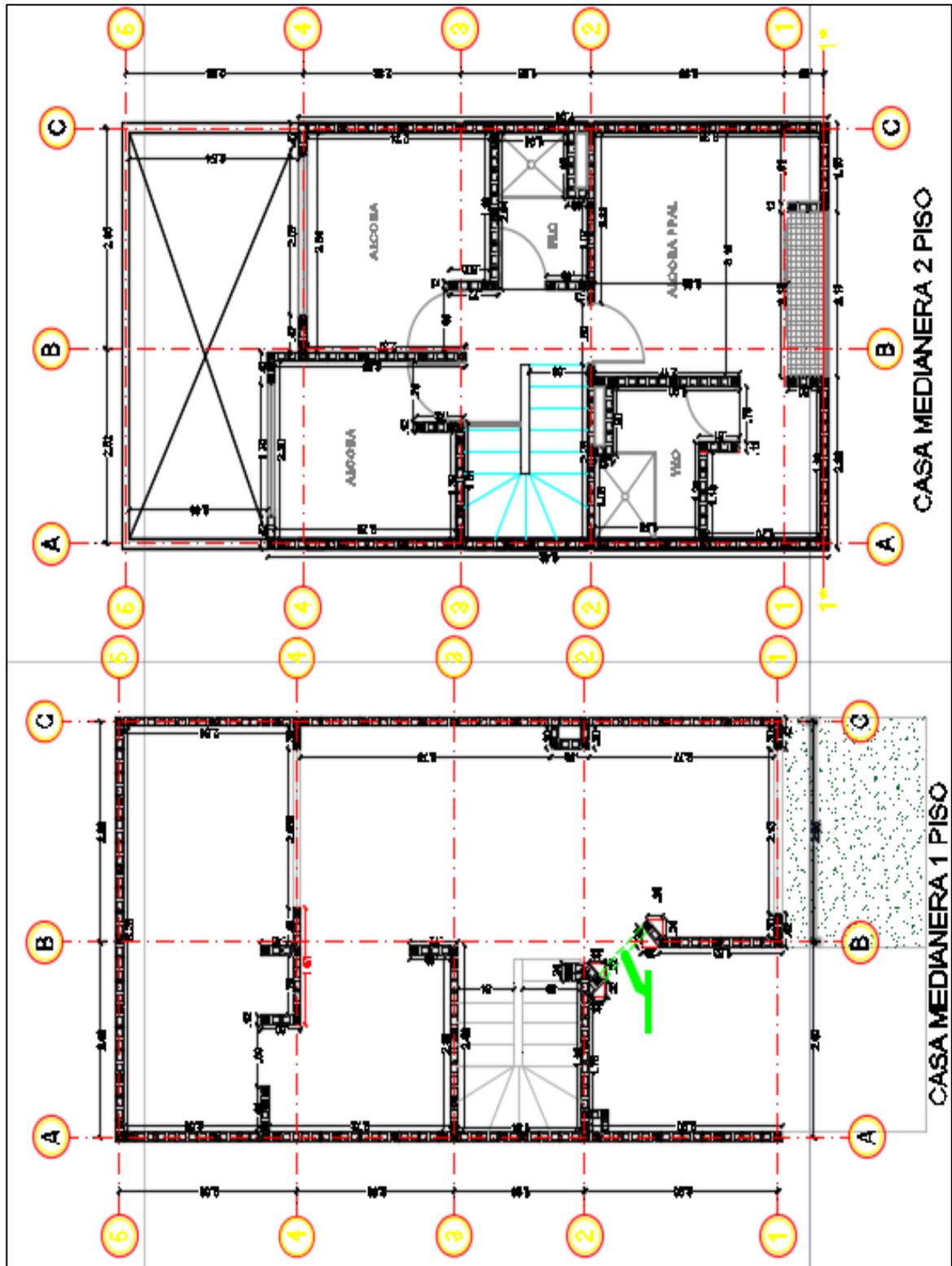




Figura 6. Plano estructural casa medianera primer y segundo piso.





Al comparar el plano estructural de la segunda planta en la casa esquinera y medianera (ver figura 7), la casa esquinera posee más espacio debido a que el eje C se corre hacia el exterior 0.5 metros (m) entre el eje 1 (a una distancia de 1,04m) y sobre el eje 2, lo que comprende 1.72m (ver figura 8); también se corre 0.531m entre el eje 3-4 lo que comprende 2.16m (ver figura 9); el área de la segunda planta en la casa esquinera se aumenta en aproximadamente 2 m².

Figura 7. Comparación entre la casa esquinera y medianera segundo piso.

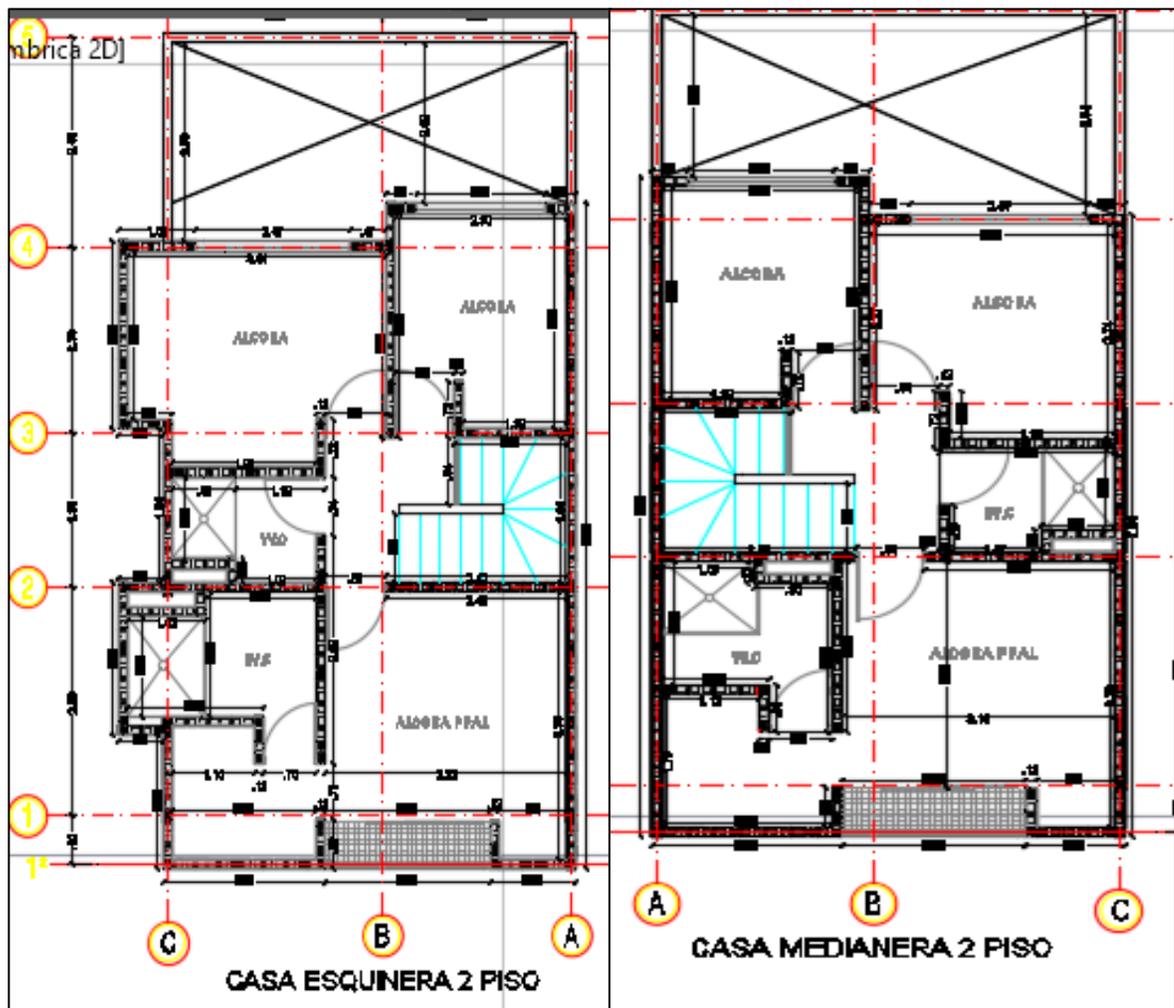




Figura 8. Zoom de la figura 7 entre el eje 1-2.

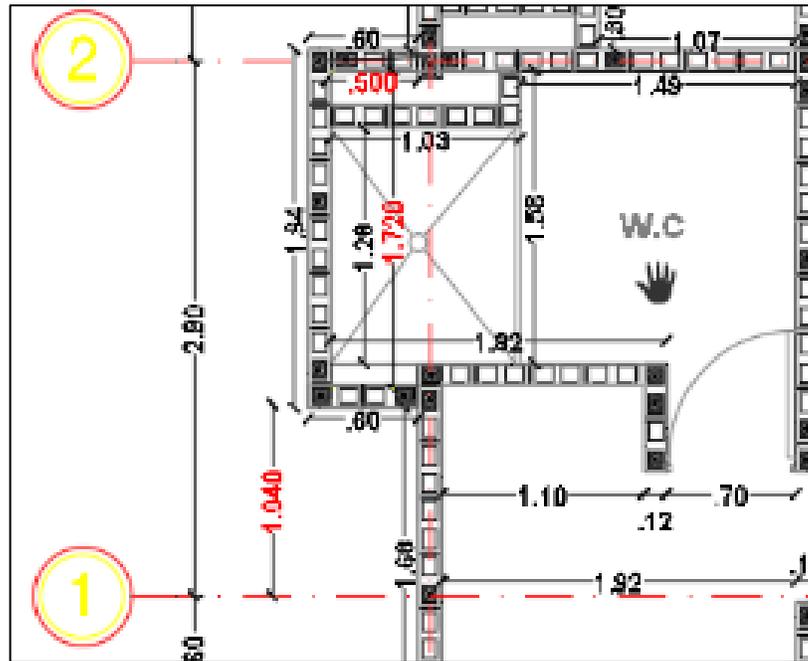
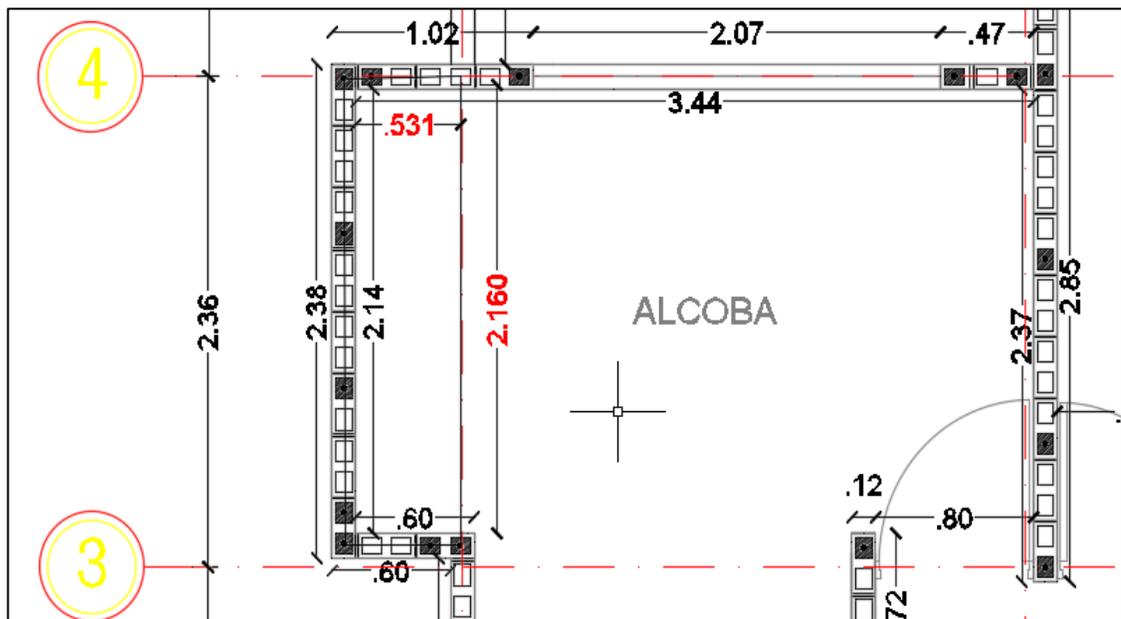


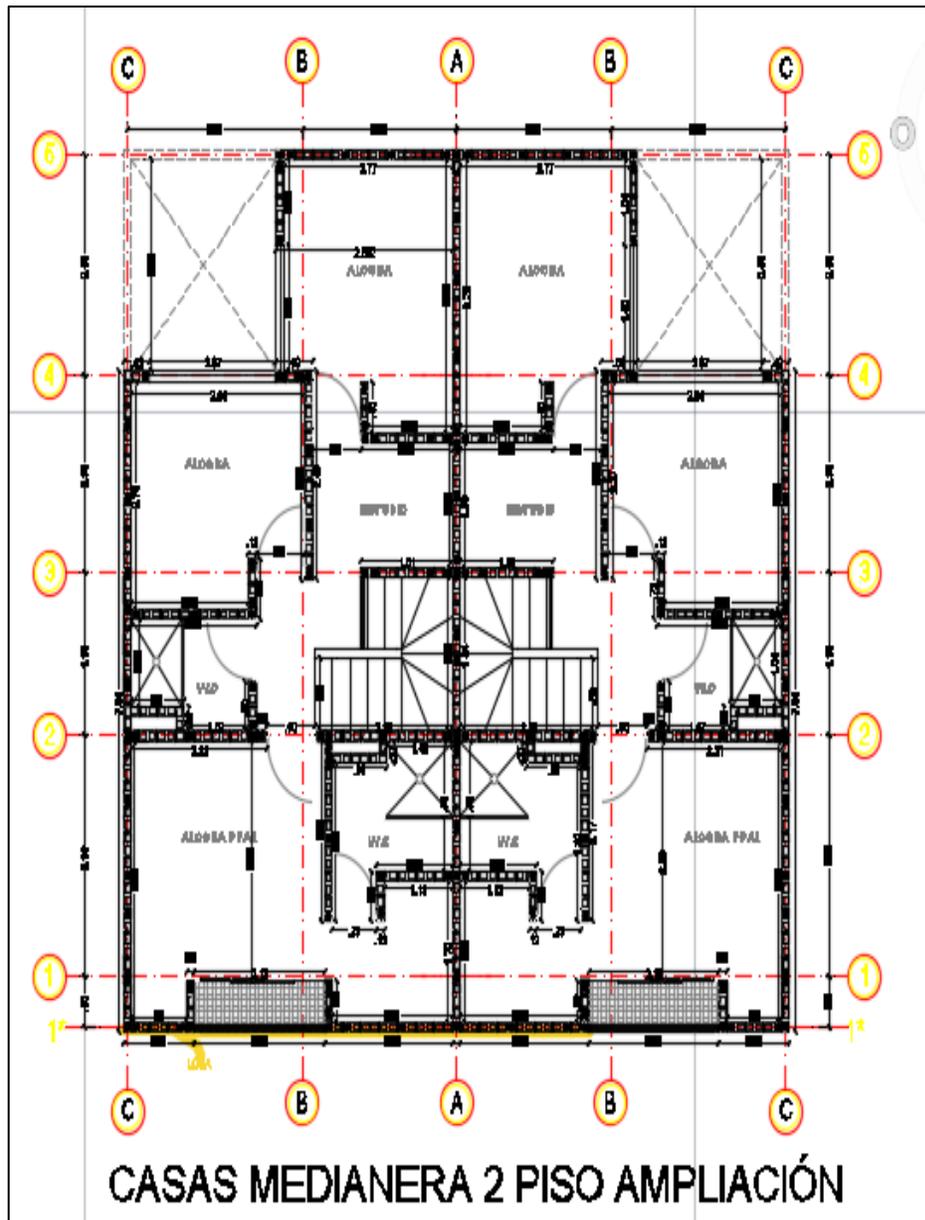
Figura 9. Zoom de la figura 7 entre el eje 3-4.





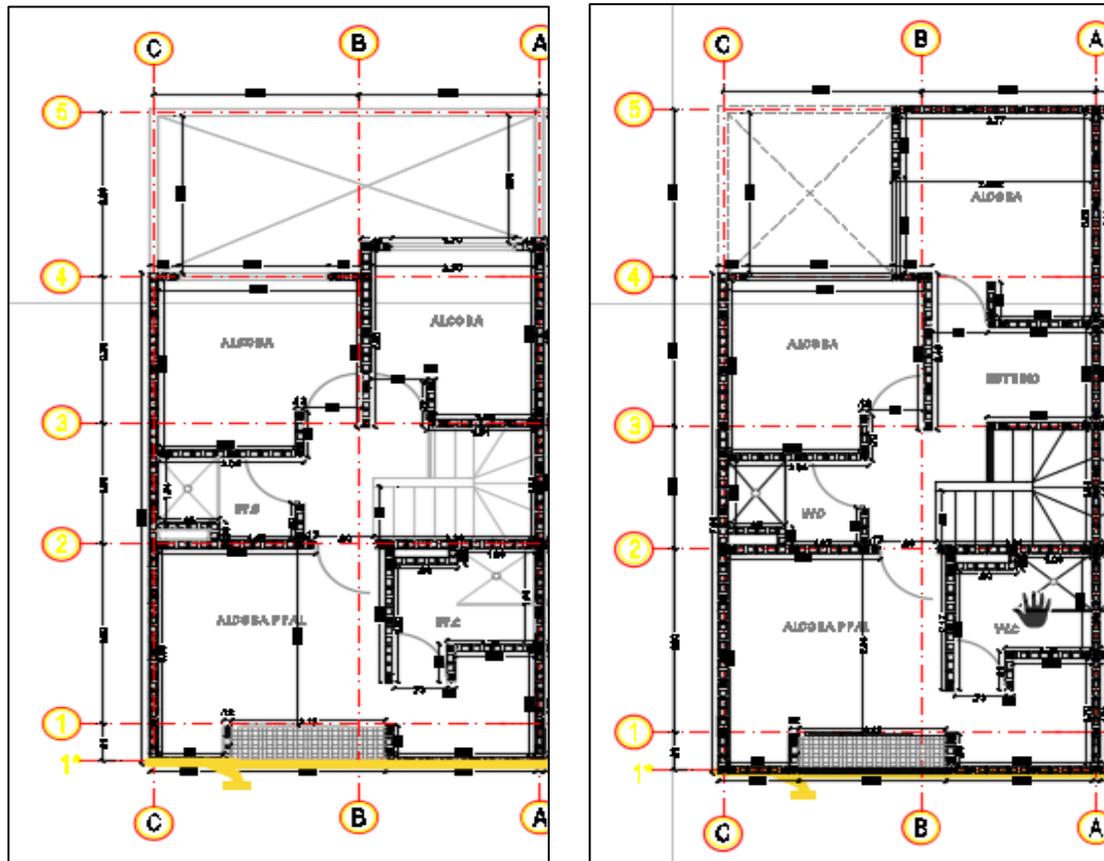
Al dar inicio a la segunda fase se realizaron algunos cambios de diseño en las casas, específicamente en el segundo piso aprovechando el vacío que se obtenía del primer piso (ver figura 5) en donde quedaron las casas ESQUINERA Y MEDIANERA AMPLIADAS como se puede observar en la figura 10; Solo se tiene plano de la casa medianera ampliada, con respecto a la esquinera se toma como base el plano de la casa medianera ya que son muy pocos los cambios.

