

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTIA
AUXILIAR DE INGENIERIA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL
CONJUNTO RESIDENCIAL “SAN NICOLAS” – POPAYAN



JANNETH CAROLINA MORILLO MONTENEGRO
CODIGO: 100412020372

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN – CAUCA

2017

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTIA
AUXILIAR DE INGENIERIA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL
CONJUNTO RESIDENCIAL SAN NICOLAS - POPAYAN.

JANNETH CAROLINA MORILLO MONTENEGRO
CODIGO: 100412020372

Proyecto de grado para obtener el título de ingeniero civil

Director del proyecto
Diego Fernando Martínez
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN – CAUCA

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

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

Firma del Jurado

Firma del Director

Popayán, Marzo de 2018.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme hacer realidad mis sueños, por la salud y la fortaleza necesaria en cada momento.

A mi Ángel del cielo, por ser la luz en mi camino y guiar mis pasos en todo momento

A mis padres, por su apoyo, su esfuerzo, su amor incondicional, su paciencia y su fuerza en este largo caminar de hacer realidad mis sueños.

A mis hermanos, por sus palabras de motivación y su apoyo incondicional

A todos quienes hacen parte de la constructora SIMBRA SAS, por permitirme aplicar mis conocimientos, por confiar en mis capacidades y por darme la oportunidad de crecer profesional y personalmente.

A mis profesores, por ser parte importante de mi aprendizaje y aportar de gran manera a mi evolución profesional

A mis compañeros y amigos, por su amistad, su apoyo, por aportar cosas positivas a mi vida y por todos los momentos compartidos durante estos años.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	14
2. JUSTIFICACION.....	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 OBJETIVO GENERAL	
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	
4. EMPRESA RECEPTORA.....	17
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	19
5.1 UBICACIÓN	19
5.2 DESCRIPCIÓN	20
6. DESARROLLO DEL PROYECTO	24
6.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO.....	24
6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	27
6.2.1 DEPOSITO Y EXTENSION DEL MATERIAL EXCAVADO	30
6.2.2 NIVELACION POR TERRAZAS	31
6.2.3 GRADO DE COMPACTACIÓN	33
6.3 RED DE ALCANTARILLADO	35
6.3.1 ALCANTARILLADO PLUVIAL	35

6.3.2	ALCANTARILLADO SANITARIO	37
6.3.3	PROCESO CONSTRUCTIVO	39
6.3.4	CAMARAS DE INSPECCION	47
6.4	LOCALIZACION DE EJES.....	53
6.5	MUROS DE CONTENCION.....	54
6.5.1	LOCALIZACION Y PERFILADO DEL TERRENO	56
6.5.2	PROCESO CONSTRUCTIVO	57
6.6	INSTALACION RED SANITARIA	62
6.7	VIGAS DE CIMENTACION	64
6.8	PANTALLAS.....	70
6.9	LOSA DE CONTRAPISO	72
6.9.1	INSTALACION RED HIDRAULICA	73
6.9.2	INSTALACION RED ELECTRICA.....	76
6.9.3	INSTALACION RED DE GAS DOMICILIARIO.....	78
6.9.4	FUNDICION.....	79
6.10	MUROS EN MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	82
6.11	LOSA DE ENTREPISO.....	84
7.	CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA.....	88

8. CRONOGRAMA DE OBRA	104
9. RECOMENDACIONES	106
10. CONCLUSIONES.....	111
11. BIBLIOGRAFIA	114
12. ANEXOS	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación general del proyecto.	19
Figura 2. Plano Urbanístico del proyecto.	21
Figura 3. Diseño arquitectónico primer piso.	22
Figura 4. Diseño arquitectónico segundo piso.	23
Figura 5. Estacas de nivelación para viviendas.	25
Figura 6. Localización inicial del proyecto.	25
Figura 7. Ejemplo Cotas guía.	26
Figura 8. Estructura del pavimento para vías internas.	27
Figura 9. Excavación vía principal.	28
Figura 10. Cargue de material excavado.	29
Figura 11. Niveles de suelo de relleno Manzana A.	30
Figura 12. Equipo de nivelación.	31
Figura 13. Equipo utilizado.	32
Figura 14. Toma de muestras de densidad.	33
Figura 15. Diseño de alcantarillado pluvial.	36
Figura 16. Diseño de alcantarillado sanitario.	38
Figura 17. Inicio del alcantarillado sanitario.	40
Figura 18. Inicio del alcantarillado pluvial.	41
Figura 19. Cámara de inspección en cambio de dirección de colectores.	47
Figura 20. Parte interior de la cámara de inspección. Escalones y cañuela.	48
Figura 21. Preparación de la mezcla de concreto en sitio.	49
Figura 22. Formaleta en madera para cámaras de inspección.	49
Figura 23. Diseño de refuerzo para brocales y tapas.	50
Figura 24. Armado de acero y encofrado de brocales.	50
Figura 25. Fundición y desencofrado de Brocales.	50
Figura 26. Instalación alcantarillado sanitario y pluvial.	51
Figura 27. Armado de Caballetes.	53