Figura 10. Casa medianera ampliada, segunda planta.



El cambio con respecto al diseño inicial se ve reflejado en la distribución de las alcobas adicionales en la segunda planta y queda un espacio para estudio como se puede observar en la figura 11, el área que aumenta la segunda planta en el plano es de aproximadamente 5.6 m^2 .

Figura 11. Casa medianera sin ampliar y ampliada correspondientemente.



En estas casas todo se compone de una gran simetría y diseño es por esto que en la ejecución de la obra se debe ser lo más exacto posible para que después no se presenten contratiempos.

Hay diferentes formas para llevar a cabo la ejecución del proyecto en campo se denominan "PACHAS", se pueden ver reflejados los siguientes modelos:

- CASA ESQUINERA Y CASA MEDIANERA CON MURO COMPARTIDO
- CASA MEDIANERA Y CASA MEDIANERA CON MURO COMPARTIDO
- CASA ESQUINERA Y CASA MEDIANERA CON DOBLE MURO



2. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA ESTRUCTURA

2.1 AGREGADOS

La empresa encargada de suministrar los agregados a la obra es Triturados del Cauca, la cual cumple con las especificaciones en el agregado.

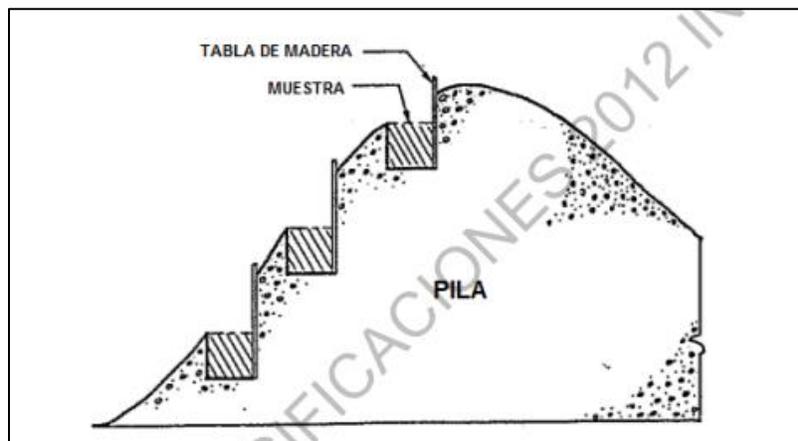
2.1.1 Granulometría.

Es la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados; se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de partículas.

El análisis granulométrico consiste en hacer pasar el agregado a través de una serie de tamices que tienen aberturas cuadradas y cuyas características deben ajustarse a la norma. Actualmente la designación de tamices se hace de acuerdo a la abertura de la malla, medida en milímetros (mm) o en micras. La norma incluye algunos tamices intermedios que no cumplen la relación 1:2 de abertura, pero se usan frecuentemente para evitar intervalos muy grandes entre dos mallas consecutivas.

Para la toma de muestra se toma como referencia la norma INV E-201-07, la cual indica (ver figura 12) la forma adecuada de tomar una muestra significativa para realizar los ensayos respectivos; en obra se realizaba el mismo procedimiento colocando una tabla en cada tramo para evitar la segregación del agregado.

Figura 12. Muestreo en pilas



Para la manipulación de la muestra se hace uso del cuarteo manual según la INV E-202 en donde el agregado debe estar completamente mezclado antes de cuartearlo y tener la suficiente humedad para evitar la segregación y pérdida de finos. Se toman los dos cuartos opuestos para el ensayo (ver figura 13), se debe repetir el proceso hasta obtener la masa requerida.



Figura 13. Cuarteo manual sobre una superficie dura, limpia y nivelada.



Finalmente se seca la muestra a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ hasta obtener una masa constante.

Basados en la norma INV E-213 tenemos la reglamentación para la granulometría en agregados finos y gruesos.

2.1.1.1 Agregado fino

La muestra que se utilizara en el ensayo es de 3500 gramos(g), según la norma la mínima es de 300g. Para el procedimiento se usa una balanza y los siguientes tamices: 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 y el fondo (ver figura 14).

PROCEDIMIENTO:

Se pesa cada tamiz para registrar sus pesos y estos datos se adjuntan en la tabla 1, después se pone a cero la balanza con la bandeja encima (ver figura 14) en donde se pesa 3.5 kg o 3500 g de agregado fino y lo vertimos a los tamices previamente ordenados. Se tamiza el agregado hasta que tenga una masa constante y se pesa cada tamiz colocando cada valor en la tabla 1.

Figura 14. Tamices y toma de muestra en la balanza





Tabla 1. Datos y resultados del ensayo de granulometría.

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO					
MASA INICIAL DE 3500 gr.					
Tamiz	Abertura	Masa del tamiz en (gr)	Masa retenida + Masa del tamiz en (gr)	Masa retenida en (gr)	Error
3/8"	9.5	540	548	-	0.17%
N° 4	4.75	510	520	10	
N° 8	2.36	483	1329	846	
N° 16	1.18	420	1161	741	
N° 30	0.6	385	1056	671	
N° 50	0.3	360	1154	794	
N° 100	0.15	331	648	317	
N° 200	0.075	311	405	94	
Fondo		350	371	21	
			Sumatoria	3494	

- ✓ Masa inicial: 3500 g
- ✓ Masa final: 3494 g
- ✓ Tamaño máximo absoluto: 3/8"
- ✓ Tamaño máximo nominal: #4
- ✓ Cálculo del error:

$$ERROR = \frac{W_{inicial} - W_{final}}{W_{inicial}} * 100$$

$$ERROR = \frac{3500 - 3494}{3500} * 100 = 0.1$$

- ✓ Corrección:

$$Correccion = \frac{error \text{ en gramos}}{Numero \text{ de tamices donde se retuvo la masa}}$$

$$Correccion = \frac{6}{8} = 0.7 \text{ g}$$



Tabla 2. Corrección de datos.

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO					
MASA INICIAL DE 3500 gr.					
Tamiz	Abertura	Masa retenida corregida en (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
3/8"	9.5	-	-	-	-
N° 4	4.75	10.7	0.31	0.31	99.69
N° 8	2.36	846.7	24.19	24.50	75.50
N° 16	1.18	741.7	21.19	45.69	54.31
N° 30	0.6	671.7	19.19	64.88	35.12
N° 50	0.3	794.7	22.71	87.59	12.41
N° 100	0.15	317.7	9.08	96.66	3.34
N° 200	0.075	94.7	2.71	99.37	0.63
Fondo		22	0.63	100.00	0.00
Sumatoria		3500	100		

- Especificaciones granulométricas:

En el artículo INV 630-07 de la norma se determina las especificaciones granulométricas del agregado fino para concreto.

Tabla 3. Especificaciones granulométricas para agregado fino a utilizar en concreto.

TAMIZ	AGREGADO FINO % PASA
3/8" - (9,51 mm)	100
No. 4 - (4,76 mm)	95 – 100
No. 8 - (2,38 mm)	80 – 100
No. 16 - (1,19 mm)	50 – 85
No. 30 - (595 µm)	25 – 60
No. 50 - (297 µm)	10 – 30
No. 100 - (149 µm)	2 – 10

Según la NTC (Norma Técnica Colombiana) 2240 se tiene la especificación para el agregado fino utilizado en mortero.

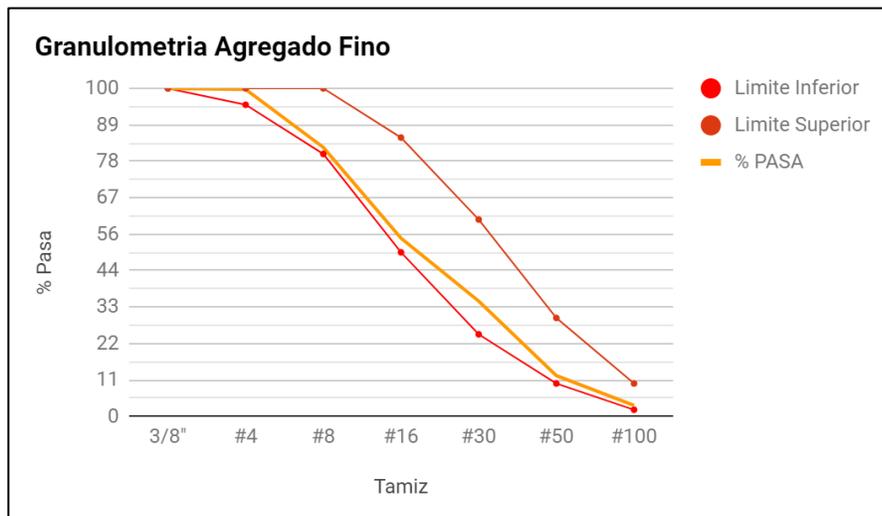


Tabla 4 Especificaciones granulométricas para agregado fino a utilizar en mortero.

TAMIZ	ARENA NATURAL % PASA	ARENA MANUFACTURADA % PASA
3/8" - (9,51 mm)	100	100
No. 4 - (4,76 mm)	95 – 100	95 – 100
No. 8 - (2,38 mm)	70 – 100	70 – 100
No. 16 - (1,19 mm)	40 – 75	40 – 75
No. 30 - (595 μm)	10 – 35	20 – 40
No. 50 - (297 μm)	2 – 15	10 – 25
No. 100 - (149 μm)	---	0 – 10

Es decir que después de corregir los datos (ver tabla 2) se grafica el % PASA de esta tabla con las especificaciones, para este caso se compara con el agregado fino admitido para concretos (ver figura 15).

Figura 15. Grafica agregado fino



En la gráfica se puede observar que el agregado fino que provee la empresa Triturados del Cauca cumple con la granulometría que se requiere según la norma para la realización de concretos, el mismo procedimiento se realiza para la arena de mortero solo que ahí se comprara con la especificación para morteros (ver tabla 4).

- Módulo de finura:

Es un factor empírico que permite estimar que tan fino es un material. Está definido como la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N°8, N°4(4,76mm)

Según el módulo de finura el agregado fino se puede clasificar como (ver tabla 5):



Tabla 5. Clasificación del agregado fino.

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

- Cálculo del módulo de finura:

$$MF = \frac{\sum \%Retenido\ Acumulado\ desde\ el\ tamiz\ N4\ al\ N100}{100}$$

$$MF = \frac{319.3}{100} = 3.2$$

Se considera que la arena presenta un módulo de finura adecuado para la fabricación de concreto. Como se puede observar en la tabla 5, hablamos de una arena gruesa. Si la arena posee un módulo de finura menor a 2.7 se consideran arenas finas que pueden ser perjudiciales en esta aplicación ya que requieren mayor consumo de pasta de cemento porque su área superficial es mayor, caso opuesto que la arena posee un módulo de finura mayor a 3.5 resultan demasiado gruesas y también son inadecuadas porque tienden a producir mezclas de concreto ásperas, segregables, y poco manejables.

Para la fabricación de mortero de pega la arena debe tener un módulo de finura que oscile entre 2.3 -2.6.

2.1.1.2 Agregado grueso

Se define como una partícula dura y resistente. Además, por su forma y textura aportan a la durabilidad de la obra.

El tamaño del agregado grueso se determina por el tamaño de la abertura del tamiz y se aplica al agregado que pasa a través de este y que se queda retenido en el tamiz inmediatamente menor. El agregado a utilizar en obra se define como Grava (triturado de ¾) y Gravilla (triturado de 3/8).

Para la granulometría del agregado grueso se realiza el mismo procedimiento que para el agregado fino, el cambio radica en los tamices a utilizar ya que la escala es diferente. Para el agregado grueso se hace uso de los siguientes tamices: 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", #4 y fondo. Cabe mencionar que solo se le realizó granulometría a la grava, que era la que presentaba mayor contratiempo en obra.



Según la INV- E: 123-07 en la tabla 1 de dosificaciones dice que la muestra mínima para la granulometría para un agregado de ¾ es de 2000 g; para este ensayo se utilizó 5500g.

Tabla 6. Datos del ensayo de granulometría.

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO					
MASA INICIAL DE 5500 gr.					
Tamiz	Abertura del tamiz en mm.	Masa del tamiz en (gr)	Masa retenida + Masa del tamiz en (gr)	Masa retenida en (gr)	Error
1"	25	598	598	0	0.22%
¾"	19	572	1271	400	
½"	12.5	556	2006	1450	
3/8"	9.5	540	1686.5	1445.5	
¼"	6.3	520	1691.1	1171.1	
4	4.75	510	861	351	
Fondo		350	1020.4	670.4	
			Sumatoria	5488	

✓ Cálculo del error:

$$ERROR = \frac{W_{inicial} - W_{final}}{W_{inicial}} * 100$$

$$ERROR = \frac{5500 - 5488}{5500} * 100 = 0.22$$

✓ Corrección:

$$Correccion = \frac{\text{error en gramos}}{\text{Numero de tamices donde se retuvo la masa}}$$

$$Correccion = \frac{12.1}{6} = 2 g$$



Tabla 7. Corrección de datos.

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO					
MASA INICIAL DE 5500 gr.					
Tamiz	Abertura	Masa retenida corregida en (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
1"	25	-	-	-	100
¾"	19	402	7.31	7.31	94.69
½"	12.5	1452	26.40	33.71	66.29
3/8"	9.5	1447.5	26.32	60.03	39.97
¼"	6.3	1173.1	21.33	81.36	18.64
4	4.75	353	6.42	87.77	10.23
Fondo		672.4	12.23	100.00	0.00
Sumatoria		5500	100.00		

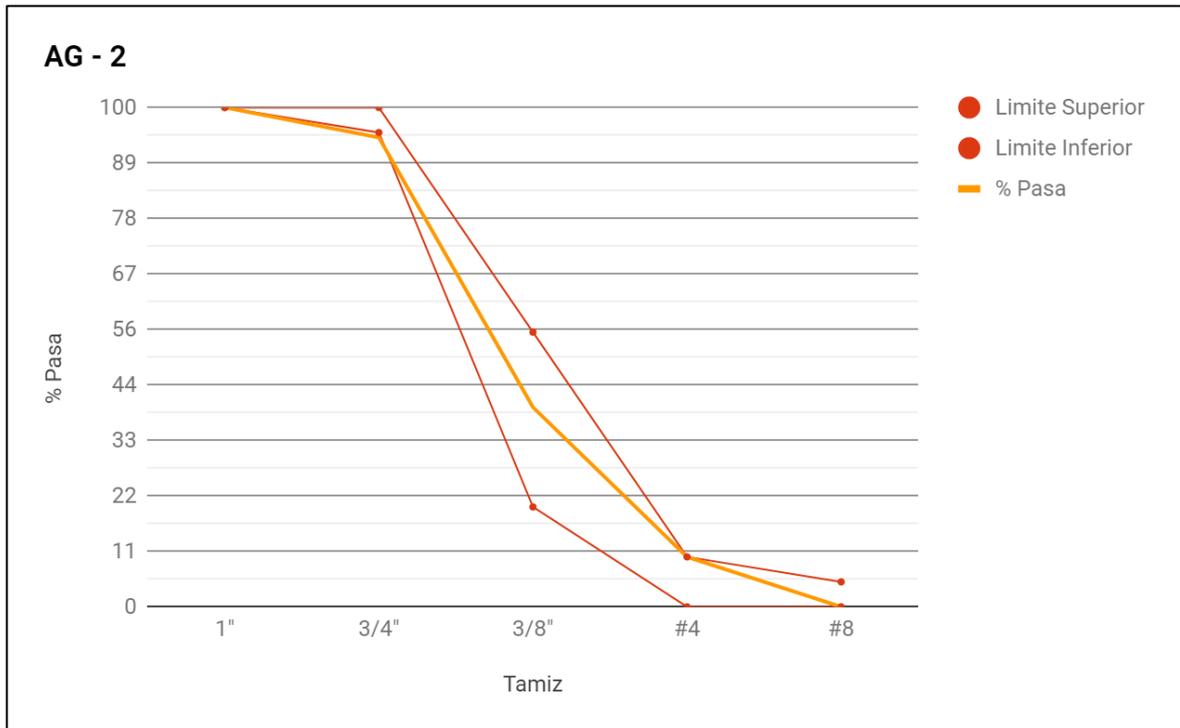
Tabla 8. Art 630. Bandas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (% PASA)						
Normal	Alterno	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm	2,5 "	-	-	-	-	100	-	100
50 mm	2 "	-	-	-	100	95-100	100	95-100
37.5mm	1 1/2 "	-	-	100	95-100	-	90-100	35-70
25.0mm	1 "	-	100	95-100	-	35-70	20-55	0-15
19.0mm	3/4 "	100	95-100	-	35-70	-	0-15	-
12.5mm	1/2 "	90-100	-	25-60	-	10-30	-	0-5
9.5 mm	3/8 "	40-70	20-55	-	10-30	-	0-5	-
4.75mm	No.4	0-15	0-10	0-10	0-5	0-5	-	-
2.36mm	No.8	0-5	0-5	0-5	-	-	-	-

El porcentaje pasa del ensayo(ver tabla 7) se lo compara con la especificacion(ver tabla 8). En este caso se toma como referencia el AG 2 ya que se habla de un agregado de ¾".



Figura 16. Granulometría Agregado Grueso.



Según la figura 16 el agregado si corresponde al solicitado en obra, como se puede observar no se desfasa de la especificación en donde los limites superior e inferior logran envolver al porcentaje pasa del agregado ensayado.

2.1.2 Equivalente de arena.

El "equivalente de arena" es la relación entre la altura de arena y la altura de arcilla, expresada en porcentaje lo que se puede encontrar en la norma INV E 133-13.

Para realizar este ensayo en obra se necesitan tres porciones de muestra de 130 gramos(g) cada una, las cuales son tomadas cuando se realiza la granulometría para el agregado fino. La solución de trabajo está compuesta por de cloruro de calcio (STOCK) diluida en agua, para este ensayo la solución Stock se compone de 88cm³ de solución pura por un galón de agua.

Al trabajar con 3 muestras cada probeta tendrá una diferencia de 5 minutos entre la primera y segunda y 10 minutos entre la primera y tercera muestra.

Cada volumen de 130 g de agregado fino a ensayar (pasante del tamiz N° 4), es secado en el horno hasta masa constante y se dejada en reposo 10 minutos previos a realizar el ensayo.

Cada una de estas muestras se sitúa en una probeta graduada con una solución de trabajo a una altura de 4pulgadas o 101.6 ml (ver figura 17). Se deja reposar la



mezcla durante 10 minutos y después se agita para que las partículas de arena pierdan la cobertura arcillosa durante 30 segundos en 90 ciclos.

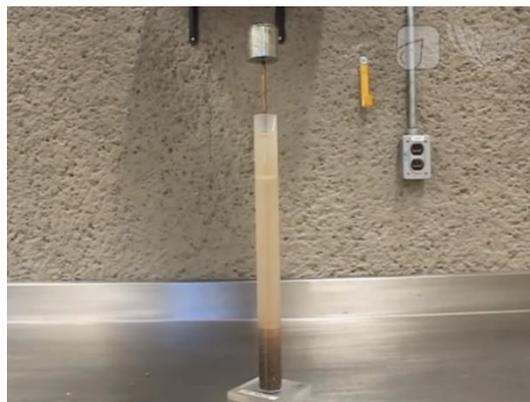
Figura 17. Probetas a ensayar.



La muestra es entonces "irrigada", usando una cantidad adicional de solución de trabajo, para forzar el material arcilloso a quedar en suspensión encima de la arena hasta completar una altura de 15 pulgadas o 381 mm. Después de 20 minutos en un período de sedimentación, se determinan las alturas de la arcilla floculada y de la arena en el cilindro.

Según la figura 18 antes de ingresar el pistón se debe realizar la lectura de arcilla, en donde se pueda diferenciar la línea de arcilla de la de solución; seguido de esto se ingresa el pistón para realizar la lectura de arena, a la lectura de arena que resulte se le resta la constante del pistón de 10 pulgadas y finalmente se aplica la fórmula de equivalente de arena.

Figura 18. Toma de medidas de arcilla y arena.





$$Eq. Arena = \frac{Lectura\ nivel\ superior\ de\ la\ arena}{Lectura\ nivel\ superior\ de\ la\ arcilla} * 100$$

Tabla 9. Datos y resultados.

ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA				
Probeta	Lectura de Arcilla(ml)	Lectura de Arena(ml)	Constante del Pistón (ml)-pulg	Equivalente de arena (%)
1	105	340	254-10	81.9
2	100	330	254-10	76
3	104	326	254-10	72

Como se puede observar en la tabla 9 los resultados que arroja el ensayo determinan que el contenido de arcilla en el agregado es mínimo con respecto al reglamentado, el promedio es de 76.6% y según la norma I.N.V.E-133-07 el requisito mínimo es del 60% lo que indica que cumple.

2.2 BLOQUES DE LADRILLO

La empresa la Sultana es la proveedora de los ladrillos estructurales para la obra en donde se manejaron dos tipos de ladrillo:

- Ladrillo sucio: bloque estructural No. 12 con las siguientes dimensiones, largo: 29cms, ancho:12cms, alto:10cms acorde con el que provee el plano estructural (Ver figura 19). En algunas ocasiones el ladrillo llegaba más pequeño y para compensar ese desfase se aumentaba ligeramente la separación de los ladrillos.
- Ladrillo limpio: ladrillo estructural No.12 con dimensiones en el orden de largo: 24cms, ancho:12cms, alto:6,5cms el cual quedaba a la vista y solo se lo utilizo para parte de la fachada (ver figura 20).

Figura 19. Unidad de mampostería, ladrillo sucio.

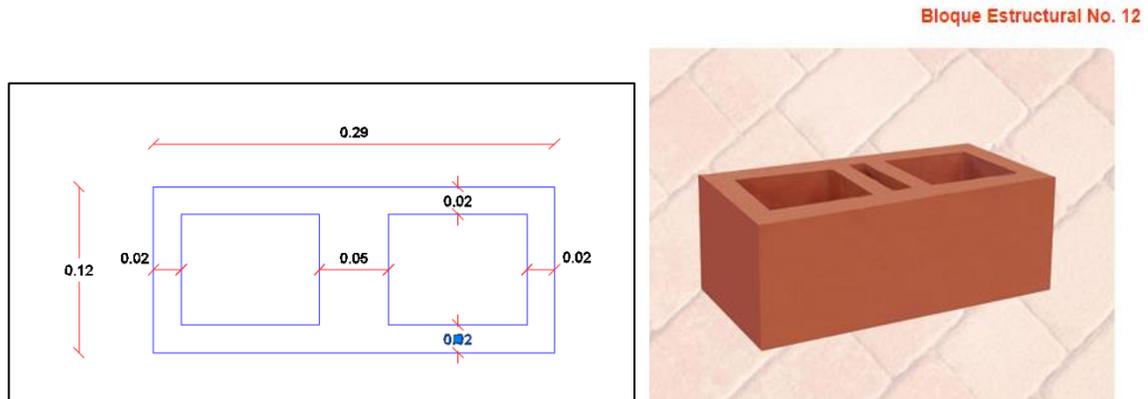


Figura 20. Unidad de mampostería, ladrillo limpio.



2.3 ACERO

La empresa encargada de distribuir el acero en la obra es Acerías Paz del Rio S.A., al realizar cada entrega la empresa hace un reporte de calidad con el fin de garantizar el acero que se utiliza en obra.

La empresa Paz del Rio cumple con la norma NTC 2289, lo que garantiza composición química, dimensiones, propiedades mecánicas, doblado y peso por metro, cuyo cumplimiento es de carácter obligatorio de acuerdo con el código NSR-10 de sismo resistencia.

Para la caracterización del acero se tendrá en cuenta:



2.3.1 Barra corrugada.

Al ser un producto de acero micro aleado(mejorado), estas barras aseguran tener un óptimo desempeño estructural (doblado, soldabilidad, elasticidad).

Esta varilla se utiliza en vigas, refuerzo de los muros de mampostería, soporte en la cubierta, refuerzo en la losa de cimentación y losa de entrepiso, (ver figura 21).

Figura 21. Barra corrugada.



En la figura 22 se puede apreciar las propiedades mecánicas y químicas del acero, en obra se hizo uso de las barras de 1/2", 3/8", 1/4".

Figura 22. Propiedades mecánicas, químicas y dimensiones.

UNIDADES	LÍMITE DE FLUENCIA	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	BARRAS EN PULGADAS		LONGITUD
kgf/mm ²	42 - 55	56 min	Designación No.	Pulgadas	Metros
lbf/pulg ²	60,000 - 78,000	80,000 min	2	1/4	6, 9, 12 y 14
MPa	420 - 540	550 min	3	3/8	6, 9, 12 y 14
			4	1/2	6, 9, 12 y 14
			5	5/8	6, 9, 12 y 14
			6	3/4	6, 9, 12 y 14
			7	7/8	6, 9, 12 y 14
			8	1	6, 9, 12 y 14
			10	1 1/4	6, 9, 12 y 14

ALARGAMIENTO EN 200 mm		
Designación	% mín	
No. de octavos	2 a 6	14
de pulgada	7 a 10	12
en mm	6M a 12M	14

COMPOSICIÓN QUÍMICA

(Análisis de colada %)

%C máx	%Mn max	%P max	%S max	%Si max	%Nb*	%C.E. max
0,30	1,50	0,035	0,045	0,50	0,010-0,020	0,55

*Nb: Elemento de aleación, refina el grano mejorando la ductilidad

El Condominio Versailles realizo la siguiente solicitud (ver tabla 10) a la empresa Paz del Rio el 27 de junio del 2019 para las vigas de entrepiso de las viviendas de la Manzana J (1 a 4). En la imagen 23 se puede observar el despiece que tienen estas varillas.



Tabla 10. Resumen de pesos barras figuradas.

DIAMETRO	Fy(Mpa)	Longitud(m)	Peso(kg)
1/2"	420	373.68	371.44
3/8"	420	800.36	448.20
1/4"	420	1464.96	364.78
Total, Barras Figuradas			1287,47

Figura 23. Despiece de las barras de la tabla 10.

Lista de barras 1/2"

5	6.00	20	1/2"	6.00	119.28	er
6	5.40	16	1/2"	5.80	92.24	ou
7	5.00	4	1/2"	5.00	19.88	a
8	3.56	8	1/2"	3.56	28.31	ou
9	3.00	8	1/2"	3.40	27.04	ou
10	3.00	8	1/2"	3.40	27.04	a
11	3.20	8	1/2"	3.20	25.45	ou
12	2.50	4	1/2"	2.90	11.53	ou
13	1.20	8	1/2"	1.60	12.72	ou
14	0.80	8	1/2"	1.00	7.95	ou

Peso total barras 1/2" = 371.44 kg

Lista de barras 3/8"

6	8.65	4	3/8"	8.65	19.38	a
7	7.88	8	3/8"	8.18	36.65	ou
8	6.75	4	3/8"	6.90	15.46	er
9	6.50	8	3/8"	6.65	29.79	ou
0	5.10	16	3/8"	5.40	48.38	ou
1	2.90	16	3/8"	3.20	28.67	ou



Continuación figura 23

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAM	LONG (m)	PESO	
22		6	3/8"	3.05	13.86	OK
23		16	3/8"	2.90	25.98	OK
24		32	3/8"	2.77	49.64	OK
25		16	3/8"	1.77	15.86	OK
26		8	3/8"	1.57	7.03	OK
27		240	3/8"	1.10	147.84	OK
28		16	3/8"	1.10	9.86	OK
Peso total barras 3/8" = 448.20 kg						
Lista de Barras 1/4"						
29		8	1/4"	6.00	11.95	OK
30		1968	1/4"	0.72	352.82	OK
Peso total barras 1/4" = 364.78 kg						
PESO TOTAL DE FIGURACION DESPIECE No 117959 = 1.287.47 kg						

2.3.2 Malla electrosoldada.

Las mallas electrosoldadas son producidas bajo especificaciones de la norma NTC 5806, sirve de refuerzo para la losa de cimentación y la losa de entrepiso.

Figura 24. Malla electrosoldada.





La empresa Pas del Rio tiene una gran variedad en la designación de las mallas según la necesidad, para la obra se utilizó la malla XX-378 que tiene las siguientes especificaciones (ver tabla 11):

Tabla 11. Malla electrosoldada peso y despiece.

TIPO MALLA	DIMENSIONES		SEPARACION		CANTIDAD DE VARILLAS		PELOS				DIAMETRO		PESO
	LONG	TRANS	LONG	TRANS	LONG	TRANS	LONG		TRANS		GRAFIL		TOTAL
	MTS	MTS	MTS	MTS			SUP	INF	SUP	INF	LONG	TRANS	KILOS
XX-378 M1	6.00	2.35	0.15	0.15	16	40	0.075	0.075	0.050	0.050	8.5	8.5	84.74

La empresa Concrelab (Medición Confiable), realiza un informe del ensayo que le realizan a la malla electrosoldada de acero para refuerzo de concreto (Grafil Longitudinal) que debe cumplir con la NTC 5806-2010 con los numerales 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 y 9 y con la NTC 3353-1997 con los numerales 5, 11, 12 y 13. Basados en esta norma le realizan los ensayos pertinentes (ver figura 25) en donde se observa el comportamiento que tiene el acero al aumentar la carga, y según la pendiente de la gráfica se puede determinar el módulo de Young; los resultados que arrojan se pueden ver en la tabla 12; adicional a esto al acero se le realiza un ensayo de resistencia (ver tabla 13).

Figura 25. Esfuerzo vs. Deformación.

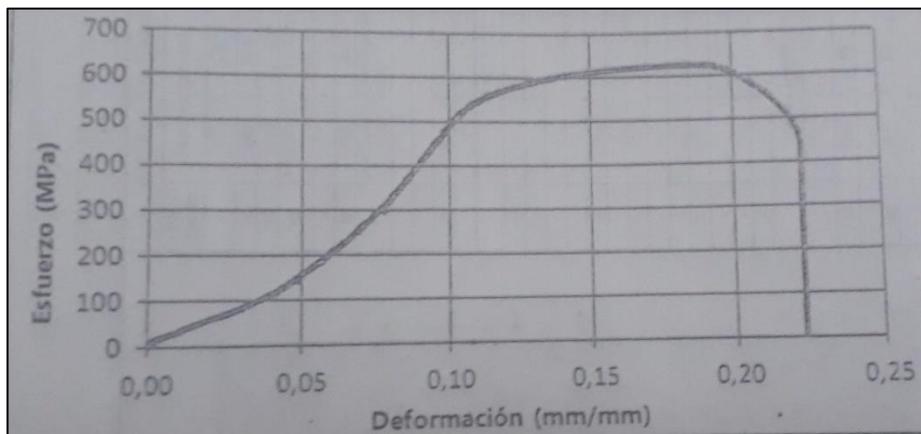


Tabla 12. I. Ensayo de tracción en grafil longitudinal de malla.

Dimensiones estándar de la malla con grafil(mm)	Parámetro	Reducción de área	Fuerza máxima (N)	Resistencia a la tracción (Mpa)	Resistencia a la fluencia (Mpa)
Diámetro longitudinal: 8.5	Valor obtenido	49.2 %	35.542,6	626.4	536.7
Diámetro Transversal: 8.5					
Separación longitudinal: 150	Requisito de norma	N.A.	N.A.	Min 550	Min 485
Separación transversal: 150					



Tabla 13. II. Ensayo de resistencia al corte en la soldadura longitudinal.

	N°	Lugar de falla	Carga (N)	Promedio
Valores obtenidos	1	Grafil	17.150	14.521
	2	Soldadura	11.160	
	3	Soldadura	14.610	
	4	Soldadura	15.162	
Requisito mínimo de norma				13.676

2.4 MEZCLAS EN OBRA

El agregado fino y grueso utilizado en las diferentes mezclas realizadas en obra se ubican en un acopio improvisado (ver figura 26) cerca a las oficinas con el fin de que cuando en obra se requiera material, el ingeniero residente tenga control sobre este y no se desperdicie o se le dé un mal uso en obra.

Figura 26. Ubicación de los agregados



En obra se hizo uso de arena fina, arena gruesa, gravilla (3/8”) y grava (3/4”), como se puede observar en la figura 27 respectivamente.

Figura 27. Agregados





- **MORTERO DE PEGA:**

El mortero debe tener buena plasticidad, consistencia y ser capaz de retener el agua mínima para la hidratación del cemento, además garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante. La arena fina se mezcla con cemento en una dosificación 1:3, según la norma NSR-10 en el capítulo D, tabla D.3.4-1 el mortero se clasifica como tipo S en donde la resistencia mínima a la compresión es de 12.5 Mpa; es de mencionar que al mortero no se le realizaron ensayos pertinentes en obra con los cubos de 50 mm de lado como lo sugiere la norma. El tamaño máximo de la arena fina para el mortero de pega es de aproximadamente 2.5 mm ya que son morteros de gran resistencia por lo que pueden soportar cargas a compresión y deben hacerse con arena limpia.

- **MORTERO DE RELLENO (GROUTING)**

Este mortero debe ser de buena consistencia y con fluidez suficiente para penetrar en las celdas de inyección sin segregación, es decir fundición de dovelas; vital para la parte estructural de los muros.

La mezcla debe estar compuesta por cemento, arena gruesa y gravilla (agregado grueso de 3/8") en una dosificación de 1:3.2; según la tabla 14 bajo esta dosificación se habla de un mortero grueso.

Tabla 14. Clasificación y dosificación por volumen de los morteros de relleno.

Tipo de Mortero	Cemento	Agregados/Cemento			
		Fino		Grueso (tamaño < 10 mm)	
	Portland	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Fino	1	2.25	3.5	-	-
Grueso	1	2.25	3.0	1.0	2.0

- **CONCRETO**

Para realizar esta actividad en obra se realizaron cajones de 0.3m *0.3m *0.3 m con el fin de estandarizar la fabricación de concreto (ver figura 28).

El cemento se mezcla con arena gruesa y grava (agregado grueso de 3/4") en una dosificación de 1:2:3. En obra el geo tecnólogo dio indicaciones de cómo hacer la mezcla para que cumpla la resistencia; se hizo uso de un bulto de cemento, 2 cajones de arena, 3 cajones de grava, 20 litros de agua lo que resulta en un concreto de asentamiento 4 pulgadas poco manejable por lo que se le adiciona a la mezcla 350 mililitros (ml) de PLASTOCRETE (aditivo para la fluir el hormigón) y así obtener un asentamiento máximo de 6 pulgadas (ver figura 28).



Figura 28. Preparación de concreto en obra.



Para la grava de $\frac{3}{4}$ " se realizó un control frecuente ya que llegaba de tamaño superior (Ver figura 29), lo que dificultaba la fundición de la viga de amarre porque al determinar el asentamiento del concreto (Slump) con un máximo de 6 pulgadas la mezcla quedaba poco manejable.

Figura 29. Grava de tamaño superior a $\frac{3}{4}$ "



Para fundiciones grandes como lo eran las losas de cimentación y entrepiso el concreto se lo solicitaba con anticipación a la empresa GEOACOPIO, también se le realizaba el ensayo de consistencia (Slump), este ensayo se explicara al detalle más adelante (ver 2.4.1).

Para realizar el control de las mezclas se tiene en cuenta dos ensayos como es el ensayo de consistencia (Slump) y la toma de cilindros para resistencia; para mayor facilidad se explicará el procedimiento y después se dará el valor exacto para cada actividad ya sea mortero de relleno o concreto.



2.4.1 Slump.

Para llevar un control de las mezclas que se realizan en obra se hace uso del ensayo de consistencia (SLUMP).

Este ensayo se realiza por medio de un cono de Abrams, es muy sencillo de realizar en obra, no requiere equipo costoso, ni personal especializado y proporciona resultados muy relevantes en obra. En este ensayo la mezcla se coloca en un molde metálico troncocónico de 30 cm de altura y de 10 y 20 cm de diámetro, superior e inferior respectivamente como se especifica en la norma.

PROCEDIMIENTO:

Se coloca el cono sobre una superficie plana, horizontal, firme, no absorbente y ligeramente humedecida, con la base mayor hacia abajo y se pisa las aletas inferiores para que quede firme, el molde también debe humedecerse interiormente para evitar el rozamiento de la mezcla con la superficie del mismo.

El cono se debe llenar en tres capas; cada capa se llena aproximadamente 1/3 del volumen total y se compacta la mezcla con una barra de acero de 16 mm de diámetro terminada en una punta cónica rematada por un casquete esférico. La compactación se hace con 25 golpes de la varilla, con el extremo semiesférico impactando la mezcla. Los golpes deben repartirse uniformemente en toda la superficie y penetrando la varilla en el espesor de la capa, pero sin golpear la base de apoyo.

Se debe llenar el cono con una segunda capa hasta aproximadamente 2/3 del volumen total y se compacta con otros 25 golpes de la varilla, de igual manera que la primera capa solo que debe atravesarse la capa que se compacta y penetrar ligeramente de 2 a 3 cm de la capa inferior sin golpear la base de esta.

Se debe llenar el volumen restante del cono agregando un excedente, que la mezcla sobresalga del cono y se compacta nuevamente con los 25 golpes y que se debe penetrar ligeramente la segunda capa.

Con la misma varilla se retira el exceso de modo que el cono quede perfectamente lleno y enrasado, se saca el molde con cuidado, levantándolo verticalmente en un movimiento continuo, sin golpes, vibraciones o movimientos laterales que puedan modificar la posición de la mezcla (ver figura 30).

Figura 30. Ensayo de consistencia (Slump).



Para cada actividad se tiene que el ensayo de fluidez debe dar:

- **MORTERO DE RELLENO (GROUTING):** el ensayo debe estar entre 8 pulgadas con una tolerancia de ± 0.5 pulgadas.
- **CONCRETO:** el concreto realizado en obra debe estar entre 6 pulgadas; cuando el concreto se solicitaba a la empresa GEOACOPIO el asentamiento variaba entre 5+1 pulgada según la norma vigente. El problema cuando llegaba de 4" era la manejabilidad por eso se tenía que aumentar el asentamiento agregando a la mezcla Plastocrete (aditivo) como se puede observar en la figura 31, la cantidad la daba el ingeniero de la empresa GEOACOPIO; caso contrario si el concreto llegaba muy fluido por encima de 6 pulgadas se tenía que devolver al acopio.

Figura 31. Adición de plastocrete a la mezcla.





2.4.2 Toma de cilindros.

En obra se toma una muestra significativa que sirva para hacer el ensayo de consistencia y la toma de los cilindros para medir resistencias.

Para medir la resistencia de la mezcla se toman muestras en 9 cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura de los cuales 3 se fallan a los ocho (8) días, según la norma a este tiempo debe tener el 70% de la resistencia total; 3 cilindros se fallan a los veintiocho (28) días, aquí se debe obtener el 100% de la resistencia y los últimos tres cilindros quedan como testigos, es decir no se fallan.

Si las resistencias obtenidas a los 8 y 28 días no cumplen con los criterios antes mencionados entonces se fallan los cilindros testigos a los 55 días para obtener el 100% de la resistencia; para que esto se cumpla a los 8 días los cilindros de la mezcla debe arrojar una resistencia entre 65 -68% y a los 28 días aumentar en un 30% para que así se pueda obtener el 100% a los 55 días; en otras condiciones esto no sucede y por lo tanto la mezcla no obtiene la resistencia a la cual se diseñó (ver figura 32).

Para cada actividad se tiene:

- MORTERO DE RELLENO (GROUTING): La resistencia a los 8 días es de 8.75 Mpa y a los 28 días debe estar en 12.5 Mpa; en ningún caso la resistencia debe ser menor a 12.5 Mpa.
- CONCRETO: La resistencia a los 28 días es de 21 Mpa.

Figura 32. Toma de cilindros para resistencia.



3 SUPERVISAR LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA CONFORME A PLANOS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTONICOS

3.1 LOSA DE CIMENTACIÓN

Terreno preparado: se define así cuando el suelo de cimentación tiene un porcentaje de compactación superior al 95% que es lo mínimo requerido en la norma INV-E 161-13, se debe retirar materiales no apropiados y realizar limpieza del área de trabajo; se definen los linderos de cada terreno y se ubican hiladeros con el fin de volver a ubicar los puntos básicos del plano en las guaduas, es decir el eje A, B, C, 1, 2, 3, 4 y 5; el encargado de esto es el topógrafo (ver figura 33).

Figura 33. Terreno preparado

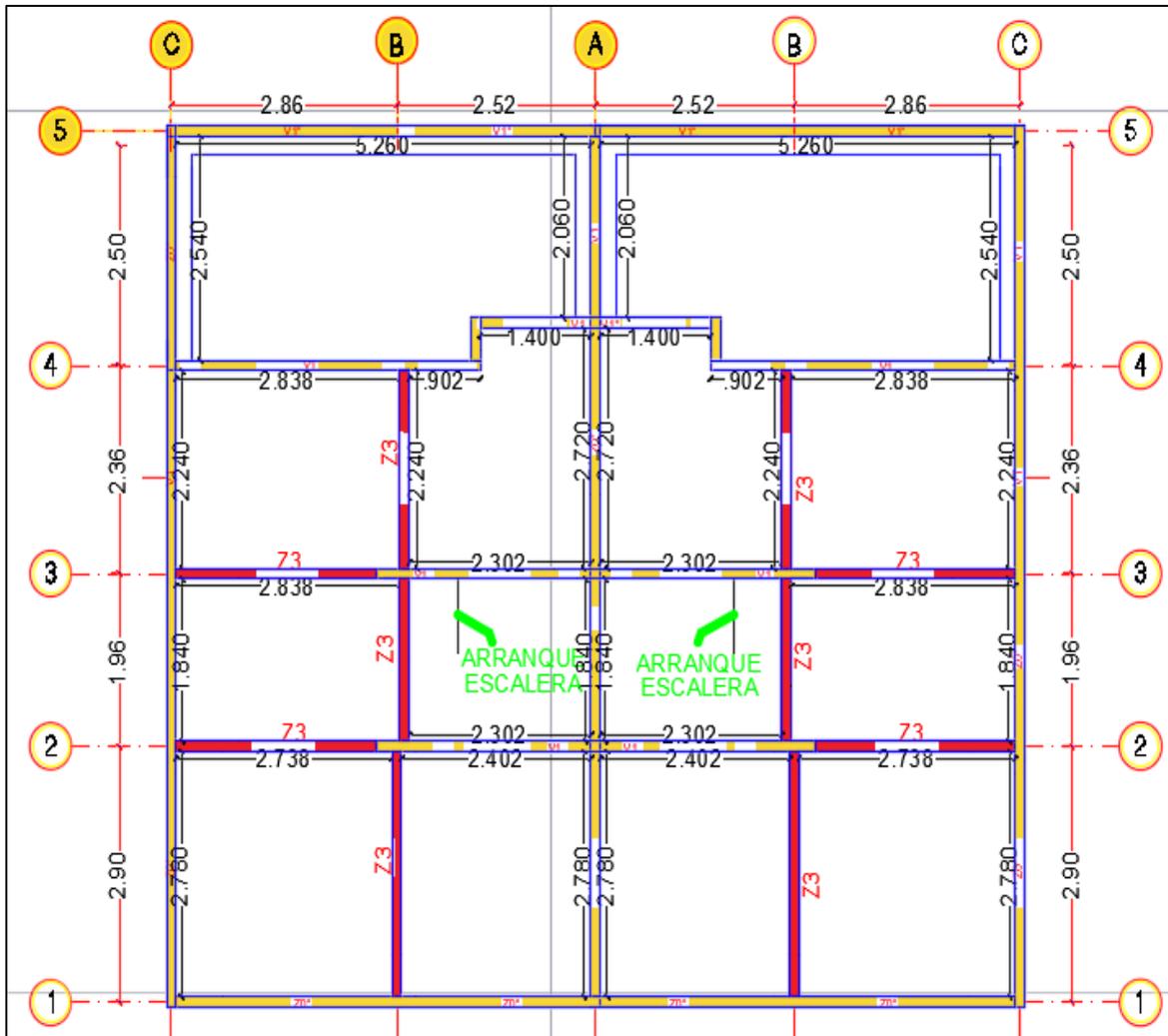


En este punto es donde ingresa el personal encargado de ubicar la red sanitaria inicial de la casa a excavar el terreno lo que se explicara a fondo en el siguiente capítulo, también se debe realizar la excavación de las vigas de cimentación y ubicación de la malla electrosoldada; si es necesario se debe vaciar concreto pobre o de limpieza para las vigas de cimentación. El acero requerido para hacer la losa y vigas de cimentación está determinado en el plano estructural de la planta de cimentación (ver figura 34).



Se debe colocar vigas de cimentación en el eje C, A, C de 10 m de largo, en el eje 2 Y 3 se colocan una viga de 5.20 de largo tomando como punto central el eje A, se cierra el punto fijo con una viga de 1.84 en el eje B entre el eje 2 y 3, se coloca una viga en el eje 4 que empieza del eje C hacia el eje A de 3.9, se ubica una viga de 60cm hacia el eje 5 y finalmente se coloca una viga de 1.4 m hacia el eje A como lo indica el plano(ver figura 34).

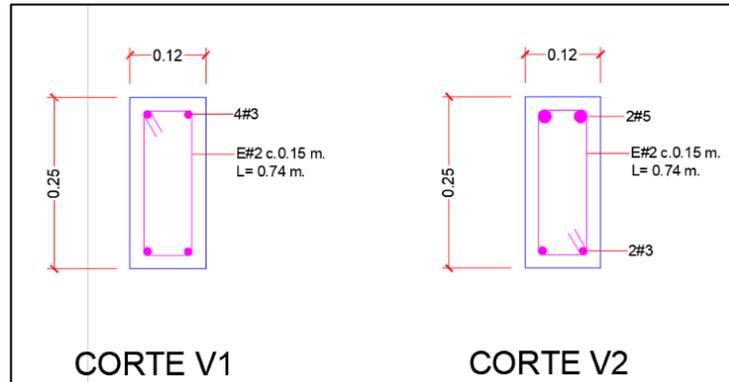
Figura 34. Planta de cimentación.



El detalle de la viga de cimentación esta dado por dos cortes (ver figura 35) sin embargo de acuerdo a la solicitud solo se hizo valido el corte V1 ya que en obra había acero #3 residual de una obra anterior.



Figura 35. Tipos de viga para la cimentación.



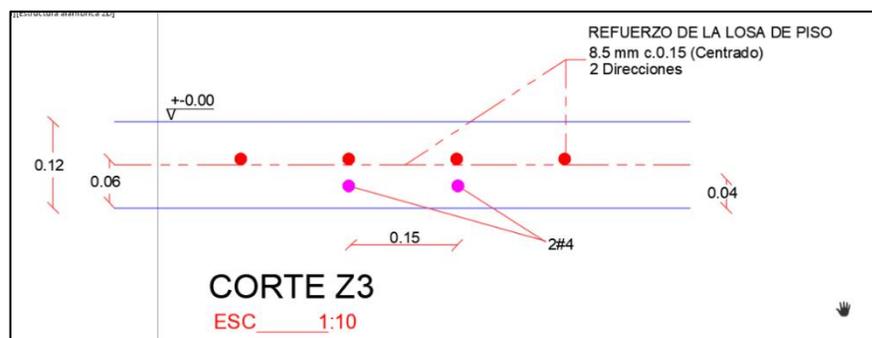
En obra se fabricaba cada viga requerida para la actividad, el maestro encargado se guiaba por las especificaciones que le daba el ingeniero residente y los planos de la obra (ver figura 34 y 35). Finalmente se empezaban a ubicar las vigas acordes al plano en el terreno de cimentación (ver figura 36)

Figura 36. Instalación de vigas de cimentación



Lo restante en eje 2,3 y B se debe completar con refuerzo (ver figura 37) en donde el corte Z3 muestra que para el refuerzo se deben colocar 2 varillas #4.

Figura 37. Malla y refuerzo en la cimentación





Al terminar de ubicar las vigas de cimentación se ingresa en el suelo de cimentación la malla de 8 mm de espesor que va en dos direcciones; la red hidráulica y eléctrica se deben ubicar bajo la malla.

El espesor máximo de la losa debe ser de 12 cm por lo que los refuerzos estructurales se deben ubicar de forma tal que queden previamente embebidos en la cimentación (ver figura 38).

Figura 38. Estructura de la losa de cimentación.



Se deja en la cimentación los hierros de arranque que van por las celdas verticales de los bloques estructurales (ver figura 8) denominados dovelas, así como también se debe garantizar que el acero no esté en contacto con el terreno haciendo uso de las famosas “panelitas” (comodín de concreto realizado en obra).

Antes de empezar la fundición se realiza un seguimiento con el maestro a cargo para organizar la forma de fundir, ubicar niveles de referencia para mantener el espesor en la losa y colocar tabloncillos sobre la malla para facilitar la movilidad de los obreros con la carretilla (ver figura 39).

Figura 39. Antes de iniciar la Fundición.





Es muy importante controlar espesores ya que eso se ve reflejado en la cantidad de concreto que se utiliza en cada cimentación y que en esta etapa de construcción del condominio ya estaba estandarizado. Por losa de cimentación máximo se debía utilizar 7.8 m³ de concreto caso contrario el contratista era responsable de asumir el sobrecosto. La fundición debe ser homogénea es decir que toda la losa de la “pacha” debe fundirse en conjunto, no importa los contratiempos que se presenten (ver figura 40).

Figura 40. Después de la fundición.



Curado de la placa: para evitar que las placas pierdan agua o se sequen de más, lo más recomendable es curar las losas por algunos días. EL curado de la losa consiste en regar la losa en su totalidad durante los días posteriores a su fundición lo que dura máximo una semana y lo ideal es que en ese tiempo el concreto no esté sujeto a ningún tipo de carga que pueda agrietarlo. Todo con el fin de evitar fisuras en la losa (ver figura 41).

Figura 41. Grietas o fisuras en la losa de cimentación.





3.2 MAMPOSTERIA DE PRIMER PISO

El topógrafo encargado coloca los puntos de los ejes acorde al plano estructural de la casa, como se muestra en la figura 42.

Figura 42. Ubicación de ejes en la losa



Se debe replantear el plano estructural en la losa (ver figura 43): esto corresponde a tener un hilo y agregarle mineral de color rojo para que se adhiera en la losa, esto lo realiza el maestro a cargo con un ayudante basándose en los puntos de los ejes previamente ubicados.

Figura 43. Replanteo en la losa de cimentación.



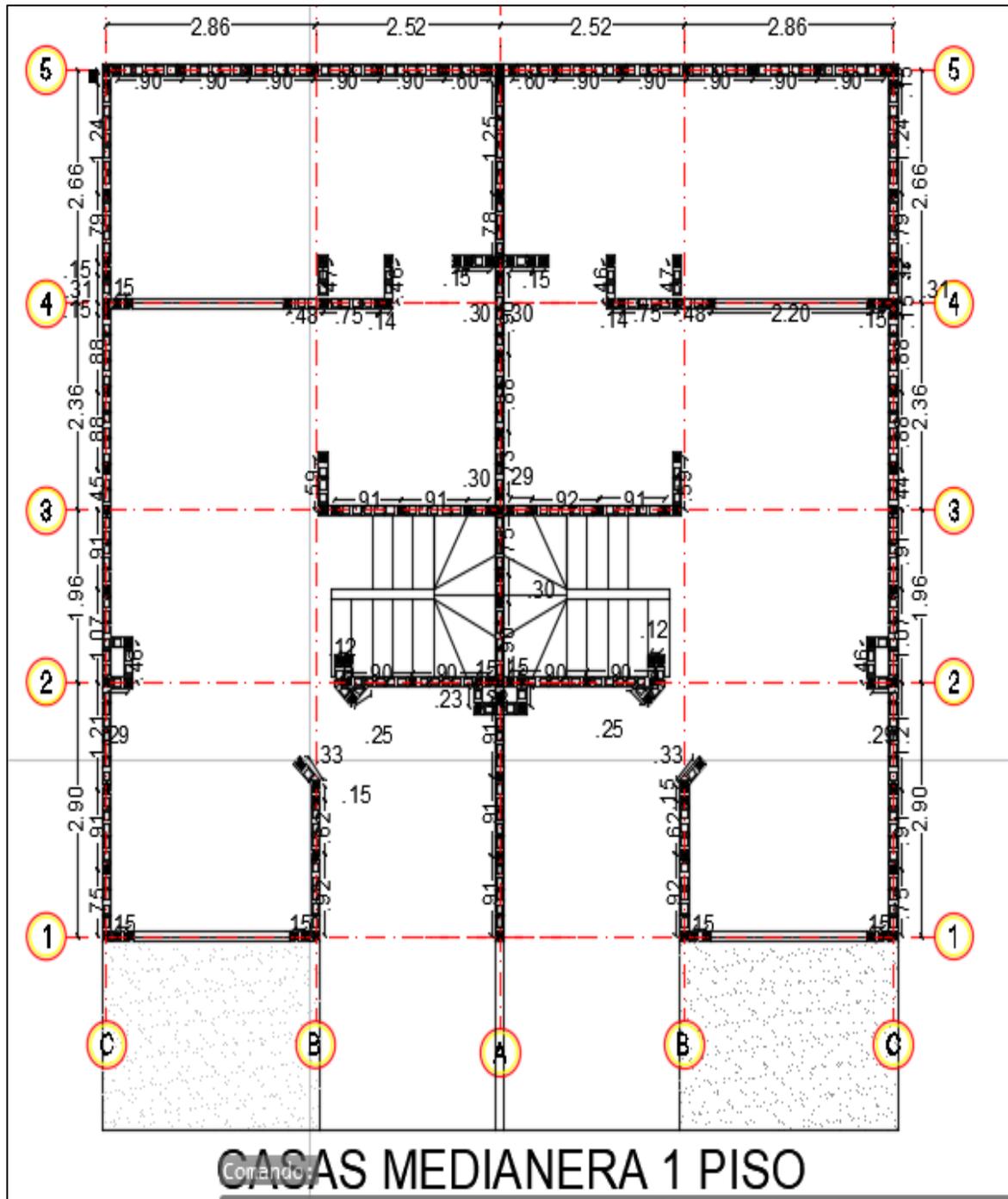
Las medidas deben ser lo más exactas posibles, el encargado de obra debe asegurar este criterio; en caso de que alguna medida no concuerde se deja como prioridad la medida de puertas y ventanas ya que estos puntos son críticos para cuando la casa se dé por terminada.

Regularmente los encargados de la hidráulica y eléctrica corrigen algún punto en caso de que haya quedado un poco corrido acorde con el plano (ver figura 44); posteriormente la cuadrilla (grupo de trabajadores) de mamposteros (pega del



ladrillo) son los encargados de armar los muros según se especifica en los planos, para esto se realiza la primera hilada de mampostería, esta es la hilada guía para la construcción del muro.

Figura 44. Planta de muros del primer piso.

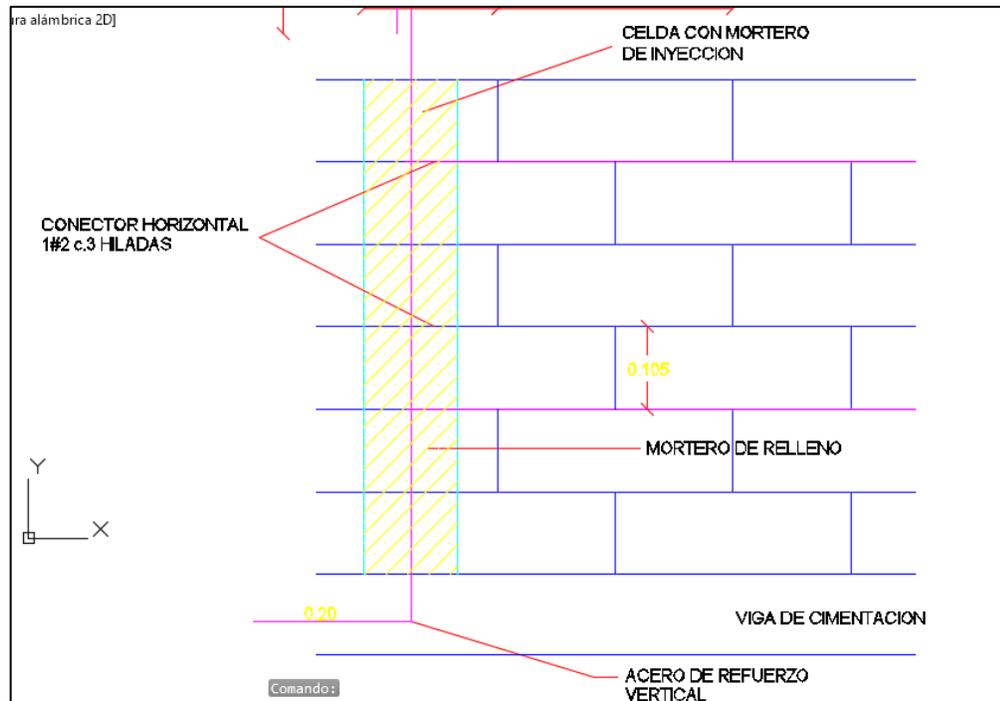




Con respecto a la actividad es necesario que la mampostería se haga de manera adecuada, el moteo de los ladrillos debe ser de forma cuidadosa y no dejar vacíos entre ladrillos.

Según el plano estructural se debe ubicar 2 varillas de $\frac{3}{8}$ " cada 3 hiladas de ladrillos (ver figura 45).

Figura 45. Detalle en alzada de muro.



En todas las actividades de mampostería se tiene en cuenta el plomo y la escuadra. Todo debe quedar de forma muy precisa para que los demás continúen con las actividades posteriores. En cuanto termina la mampostería se procede a fundir dovelas, el acero de éstas se coloca previamente en la losa de cimentación.

Se debe tener en cuenta que los bloques se pegan con un mortero en capas de 10 +/- 4 mm. Estos se colocan en traba para que de este modo se pueda tener un comportamiento apropiado al terminar las piezas entrelazadas. Se puede proceder a instalar la primera hilada, verificando las dimensiones de los vanos de las puertas. Los ladrillos en donde se encuentran los refuerzos de acero estructural deben tener una caja (también conocida como ratonera) para verificar que la dovela quede fundida en su totalidad cuando se termine de levantar el muro (ver figura 46).



Figura 46. Ventanillas o ratoneras.



Para ubicar las hiladas de forma sucesiva se pueden marcar los niveles en boquilleras para asegurar que se construyen de forma nivelada a las pegas (ver figura 47). La distribución debe considerar espacios que permitan colocar piezas enteras en altura. Esto es de gran importancia cuando se desea dejar los ladrillos a la vista.

Se van colocando los ladrillos de forma sucesiva teniendo en cuenta que queden nivelados y aplomados. Para esto se emplean hilos en los niveles descritos anteriormente junto con la boquilla y plomada. Se debe controlar el espesor del mortero de pega disponiendo los refuerzos horizontales correspondientes (ver figura 45). En las celdas verticales de los ladrillos se van disponiendo la tubería de las instalaciones de servicios eléctricos, hidrosanitarias, etc.

Figura 47. Uso de boquilla(codal) en la pega de ladrillo.





Al momento de alcanzar la altura deseada del muro se debe limpiar la celda. Se puede utilizar la misma varilla que va de refuerzo en esa celda y por la ventana que se dejó en la primera hilada se extrae el material suelto por la limpieza. Seguido a esto y la instalación del refuerzo correspondiente, se humedece la celda y ésta se rellena con mortero de relleno (ver figura 48). Sobre este muro de mampostería se apoya una placa de entepiso por lo que se cuidará que el refuerzo se prolongue en una longitud que considera el espesor de la placa de entepiso, o viga de ésta, y el traslapo del muro siguiente.

Figura 48. Fundición de dovelas.



Se debe tener en cuenta el plano estructural a la hora de fundir dovelas, evitando generar problemas como (ver figura 49) en donde se fundieron dovelas en el lugar que se ubica el tablero eléctrico. El contratista tuvo que demoler esa parte y hacer cambio de fichas de ladrillo por cuenta propia.

Figura 49. Errores en la construcción.





3.3 ESCALERAS

En la figura 50 y figura 51 se puede observar el despiece de las gradas, primer y segundo tramo respectivamente.

Para la escalera se utilizó formaleta metálica (ver figura 52) con el fin de tener mayor rendimiento y obtener mejores resultados.

Es necesario que el refuerzo ubicado en las gradas no afecte la mampostería del primer piso, eso implica que el refuerzo se ubique en donde se ubican las dovelas.

Figura 50. Corte escalera primer tramo.

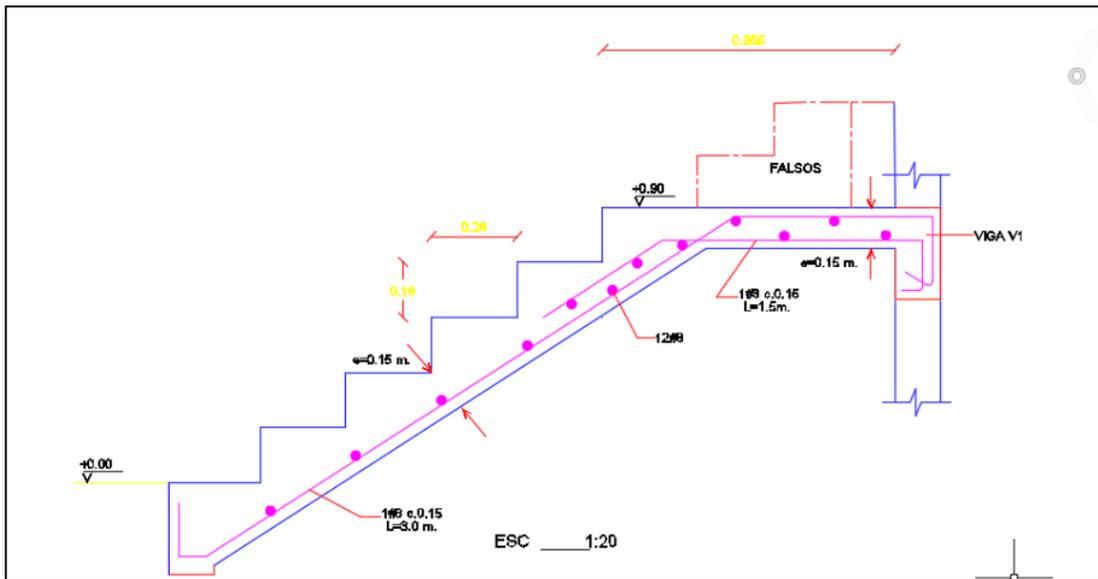


Figura 51. Corte escalera segundo tramo.

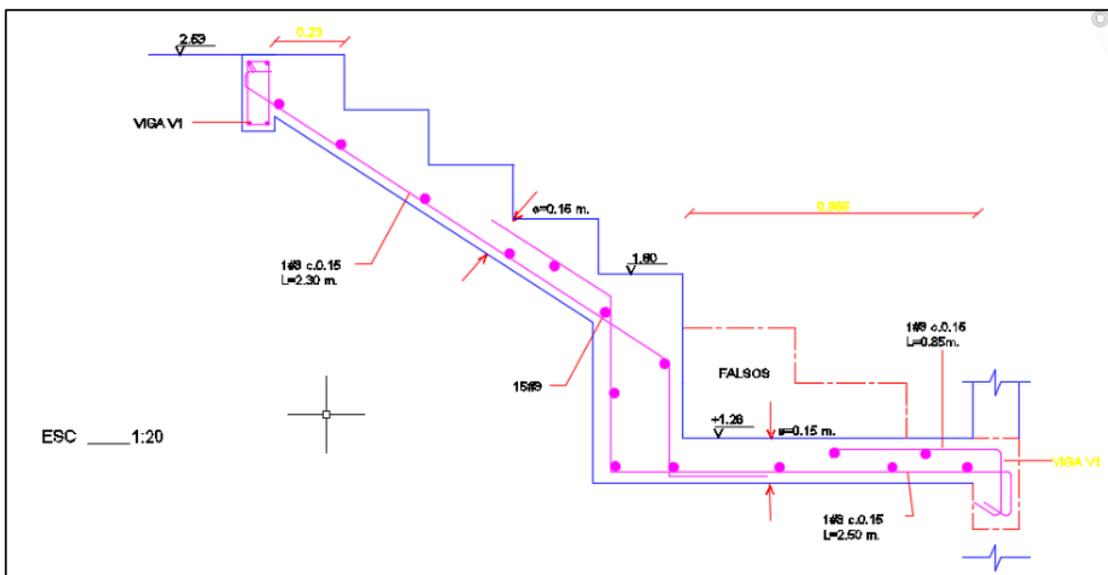




Figura 52. Formaleta metálica utilizada en las escaleras.



3.4 LOSA DE ENTREPISO

Después de rellenar las celdas y concluir la mampostería de primer piso se arma y funde la placa de entrepiso. Esta placa les da rigidez a los muros y complementa el sistema estructural.

Se ubican gatos metálicos los cuales se deben nivelar con respecto al primer piso para colocar estibas sobre estos (ver figura 53) y finalmente ubicar la Super T.

Figura 53. Ubicación de gatos metálicos y formaleta para la segunda planta.



La super T es un panel de partículas de madera aglomerada resistente a la humedad, con una película de resina polimérica sobre sus caras que le otorga durabilidad, impermeabilidad y acabado liso lo que se refleja en la losa de entrepiso después del fraguado del concreto.



La formaleta de la segunda planta se nivela a 98 cm del primer piso. Es decir que el maestro encargado coloca una referencia en la mampostería de primer piso y a partir de esta marca se nivela la Super T (ver figura 54).

Figura 54. Formaleta Super T.

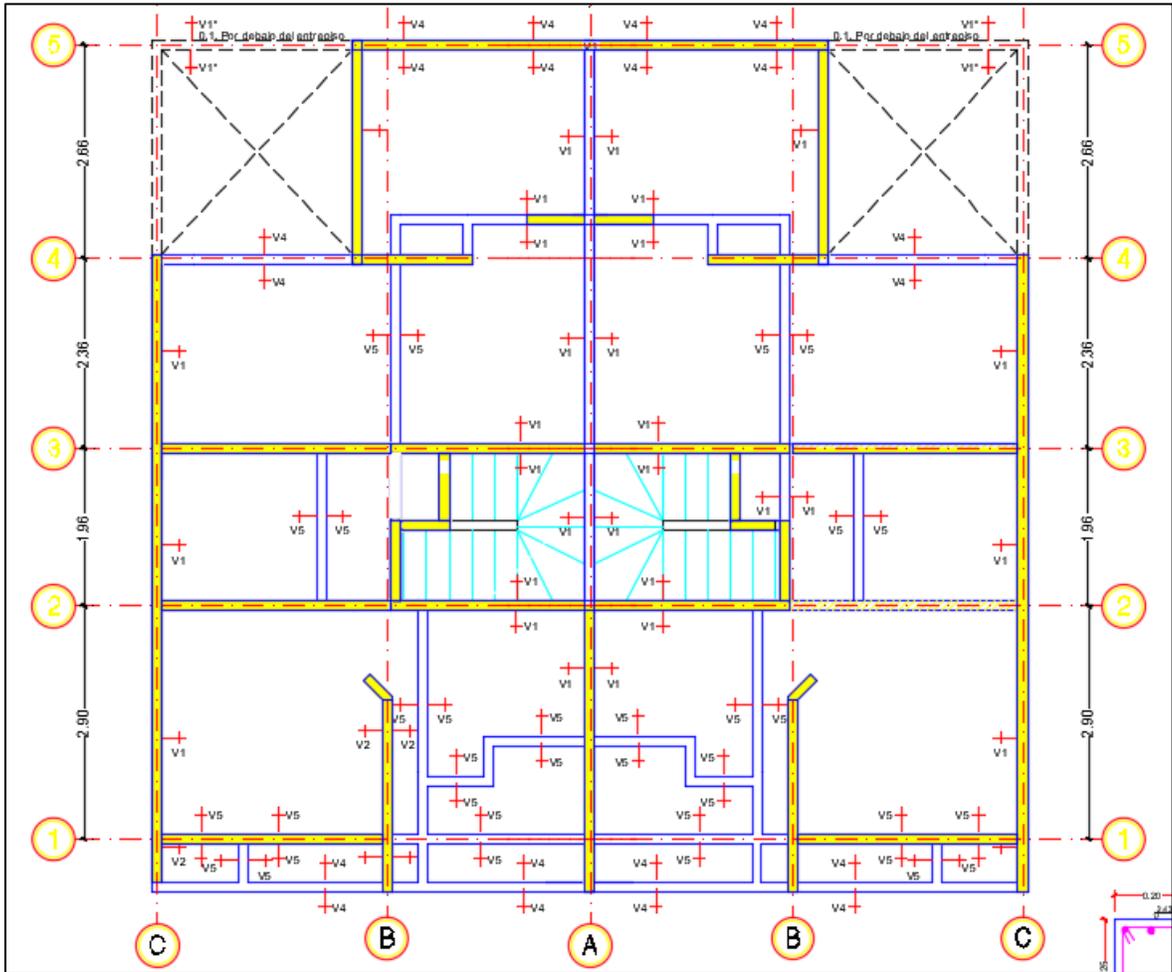


En el plano de la losa de entrepiso se observa la ubicación de vigas de entrepiso, refuerzo y la malla electrosoldada, es de mencionar que los refuerzos estructurales deben estar ubicados de forma tal que queden previamente embebidos en la losa ya que esta tiene un espesor de 10 cm.

De igual manera que las actividades anteriores se debe tener cuidado con lo que respecta al acero, el recubrimiento, traslapos, y el recubrimiento con respecto a la formaleta que mínimo debe ser de 5 mm. Para ubicarse de forma adecuada se recurre al plano estructural (ver figura 55).

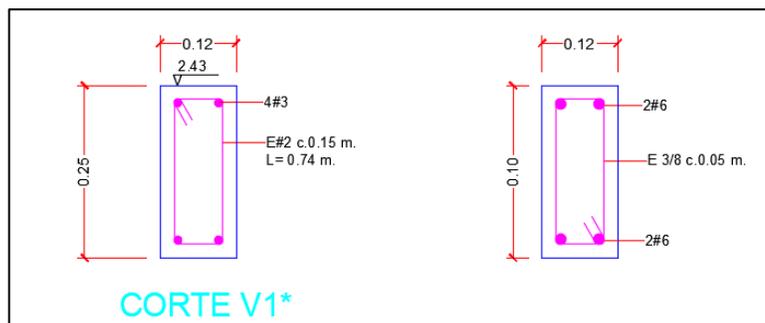


Figura 55. Losa de entrepiso



Para la viga de losa de entrepiso se tiene el corte V1* que fue el admitido en obra donde se deben ubicar 2 varillas #3 en 0.12 m ya que el otro corte especifica que se deben ubicar 2 varillas #6 en un espacio de 0.12 m lo cual es algo inadmisibles por el espacio que ocupan las varillas (Ver figura 56).

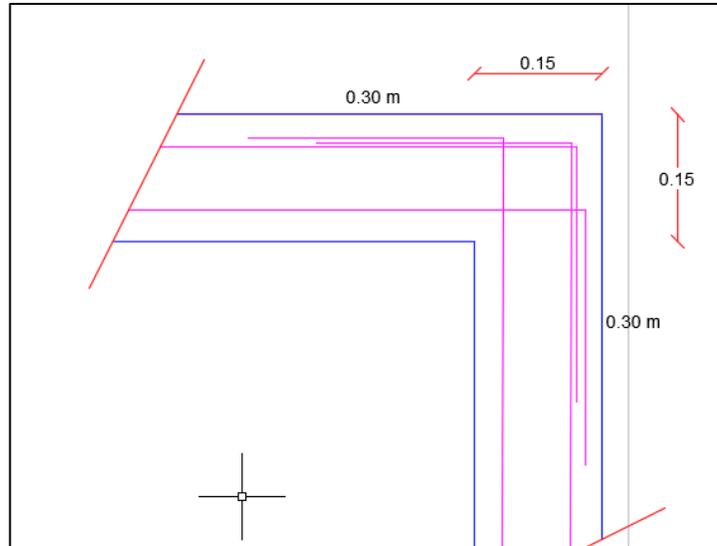
Figura 56. Viga de losa de entrepiso.





El traslapeo entre el acero de las vigas debe ser de 30 cm, para que se mantenga las condiciones según la norma NSR- 10 (ver figura 57).

Figura 57. Detalle de traslapeo en planta de vigas de entrepiso



Al igual que las vigas de cimentación, las vigas de la losa de entrepiso se realizan acorde a los planos antes mencionados y las recomendaciones del ingeniero residente a cargo.

En cuanto se termina de colocar la formaleta Super T se procede a ubicar las vigas (ver figura 58) acorde al plano (ver figura 55).

Figura 58. Vigas de losa de entrepiso





En la losa se ubican 2 mallas de 8.5 mm cada 0.15m y en medio de ellas se coloca la tubería hidráulica y eléctrica respectivamente. El corte V4-V4 y el corte V5-V5 se los utiliza para ubicar el refuerzo en la losa (Ver figura 59).

Figura 59. Malla de la losa

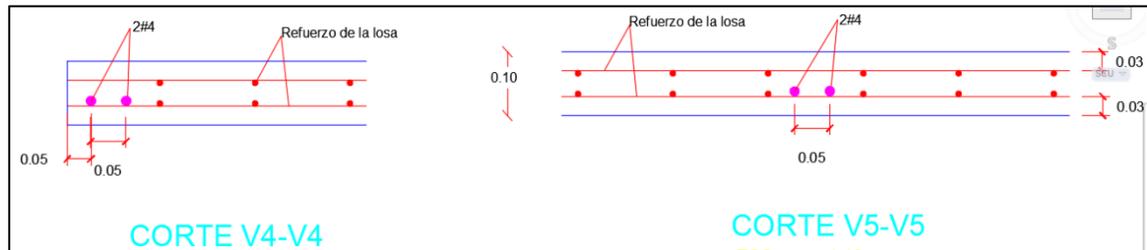


Figura 60. Losa de entresuelo antes de la fundición.



Para la fundición de esta losa se tiene dos métodos, el primero consiste en utilizar una bomba SP 1000 SHWING para que el concreto llegue directamente al segundo piso; esta bomba puede manejar un caudal máximo de 54 m³/h, tiene un alcance horizontal de 354 m y un alcance vertical de 100m con una potencia de 139hp (ver figura 61).

Por otro lado, se puede hacer una rampa para subir el concreto en buggies. Claramente el primer método es más efectivo que el segundo en lo que respecta a tiempo; en obra se utilizó el primer método ya que en cuestión de tiempo beneficiaba a la empresa.



Figura 61. Bomba de concreto SP 1000 SHWING



Se debe ubicar la línea de tubería sin afectar la estructura construida de la primera planta donde la tubería no se apoya de la pared si no que se le hace un apoyo extra con tablonos y guadas, en una fundición la tubería quedo apoyada de los muros del primer piso lo que desestabiliza la estructura (ver figura 62) por ende se suspendió la fundición hasta que se solvento ese inconveniente.

Figura 62. Línea de tubería



Al igual que la losa de cimentación se ubican los niveles para tener de referencia del espesor haciendo uso de las dovelas existentes de la primera planta, el uso de codal es indispensable y es de gran importancia el vibrado de la losa sobre todo en las vigas.



Figura 63. Fundición losa de entrepiso.



En obra se presentaba de forma repetitiva que al ubicar las instalaciones sanitarias se olvidaban de los bajantes del segundo piso (ver figura 64), la solución inmediata es romper la losa para incluir estos tubos lo que genera un costo adicional, así como una fractura en la estructura. Esto no debería pasar, sin embargo, después de romper el maestro encargado tiene que resanar de forma adecuada para mitigar el daño y que sea agradable al ojo ya que varias de las casas intervenidas eran entregadas en obra negra.

Figura 64. Fallas en la losa de entrepiso.





3.5 MAMPOSTERIA SEGUNDO PISO

En cuanto se termina el curado de la losa de entrepiso, teniendo en cuenta el plano (ver figura 65) se replantea (Ver figura 66) la losa para que los encargados de la pega del ladrillo puedan iniciar su actividad.

Aunque los procesos son repetitivos se debe estar controlando que la pega de ladrillo se haga de forma adecuada con el fin de que cumpla el propósito inicial.

Figura 65. Plano estructural segunda planta.

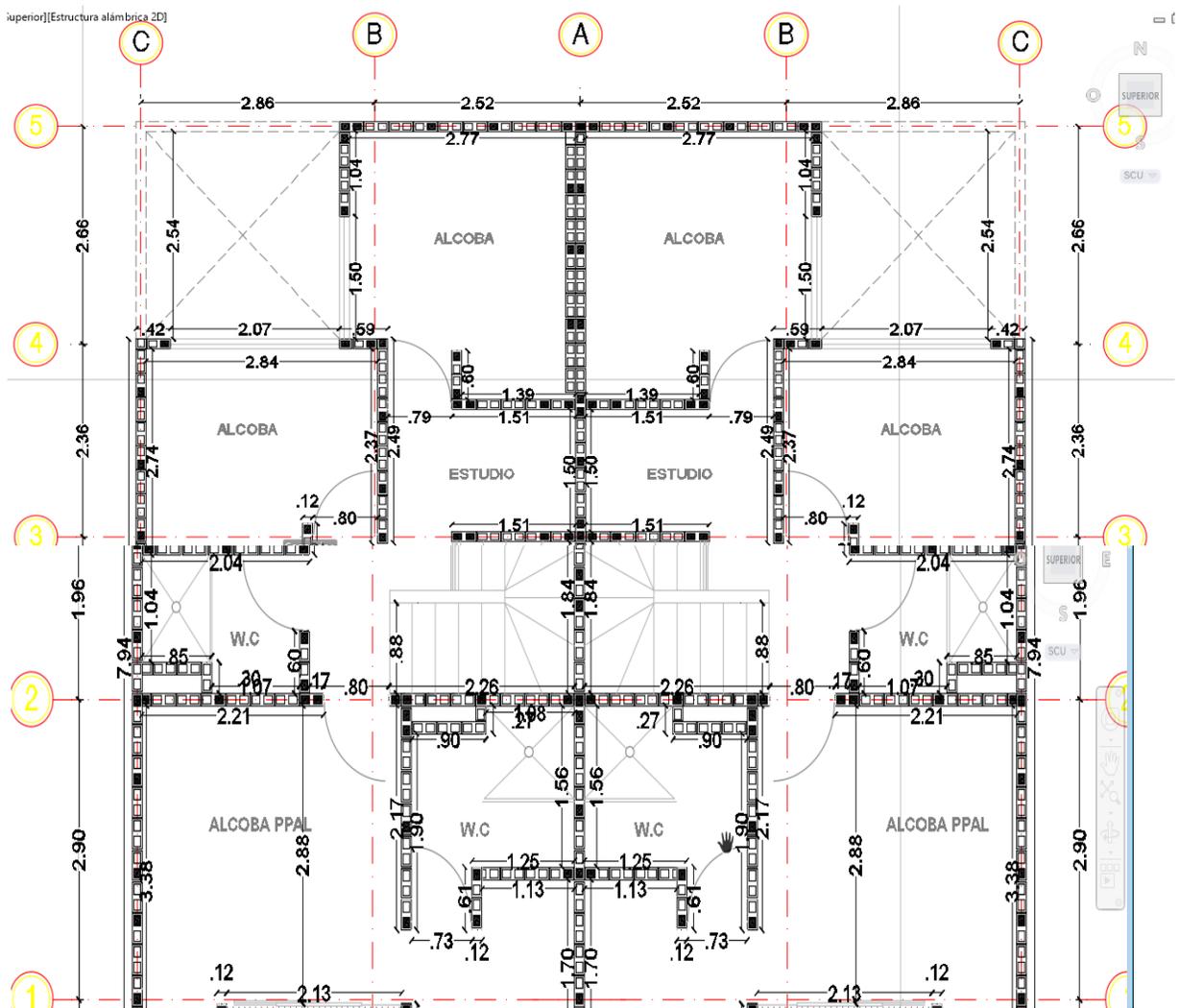




Figura 66. Replanteo losa de entrepiso.



Nuevamente se procede a la fundición de dovelas en segundo piso; en cuanto los muros hayan secado de manera correcta para que la mezcla no afecte el muro (ver figura 67)

Figura 67. Finalización de mampostería de segundo piso.



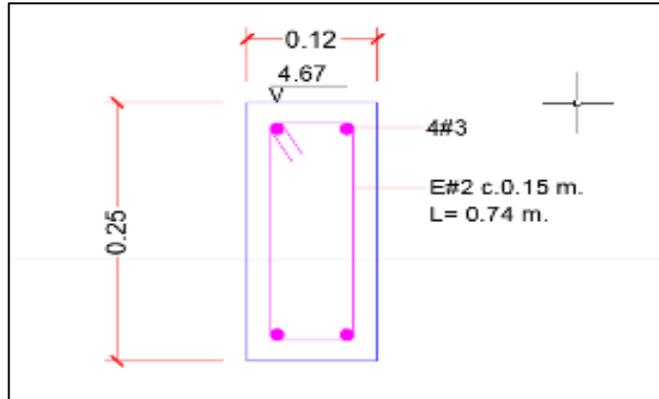
3.6 VIGA DE AMARRE

La función principal de la viga de amarre es como su nombre lo indica la de amarrar los muros de bloques de manera que trabajen solidariamente frente a las cargas laterales que pueden ser vientos o terremotos.

En la ejecución la viga debe cumplir al menos un espesor de 11.5 cm, máximo 12 cm. El despiece cuenta con varillas de $\frac{3}{8}$ " (ver figura 68). Los traslapos se realizan de 60 cm, si se ubica en una esquina entonces se la deja de 30 cm en cada lado, los ganchos de 20 cm al finalizar el castillo también son una opción para evitar el traslapo en las esquinas.



Figura 68. Viga de amarre.



Cuando la viga queda apoyada en dos extremos se conoce como dintel; este se encuentra en puertas, ventanas y en el punto fijo (ver figura 69). El despiece es el mismo que el de la viga de amarre (ver figura 68) con la excepción que en el dintel se colocan varillas #4 es decir varillas de $\frac{1}{2}$ ". Como se aprecia en la imagen las varillas provenientes del dintel deben quedar por encima de la viga receptora, así se consigue que las cargas sean distribuidas de forma adecuada.

Figura 69. Refuerzo de 4" en el dintel.



La formaleta de la viga debe quedar bien asegurada ya que al fundir se debe vibrar la mezcla o caso posterior después de que la viga fragüe los esfuerzos que el concreto ejerce sobre la formaleta pueden ser fuertes generando fisuras en la formaleta y que la viga no quede simétrica. El contratista debe resanar la viga ya que la actividad realizada debe quedar bien ejecutada y si es el caso detallada (ver figura 70).



Figura 70. Resane de la viga de amarre.



De la planta de segundo piso se deja la continuación de dovelas para la estructura de la culata (ver figura 71).

Figura 71. Viga de amarre terminada.

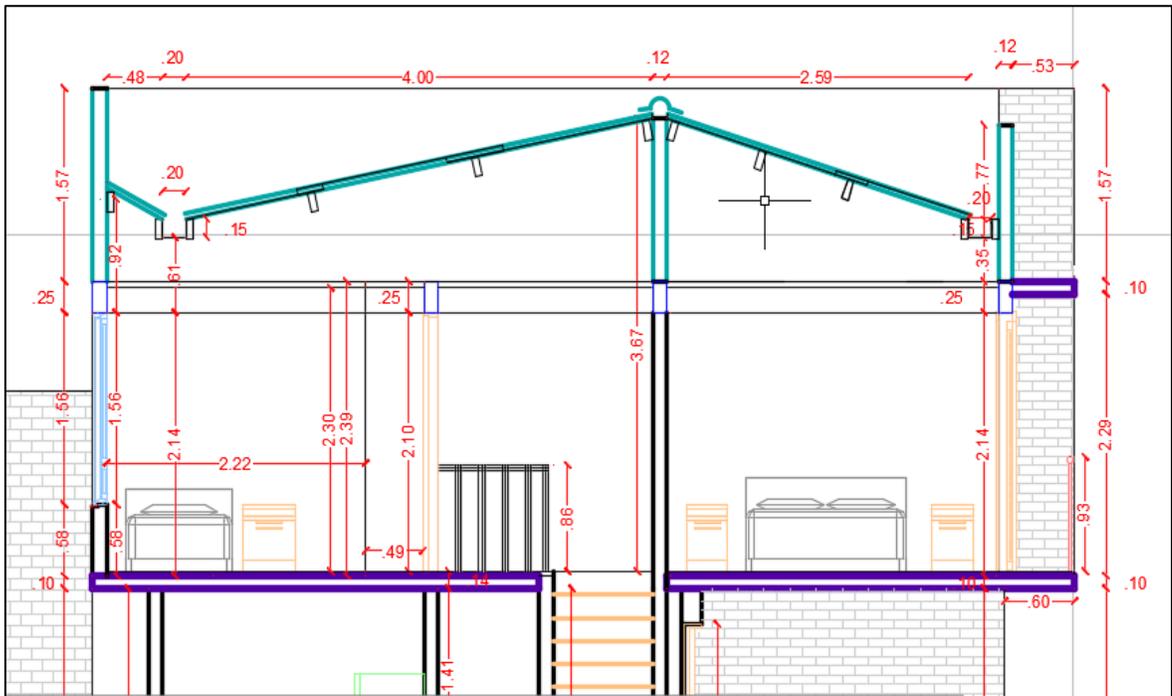




3.7 CULATA

Para la culata no se tiene plano estructural sin embargo se puede guiar referente al corte longitudinal del eje B (ver figura 72). Lo que está de color azul claro en la parte superior es lo que se debe construir de culata, la culata debe subir una altura de 1.57m para todo el contorno de la pacha, y en el centro situados en el eje B se realiza la figura que se puede apreciar; para la parte frontal de la casa la culata debe subir una altura de 1.12 m.

Figura 72. Corte longitudinal de la casa.



Aunque sea repetitiva, como en cada una de las actividades se debe hacer uso de escuadra, codal y plomada; los obreros arman andamios dentro de la casa para poder ubicar los codales, como el plomo se toma de un solo lado entonces los ubican de la parte exterior de la mampostería de segundo piso (ver figura 73). Claramente el codal debe quedar aplomo.

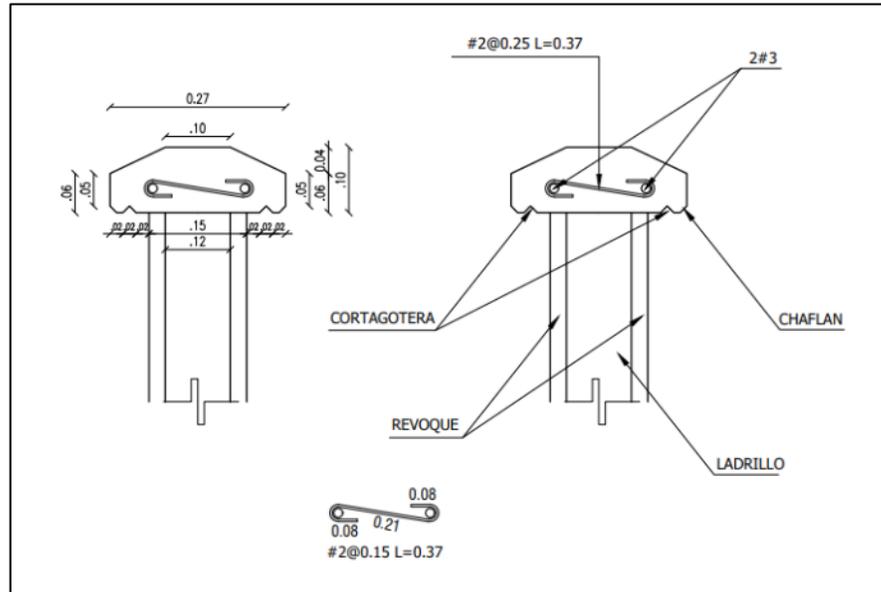
Figura 73. Ubicación de codales.





Para el remate del muro en la culata se realiza la alfajía, esta es una viga de concreto que se construye encima de los muros que sobrepasan los tejados; en la figura 74 se puede observar el despiece y sus dimensiones.

Figura 74. Alfajía para remate de muro.



En general para la construcción de estructuras de mampostería estructural se deben seguir una serie de pasos que son esenciales en todos los procesos, sin importar el tipo de diseño que se tenga, cumpliendo con todas las especificaciones consignadas en la versión vigente de la Norma Sismo Resistente. Finalmente podemos observar en la figura 75 como queda la culata terminada de la pacha.

Figura 75. Culata terminada.

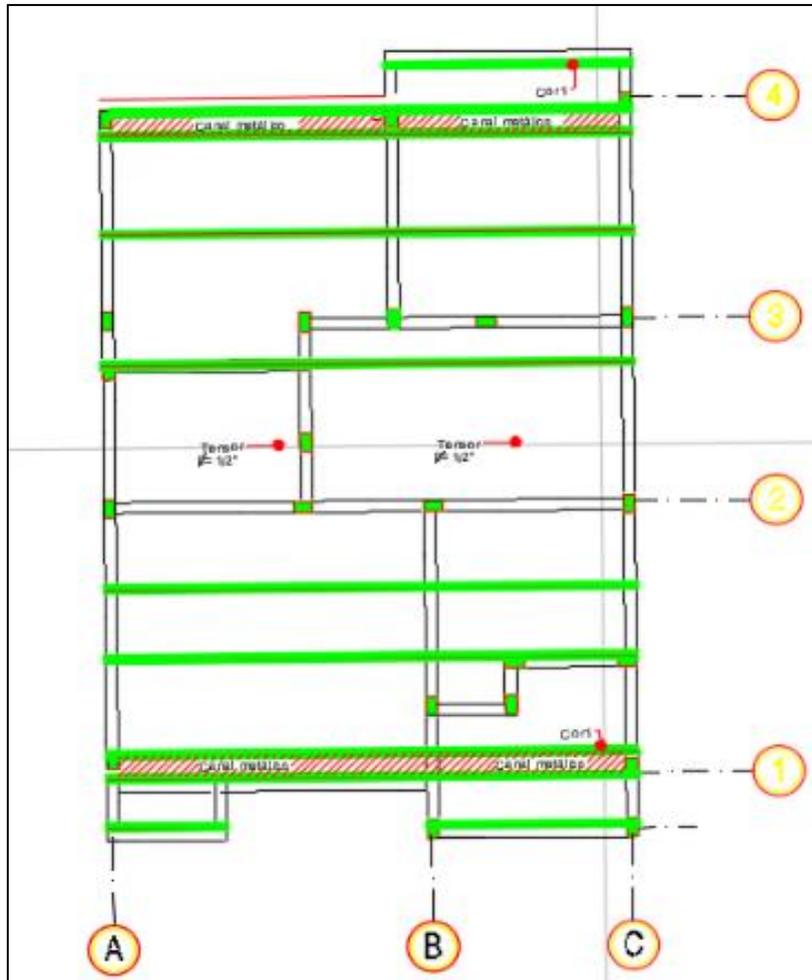




3.8 CUBIERTA

La cubierta es la actividad final de la obra gris; es un elemento constructivo que protege a la vivienda en la parte superior y, por extensión, a la estructura sustentante de dicha cubierta. La cubierta se compone de diferentes elementos como: viga cinta, 10 perlines, (2) canales metálicos, y la teja de fibrocemento Eternit.

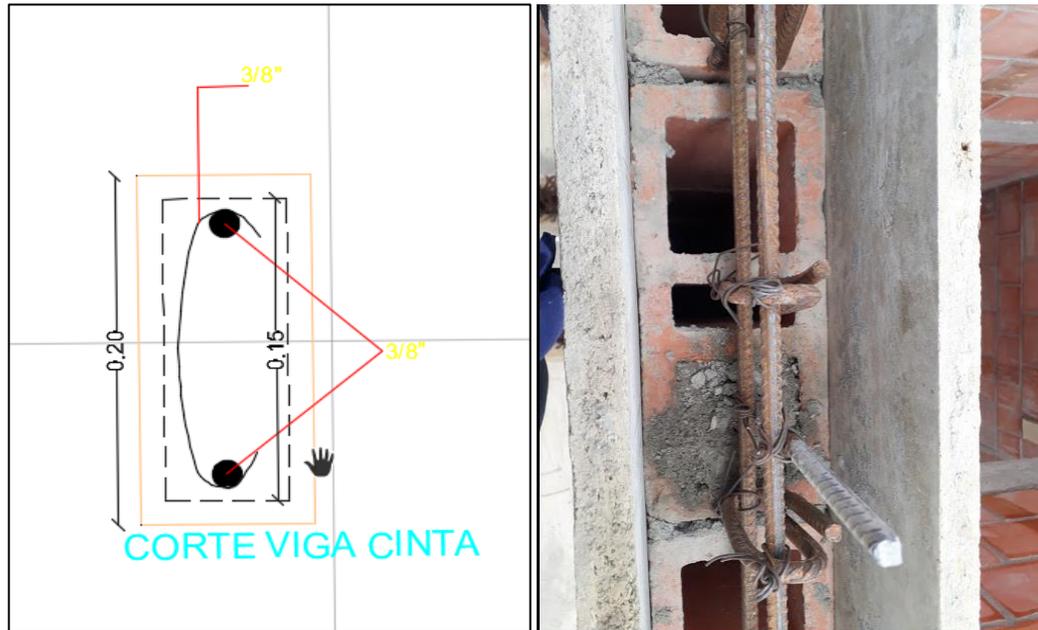
Figura 76. Elementos de cubierta.



La viga cinta no se realiza en toda la culata, sino en algunas terminaciones (ver figura 76), la viga cinta se ubica en las secciones de color gris.

La viga cinta es necesaria para colocar los perlines que son el soporte de la cubierta, esta consta de 2 varillas de 3/8" y cada 0.15 m se ubica un fragmento de varilla que confina las dos anteriores como se puede observar en la figura 77.

Figura 77. Detalle de viga cinta.



El techo es en teja ondulada de fibrocemento, cuenta con perfiles metálicos PHR en C soldados cada uno con un ángulo metálico.

En cuanto la viga cinta se concluye se procede a ubicar los perlines que son en su totalidad 10 y se ubican los dos canales ubicados en el eje 1 y el eje 4(ver figura 78).

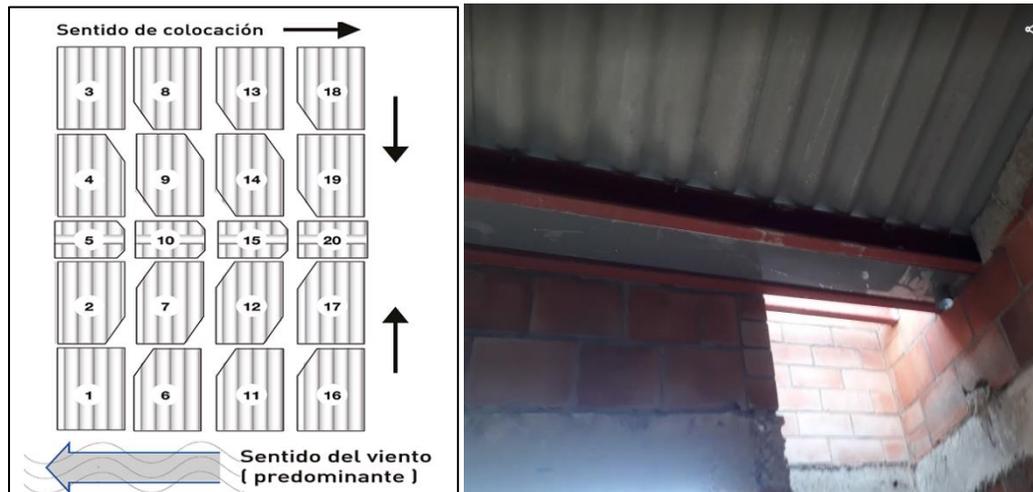
Figura 78. Viga cinta, perlines y canal metálico.





Para empezar con este proceso se debe definir el sentido de colocación que es opuesto a la dirección del viento. Se coloca la primera teja en el borde del canal metálico ubicado previamente cuidando que el eje de la primera onda coincida y el borde inferior de la teja se encuentre paralelo al alero frontal (ver figura 79).

Figura 79. Ubicación de tejas en la cubierta.



Las tejas deben instalarse de abajo hacia arriba y se deben techar siempre ambos faldones al mismo tiempo siguiendo la misma secuencia en toda la cubierta para que así quede alineada; es decir se empieza a techar desde el eje 1 hacia el eje 2, del eje 4 hacia el eje 2, finalmente del eje 4 al eje 5(ver figura 78).

Los ganchos que son elementos de fijación se deben instalar cada vez que se ubica la teja, estas no deben quedar sin fijación sobre la cubierta.

Las tejas se deben instalar con sistema lineal con despunte, el cual se realiza en el encuentro de las tejas intermedias para evitar la sobre posición de las mismas y así el encuentro de las tejas quedara nivelado (ver figura 80).

Figura 80. Ubicación de tejas intermedias.





La medida del corte a realizar es la del traslazo longitudinal 14 centímetros y la medida del traslazo lateral varía según el tipo de perfil, en obra se manejó tejas perfil 7 por lo tanto el traslazo es de 47 milímetros.

El despunte en la teja también se realiza en los caballetes, en los dos costados donde traslapan los caballetes con las tejas. La medida del traslazo para los caballetes es igual a las mencionadas anteriormente. Al instalar los caballetes las filas de tejas de ambos faldones deben coincidir, comprobando así la alineación de la estructura (ver figura 81).

Figura 81. Instalación de caballetes.



La manera más factible para realizar esta actividad es que conforme se avanza en la ubicación de la teja ondulada se debe caminar sobre un tablón apoyado sobre 2 ondas de teja como mínimo con el fin de no fracturar la hoja de zinc y evitar percances en la obra.

Para finalizar esta actividad se debe hacer uso de una lámina impermeable prefabricada con acabado superior en foil de aluminio, resistente, duradero. Esta se compone de asfaltos modificados con polímeros seleccionados y reforzados con alma central en polietileno de alta densidad. Para garantizar la correcta adherencia entre el manto asfáltico y la superficie de apoyo se hace uso de un tanque de gas y un soplete que eleva la temperatura en el manto para que se adhiera correctamente entre la teja y el ladrillo de la culata; este manto evita goteras en la vivienda (ver figura 82).

Figura 82. Ubicación de tejas y el manto asfáltico.



alguna ocasión se pudo observar que la terminación de la culata estaba desfasada, es decir que había quedado salida por lo que al ubicar las tejas se tuvo que cortar la parte inferior de la culata(ver figura 83). Se informo inmediatamente al maestro encargado para que arregle esa parte.

Figura 83. Fallas en la obra.



4 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELECTRICAS EN LA OBRA

4.1 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Después que el terreno está preparado, limpio y con puntos de los ejes definidos se excava el suelo para ubicar las redes sanitarias básicas de la casa (ver figura 84).

Figura 84. Excavación inicial.

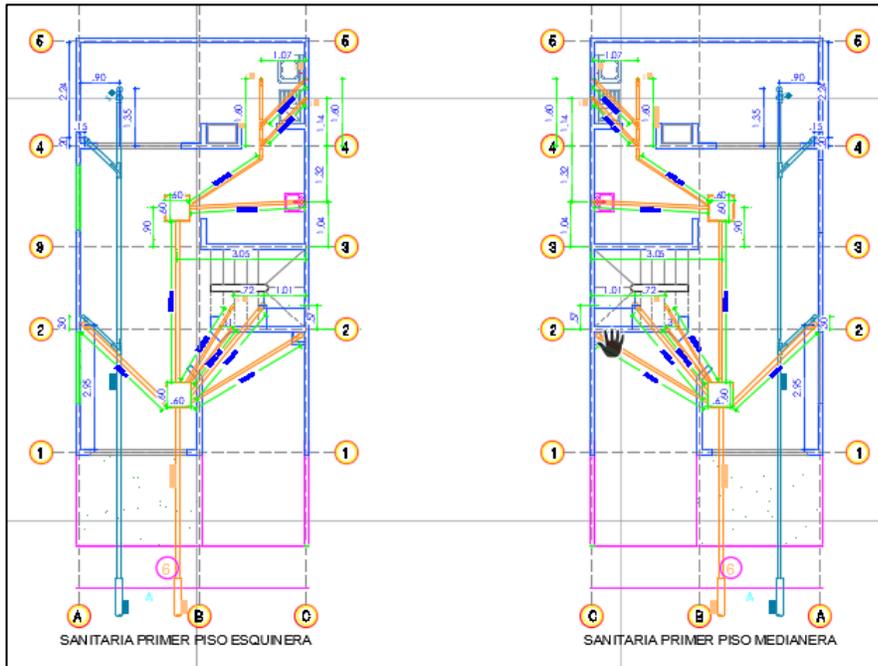


La obra proporcionaba todos los materiales de las instalaciones sanitarias necesarias para ejecutarse en obra, por lo que mi función era la de verificar a que distancia se ubicaba cada punto de la casa en la cimentación por lo que se recurre al plano (ver figura 85) en donde se observa la sanitaria de primer piso esquinera y la sanitaria de primer piso medianera.

Hay dos tipos de redes hidrosanitarias, la red de agua potable y la red de desagüe. Ambas constituyen los servicios básicos e indispensables en una vivienda. Para la red de agua se utilizan tubos de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, o 1 pulgadas; para el desagüe, de 2, 3 y 4 pulgadas.



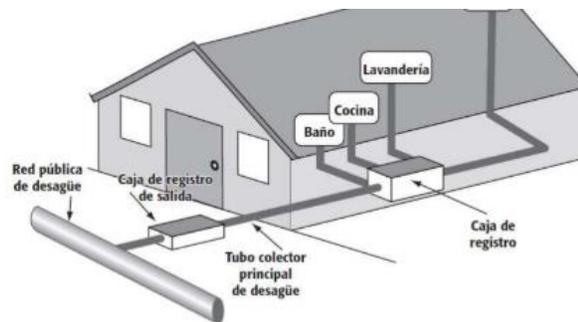
Figura 85. Redes sanitarias primer piso.



- RED DE DESAGÜE

También llamado red de recolección de aguas servidas. Tiene como finalidad conducir las aguas servidas desde el interior de la vivienda hacia la red pública o sistema de alcantarillado. La red de desagüe se compone de tubos y accesorios de PVC conectados sistemáticamente. Permiten unir todos los puntos de los ambientes de la vivienda que generan desagüe (cocina, baño, lavandería, etc.) hacia una caja colectora o registro. Esta caja de registro está conectada a la red pública de desagüe (ver figura 86).

Figura 86. Red de distribución de desagüe.

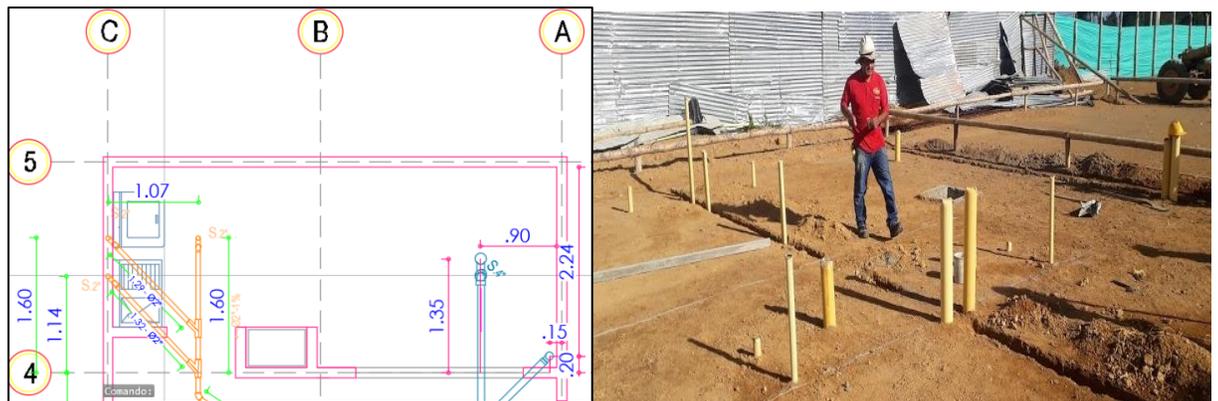




Al observar la figura 85, la casa medianera en la zona de patio tiene 4 puntos de desagüe los cuales son: el punto de la lavadora que se ubica a 1.60 m del eje 4, el punto del lavadero ubicado a 1.14 m del eje 4 y un sifón ubicado a 1.07 m del eje C el cual debe tener una pendiente del 1%.

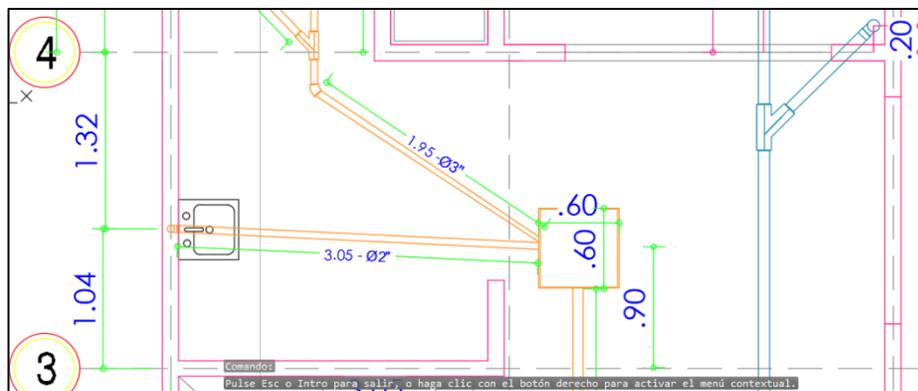
El punto restante está destinado a la recolección de aguas lluvias indispensables en la construcción de una vivienda; se diseñó con una tubería de diámetro 4 pulgadas y está ubicado a 0.9 metros del eje A y a 1.35 m del eje 4 (ver figura 87).

Figura 87. Red sanitaria, eje 5-4.



Después está ubicado el punto de desagüe de la cocina ubicado a 1.04 m del eje 3 y a 1.32 del eje 4, el cual se conecta directamente con la caja de inspección (caja de registro) ubicada en el interior de la casa mediante una tubería de 2". Los puntos de desagüe mencionados anteriormente a excepción del punto de aguas lluvias se conectan a la caja de inspección con una tubería de 3 pulgadas, a partir de aquí la caja de inspección se comunica con la otra caja de inspección ubicada en la casa a una distancia de 4.12 metros y con una tubería de diámetro 3 pulgadas (ver figura 88).

Figura 88. Redes sanitarias, eje 4-3.



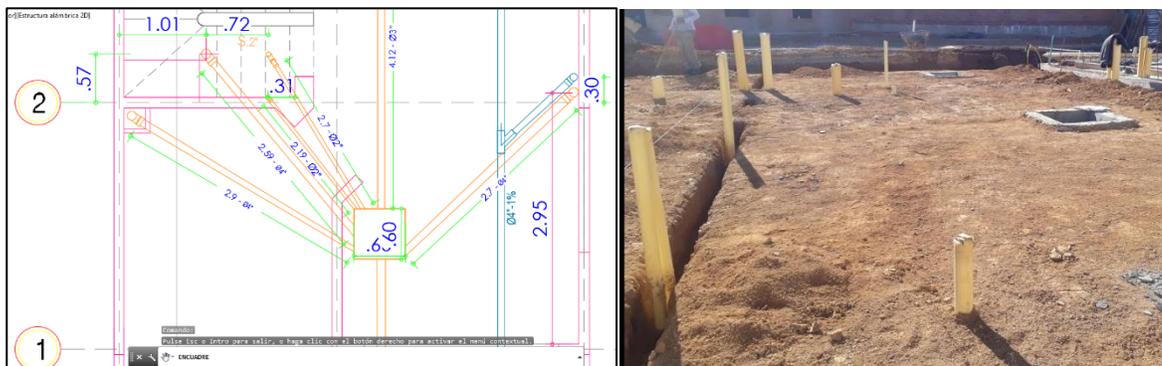


Finalmente se ubican 6 puntos de desagüe, un punto para el sanitario ubicado a 1.01 metros del eje C, el sifón ubicado a 1.73 metros del eje C y el punto para el lavamanos ubicado a 1.26 m del eje B, sobre el eje 2; todos estos puntos son del baño social ubicado en el primer piso.

Dos puntos de desagüe son los bajantes de los baños ubicados en el segundo piso que según el plano están sobre el eje 2, uno de ellos en el eje A y el otro se ubica en el eje C; en estos dos puntos se ubican buitrones para tapar esa tubería (ver figura 89).

El punto restante se ubica sobre el eje C junto al bajante del segundo piso que corresponde al bajante de aguas lluvias del segundo piso.

Figura 89. Redes sanitarias, eje 3-1.



Los 5 puntos de desagüe se conectan con la segunda caja de inspección construida en la casa para conectarse con la caja de registro de salida mediante una tubería de 4 pulgadas y una pendiente del 1 %.

Los puntos de aguas lluvias se conectan con una tubería de 4 pulgadas hasta el sumidero ubicado a las afueras de la casa.

Por cada casa se realizan dos cajas de inspección de 60cm * 60 cm (ver figura 91); una caja de inspección domiciliar es una cámara o caja destinada para la inspección y limpieza de la tubería de recolección, ubicada en el interior del inmueble. Sirve para recoger las aguas residuales, pluviales o combinadas provenientes de los domicilios. En estas cajas se mantiene desniveles para que la cota de la tubería del agua que llegue sea mayor de la cota de la tubería que sale de la caja.

Figura 90. Caja de inspección antes y después de fundirse respectivamente.



Para realizar esta actividad es necesario la utilización de herramienta básica como pala, pico, metro, escuadra, entre otros. Sin embargo, es de gran importancia el nivel de mano, es una regleta de aluminio o plástico que tiene 3 meniscos para nivelar en forma vertical, horizontal y un tercero para nivelar en ángulos inclinados de 45°; la burbuja tiene que ubicarse en el centro de donde este ubicada, y así se verifica la nivelación correcta cuando se instala una tubería o se construye alguna de las cajas de inspección.

En cuanto se termina este proceso se puede observar la sanitaria de primer piso (ver figura 91), aquí es donde ingresan los encargados de estructura iniciar la excavación para la construcción de la losa de cimentación.

Figura 91. Instalación de redes sanitarias de primer piso en una pacha.

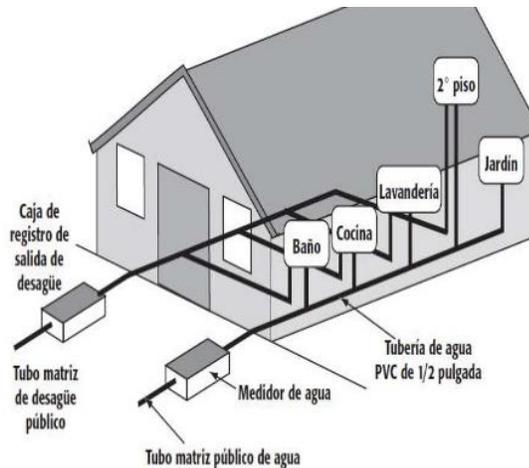




- RED DE DISTRIBUCION DE AGUA

Esta red conduce agua a todos los ambientes de la vivienda, para ello se emplea tubos y accesorios de PVC que soportan una alta presión. Las tuberías de agua generalmente son de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ y de 1 pulgadas. Los grifos permiten la salida controlada del agua

Figura 92. Red de desagüe y de distribución agua potable.



En la planta de primer piso se ubican 7 puntos de agua potable, En donde se maneja tubería de diámetro $\frac{3}{4}$ para la conducción y para ubicar los puntos se tiene tubería de $\frac{1}{2}$ pulgada en el plano (ver figura 93) y en obra (ver figura 94).



Figura 93. Redes hidráulicas primer piso casa medianera.

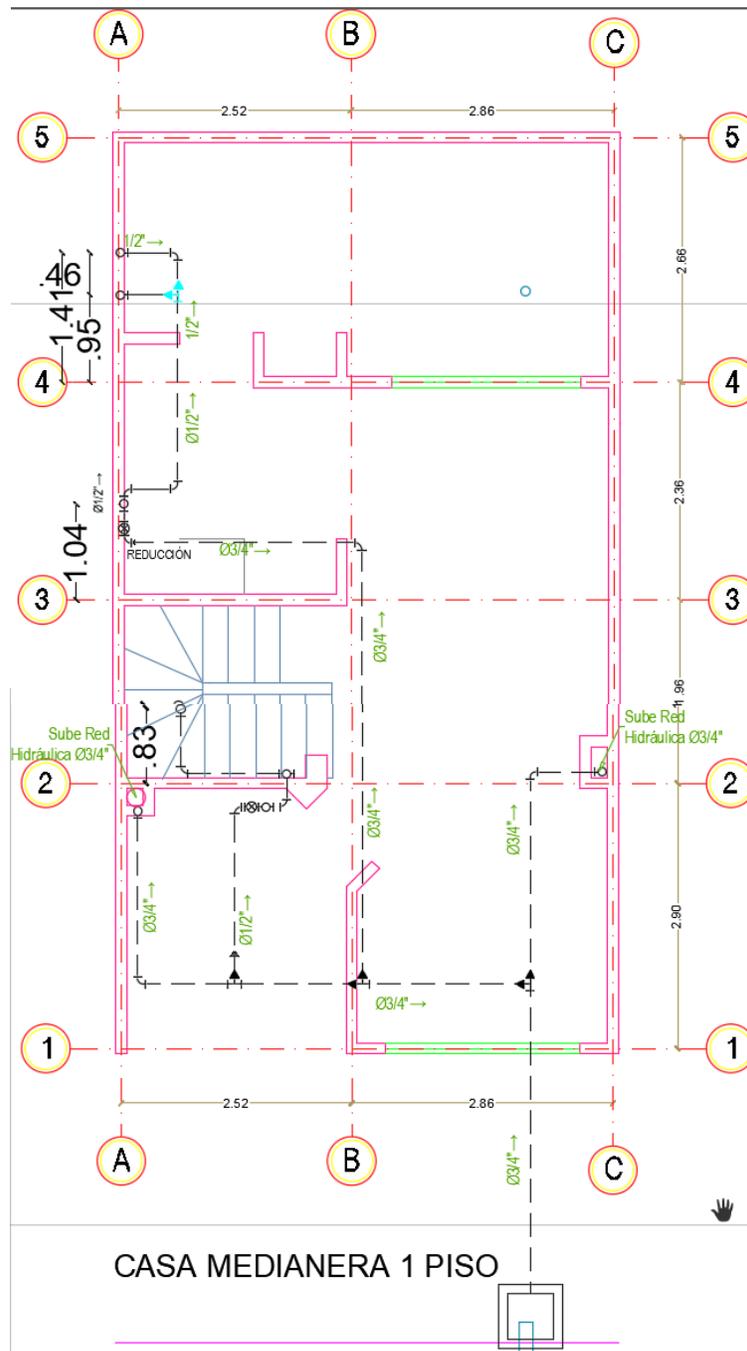


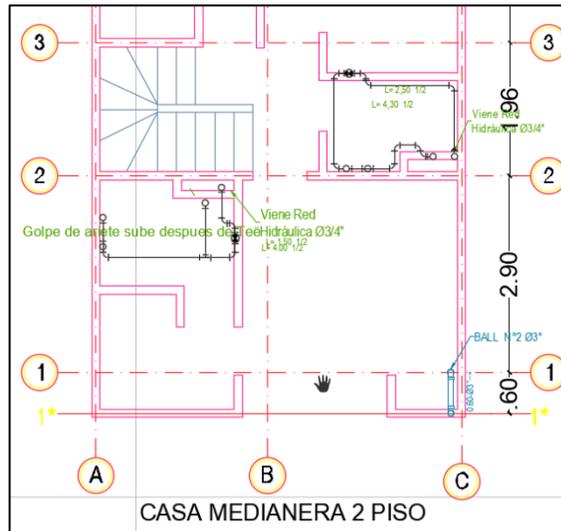


Figura 94. Red de distribución de agua en obra.



La red de distribución de agua de la casa medianera en el segundo piso cuenta con tubería de $\frac{3}{4}$ " y tubería de $\frac{1}{2}$ " pulgada (ver figura 95).

Figura 95. Red de distribución de agua, segundo piso.



La casa cuenta con los siguientes puntos sanitarios (ver figura 96):

- Dos (2) puntos de ducha,
- Tres (3) lavamanos,
- Tres (3) baños,
- Un (1) punto para el lavadero,
- Un (1) punto para la lavadora,
- Un (1) punto de lavaplatos, y
- Dos (2) punto de aguas lluvias".



Figura 96. Puntos sanitarios primer y segundo piso respectivamente, casa medianera.

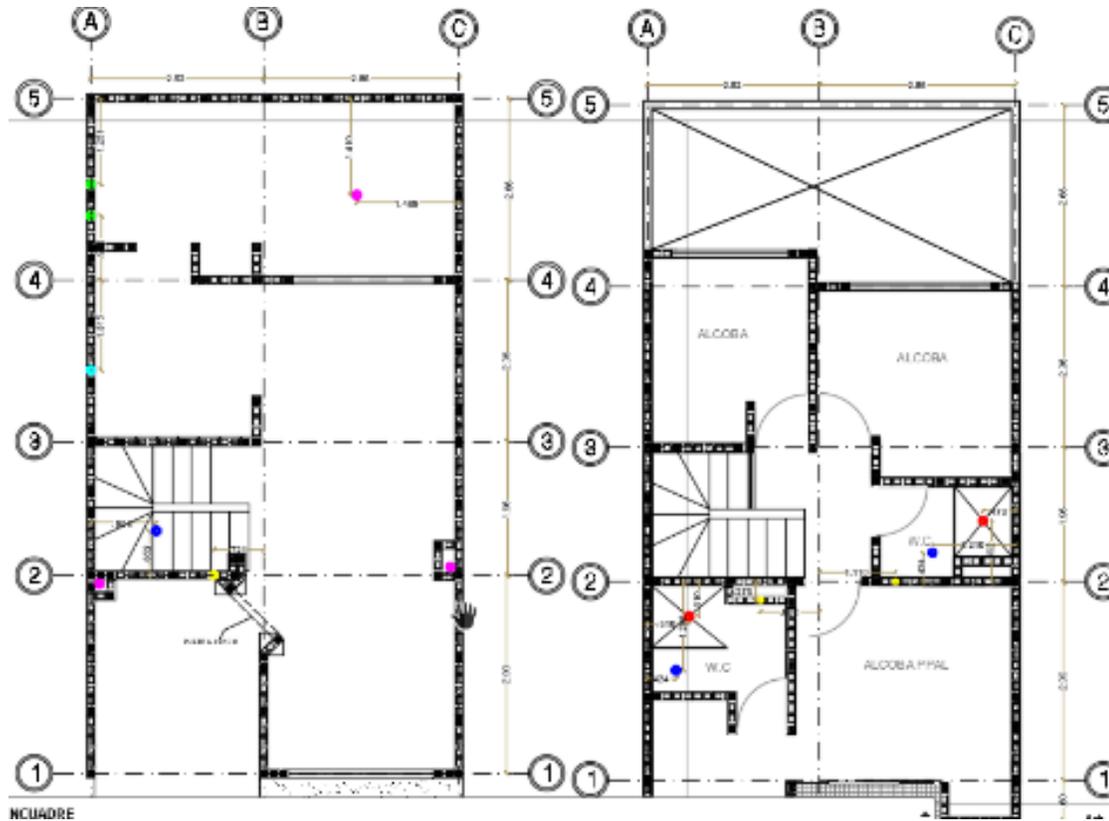


Figura 97. Convenciones para el plano(fig.70).

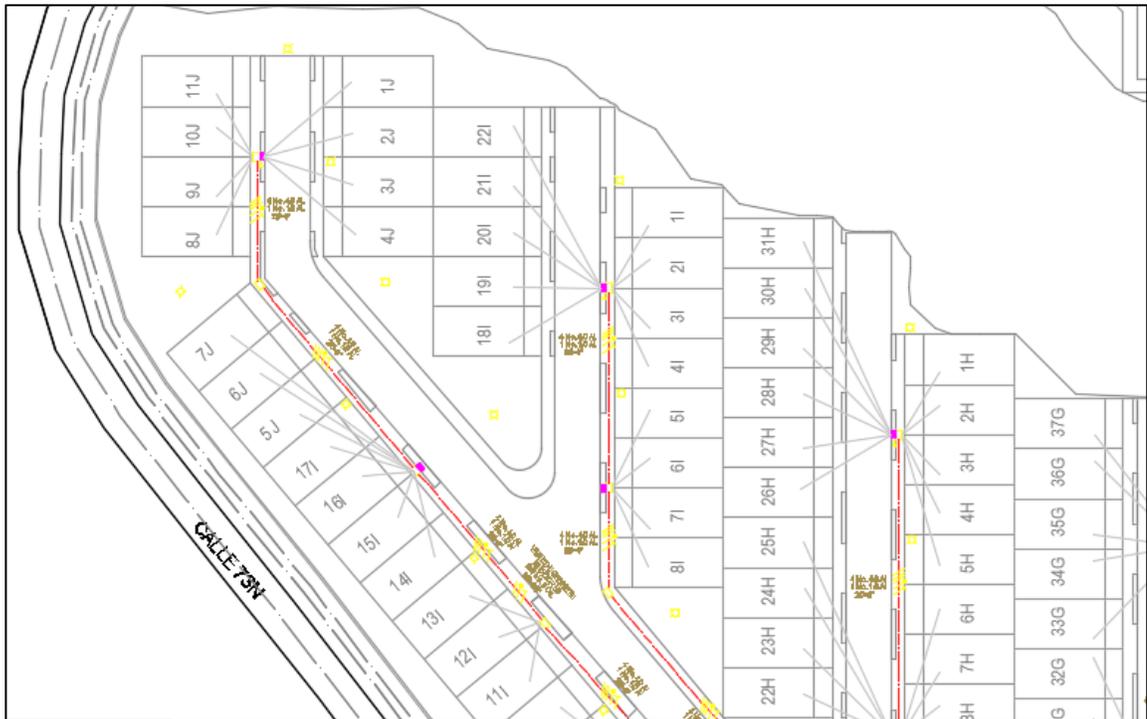
- PUNTO SANIT. 2" PISO
- PUNTO SANIT. 2" LAVAMANOS
- PUNTO SANITARIO 4" SAN.
- PUNTO SANIT. 2" LAVADERO
PUNTO SANIT. 2" LAVADORA
- PUNTO SANIT. 2" LAVAPLATOS
- PUNTO AGUAS LLUVIAS 4" SAN.

4.2 INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA OBRA.

Es de mencionar que las casas 21H, 9I-17I y 5J-11J se quedaron sin terminar, es decir que solo se realizó la losa de cimentación, por lo tanto, las cajas de inspección tanto hidráulicas como eléctricas se desarrollaron, pero el proceso constructivo se detuvo.

En obra se ejecutaron 28 cajas de inspección de las cuales tres fueron destinadas a la manzana I y J; 24 tableros eléctricos, tres de los cuales quedaron en la manzana I y J (ver figura 98).

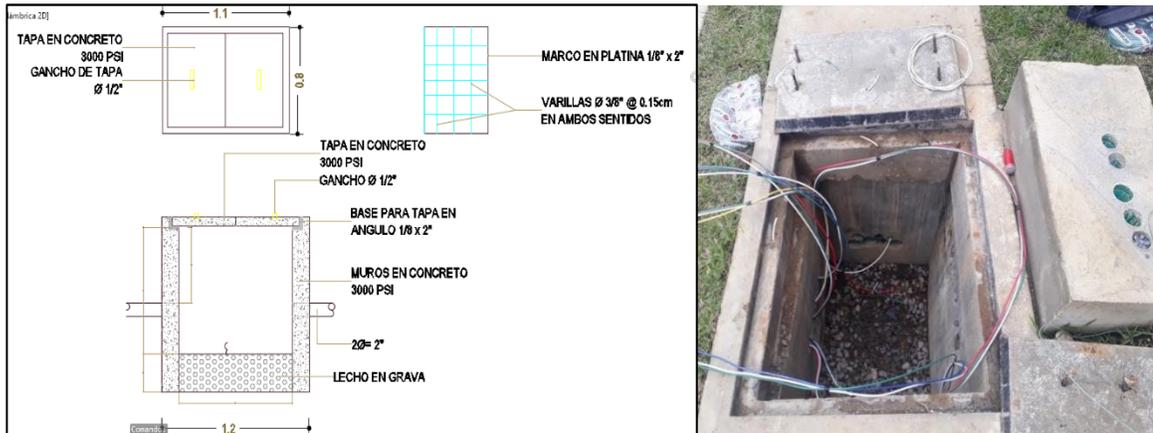
Figura 98. Instalaciones eléctricas.



Las cajas de inspección se construyen acorde al plano, la platina de la tapa viene prefabricada así que se debe mezclar el concreto y rellenar la platina (ver figura 99).



Figura 99. Caja de inspección 1.00* 0.70* 1.20 m.



Cada casa cuenta con un pedestal para el macromedidor (ver figura 100).

Figura 100. Detalle pedestal para macromedidor.

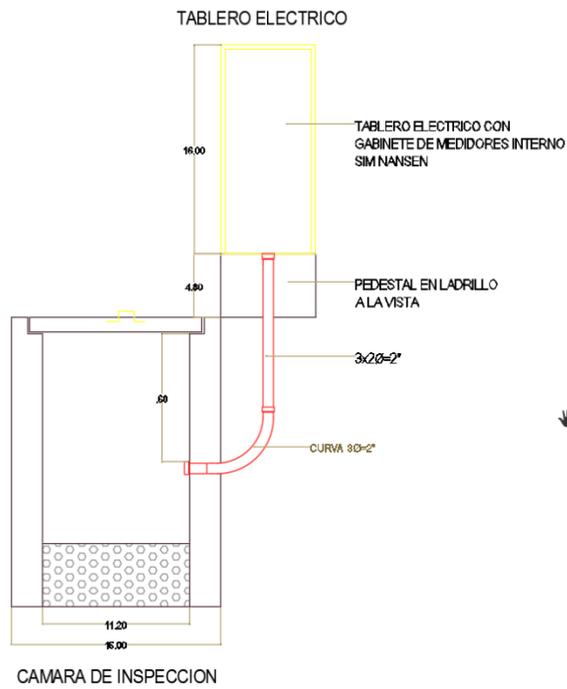


Con respecto a la instalación eléctrica no se presentaron inconvenientes dado que el contratista encargado había empezado en la obra hace tres años.

Mi función era verificar que las medidas del plano concuerden con la estructura ejecutada, como he mencionado todo debe quedar de forma simétrica acorde como se diseñó.



Figura 101. Detalle de ductos entre cámara y tablero eléctrico.



CORTE TRANSVERSAL



5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La realización de la práctica profesional es de gran aporte a la formación de los estudiantes ya que permite aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante el transcurso de la carrera.
- El proceso de construcción de una vivienda no solo precisa los diseños y la ejecución de la obra si no que necesita de todo el proceso para determinar el lugar donde se va ubicar la vivienda para que cuente con las condiciones óptimas de seguridad y habitabilidad.
- La construcción de viviendas requiere de personal idóneo tanto para el diseño, construcción y supervisión durante la obra, para que esta cumpla con los estándares de calidad.
- Se logro evidenciar que la mampostería estructural es un sistema que se puede ejecutar de manera muy rápida y minimizando desperdicio de material, sin embargo, tiene como desventaja que la arquitectura de las viviendas no se podrá modificar ya que los muros de la vivienda en su mayoría son estructurales.
- Es de gran importancia resaltar que este tipo de sistema constructivo es de los más seguros para las personas que habiten una vivienda, en caso de presentarse un sismo las personas no correrían peligro por el desplome de los muros, ya que estos se encuentran diseñados para soportar flexión debido a cargas horizontales.
- La mampostería estructural es una de las técnicas de diseño muy recomendadas en suelos arcillosos.
- El manejo de los materiales en obra es importante ya que son susceptibles a cambiar sus propiedades si son expuestos a condiciones no óptimas, es decir que, aunque el diseño cumpla con las normativas vigentes, el comportamiento de la estructura o elementos constituyentes pueden verse afectados.
- El ensayo de granulometría realizado para los agregados pétreos cumple con las especificaciones según la norma INV E- 213; para un mejor análisis de los resultados estos se representan mediante una gráfica.
- El control de calidad de los componentes (mortero de pega, mortero de relleno y concreto) de la estructura de la vivienda a través de ensayos regulados por normativas, es necesario para asegurarse que, ante la ocurrencia de eventos sísmicos, la respuesta de la estructura sea acorde al diseño estructural.
- Según la Norma Sismo Resistente (NSR-10), la resistencia a compresión del mortero de pega y mortero de relleno debe ser como mínimo de 125 kg/cm² o 12.5 Mpa y para concreto 21 Mpa.
- La interpretación de planos es indispensable ya que representan todo el proceso constructivo de la obra por lo que es necesario tener conceptos básicos claros como dimensiones, convenciones, ejes; todo plano posee una



simbología que permite decodificarlo, es decir leerlo, de manera que resulte fácil de comprender la información allí representada.

- La formaleta Super T tiene las dos caras del tablero utilizables cosa que no es posible con la utilización de formaleta de madera convencional como son las estibas.
- Los dinteles son un elemento importante en obra ya que son los encargados de recibir el peso de los elementos que hay sobre un hueco y transmitirlo a las vigas de amarre, por esto deben resistir la carga que reciben, de no ser así se romperían con el peso; la inercia que debe poseer el dintel debe ser suficiente para no deformarse en exceso, ya que esto afectaría directamente a la carpintería de ventanas y puertas evitando que estas se cierren de forma adecuada.
- La seguridad en una obra es indispensable para asegurar la integridad de las personas que trabajan en ella como también el de las personas que la habitarán una vez construida.
- Toda obra presenta problemas, lo importante es saber cómo actuar ante las dificultades que se puedan presentar.

RECOMENDACIONES

- Para tamizar el agregado grueso se recomienda hacerlo por partes con la finalidad de no obstruir las aberturas del tamiz, y así hacerlo de manera más rápida y precisa.
- Colocar de apoco la muestra del agregado en los tamices, para que se filtren con mayor facilidad y no haya atascos
- Para que la resistencia del mortero de pega y el mortero de relleno fabricados en campo sea igual a la especificada en el diseño de laboratorio, es indispensable evitar malas prácticas como agregar agua a la mezcla para aumentar su trabajabilidad luego que esta ha empezado a endurecer, ya que esto cambia la relación agua/cemento establecida en el diseño y por tanto reduce la resistencia
- El uso de la formaleta super T en obra es muy recomendable ya que se reduce el consumo de materiales en proceso de acabado obteniendo una excelente textura a la vista, estas superficies no requieren retoques
- La utilización de formaleta metálica garantiza una larga duración, facilitando los procesos de encofrado, vaciado, y desencofrado; de esta forma se logra industrializar los procesos y reducir los costos de materiales, desperdicios y mano de obra, esta formaleta se caracteriza por la simplicidad de sus partes y de fácil ensamble, así como permite darle al concreto un acabado liso.
- La bomba de concreto se ha vuelto parte de la maquinaria más relevante y esencial en la industria de la construcción en los últimos años. Esta máquina nos permite realizar un proceso de bombeo de concreto particularmente útil y funcional en obra ya que ofrece una solución simple, el vehículo puede



estacionarse al borde de la construcción; la tubería de la bomba se puede extender hasta que alcance el área deseada y así bombear el concreto, es mucho más factible optimizando tiempo y mano de obra lo que conlleva a un ahorro significativo en obra para la fundición de losas de entrepiso con respecto a otros procesos.

- En la industria de la construcción las caídas de altura constituyen la principal causa de accidentes graves o mortales esto se puede presentar en algunas tareas a ejecutarse en obra como aberturas en los entrepisos para las escaleras, en el perímetro de los techos entre otras; es por esto que cada vez que se realice un trabajo en altura deben evitar distracciones y lo más importante hacer uso de arnés o cinturón de seguridad logrando así minimizar las consecuencias si de alguna manera llega a ocurrir una caída en altura.
- En la construcción se presentan fallas por construcción es decir que para realizar una actividad debe haber una experiencia previa, unos cuidados, calificada mano de obra, y unas precauciones que permitan obtener la calidad especificada por ejemplo en vigas de amarre donde se recomienda inspeccionar la formaleta antes del vaciado de concreto para verificar su integridad y estabilidad, colocar apropiadamente y asegurar el acero de refuerzo, evitando el desplazamiento durante el vaciado, entre otros.
- Para la correcta colocación de las tejas de fibrocemento se debe tener en cuenta unas medidas de seguridad y protección en donde para todo proceso de corte es obligatorio el uso de gafas de protección, se debe humedecer previamente las áreas de corte para evitar generar polvo y esta actividad se debe hacer en una zona abierta y bien ventilada ya que inhalar polvo en altas concentraciones y durante tiempo prolongado puede generar enfermedades respiratorias.
- Para transitar sobre las cubiertas de fibrocemento se deben colocar tabloncillos apoyados sobre 3 tejas como mínimo; no se debe transitar sobre tejas húmedas.
- Para la concepción de un buen diseño de una red hidrosanitaria es necesario tener a mano un conocimiento detallado no solo de la red hidráulica y sanitaria sino también de la disposición arquitectónica de la estructura, el diseño debe estar ligado con otras instalaciones, tales como instalaciones eléctricas, siendo de gran importancia una constante comunicación entre los distintos equipos que vayan a diseñar las instalaciones.
- Es muy recomendable la realización de una pasantía con el fin de afianzar conocimientos y es de vital importancia realizar prácticas universitarias antes de culminar la carrera y empezar a conllevar la vida laboral, ya que gracias a esto se podrá tener un mayor carácter y criterio frente a los problemas más comunes en una obra de construcción.



6 REFERENCIAS

- Norma colombiana de diseño y construcción Sismo resistente NSR-10, Titulo E, (2010)
- Norma colombiana de diseño y construcción Sismo resistente NSR-10, Titulo D, (2010)
- Velásquez R, 2010, Repositorio institucional universidad EAFIT, recuperado de:
<https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5451/7.%20MarcoTeorico.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Manu, 2012, Mampostería Estructural, recuperado de:
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoryid/158/categoryname/ usos-y-aplicaciones/mamposteria-estructural>
- Sandoval P, 2013, Consistencia en el concreto; recuperado de: <http://ingcivil-notasapuntes.blogspot.com/2015/02/ensayo-de-consistencia-del-concreto.html>
- Riviero y Benavides, 2011, Instalación y correcta colocación de acero, recuperado de: http://es/Productos/Documents/catalogo_acero_pdr.pdf