Figura 28. Marcado de ejes de cimentación.	54
Figura 29. Diseño estructural muros de contención.	55
Figura 30. Diseño estructural pantallas.	55
Figura 31. Perfilado y champeo del terreno.	56
Figura 32. Excavación de Zapatas y solados de limpieza.	57
Figura 33. Acero de refuerzo.	58
Figura 34. Fundición de zapatas para muro de contención.	59
Figura 35. Formaleta para muros.	60
Figura 36. Fundición de Muros de contención.	60
Figura 37. Pruebas de asentamiento para concreto.	61
Figura 38. Diseño red sanitaria.	62
Figura 39. Instalación red sanitaria.	63
Figura 40. Cajas de inspección.	64
Figura 41. Planta de la cimentación de las viviendas.	65
Figura 42. Diseño estructural de los diferentes tipos de zapata.	66
Figura 43. Vigas de cimentacion.	67
Figura 44. Inconvenientes en el armado de acero de cimentación.	67
Figura 45. Acero para escaleras.	68
Figura 46. Fundición de zapatas.	68
Figura 47. Encofrado de vigas de cimentación.	69
Figura 48. Nivelación de terreno.	70
Figura 49. Plano y despiece de pantallas.	70
Figura 50. Armado de acero y formaleta para pantallas.	71
Figura 51. Curado de pantallas.	72
Figura 52. Instalación malla de acero para losa.	73
Figura 53. Diseño red hidráulica.	74
Figura 54. Instalación red hidráulica.	75
Figura 55. Aislamiento de tuberías.	75
Figura 56. Plano red de iluminación.	76
Figura 57. Diseño red eléctrica.	77

Figura 58. Instalación red eléctrica.	78
Figura 59. Instalación red de gas domiciliario.	79
Figura 60. Fundición losa de contrapiso y su curado.	80
Figura 61. Pega de ladrillo estructural.	82
Figura 62. Fundición de dovelas.	83
Figura 63. Planta muros primer piso.	83
Figura 64. Losa de entrepiso.	84
Figura 65. Ensayo de asentamiento.	86
Figura 66. Toma de muestras de concreto.	86
Figura 67. Fundición losa de entrepiso.	87
Figura 68. Error en vigas de cimentación y escalera.	101
Figura 69. Error en ejes de viga para despiece de acero.	101
Figura 70. Despiece de acero en vigas incompleto.	102
Figura 71. Inconsistencia entre cortes y despieces de acero.	103
Figura 72. Cronograma de obra.	105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de pruebas densidad de campo.	34
Tabla 2. Calculo de cantidad de actividades. Alcantarillado sanitario.	42
Tabla 3. Cantidades totales por actividad alcantarillado sanitario.	44
Tabla 4. Calculo de cantidad de actividades. Alcantarillado pluvial.	44
Tabla 5. Cantidades totales por actividad. Alcantarillado pluvial.	46
Tabla 6. Carteras de nivelación.	52
Tabla 7. Cantidad de material sanitario.	80
Tabla 8. Cantidad de material hidráulico.	81
Tabla 9. Cantidad de material eléctrico.	81
Tabla 10. Cantidad de material red hidráulica segundo piso.	84
Tabla 11. Cantidades de material red sanitaria segundo piso.	85
Tabla 12. Cantidad de material red electica segundo piso.	85
Tabla 13. Volumen de excavación para vigas de cimentación.	88
Tabla 14. Cálculo de solados de limpieza.	89
Tabla 15. Acero de refuerzo longitudinal para vigas de cimentación.	89
Tabla 16. Acero de refuerzo transversal para vigas de cimentación.	90
Tabla 17. Cantidades de concreto para vigas de cimentación.	92
Tabla 18. Acero de refuerzo para columnas.	93
Tabla 19. Acero de refuerzo para escaleras.	93
Tabla 20. Acero de refuerzo para pantallas.	94
Tabla 21. Acero de refuerzo longitudinal para vigas de entrepiso.	94
Tabla 22. Acero de refuerzo transversal para vigas de entrepiso.	95
Tabla 23. Acero de refuerzo para losa de entrepiso.	96
Tabla 24. Cantidad de concreto para losa de entrepiso.	96
Tabla 25. Acero de refuerzo longitudinal para vigas de cubierta.	97
Tabla 26. Acero de refuerzo transversal para vigas de cubierta.	97
Tabla 27. Acero de refuerzo para losa de cubierta.	98

Tabla 28. Cantidades de concreto para losa de cubierta.	99
Tabla 29. Área de muros no estructurales primer piso.	99
Tabla 30. Área de muros no estructurales segundo piso.	100
Tabla 31. Seguimiento a cronograma de obra.	104

ANEXOS

ANEXO 1. Ensayos de laboratorio para determinar el grado de compactación del suelo.

ANEXO 2. Registro de horarios de participación en obra y desarrollo de la pasantía.

ANEXO 3. Carta de solicitud de pasantía.

ANEXO 4. Carta de aceptación de pasantía expedida por la constructora.

ANEXO 5. Resolución para la ejecución de pasantía expedida por la facultad de ingeniería civil.

ANEXO 6. Carta de certificación de realización de la pasantía expedida por parte de la constructora SIMBRA SAS.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado se enfoca en la participación de la estudiante durante la ejecución de una obra civil, con el fin de realizar su práctica profesional en pro de la obtención de su título como ingeniero civil. Así mismo, se especifican las actividades que debe desarrollar durante el periodo de tiempo establecido por la Universidad del Cauca, para adquirir las herramientas prácticas necesarias para culminar su formación como profesional dentro del ámbito constructivo, donde aplicará los conocimientos teóricos aprendidos a lo largo de su trayectoria académica.

La Constructora Simbra S.A.S. ha ofrecido a la estudiante la oportunidad de acceder a uno de sus proyectos de vivienda como auxiliar del ingeniero residente, quien brindará el acompañamiento y orientación requerida para un adecuado desempeño y aprendizaje de los procesos básicos que deben tenerse en cuenta durante la ejecución de una obra, como por ejemplo el control de calidad de los materiales empleados, administración de recursos humanos y técnicos, manejo de presupuestos, cálculo de cantidades de obra, es decir, en aquellas actividades encaminadas que desarrollará en su ejercicio profesional.

2. JUSTIFICACION

Es importante que durante el periodo comprendido en cursar una carrera universitaria, el estudiante complemente su aprendizaje teórico con la práctica directamente en campo antes de obtener su título, ya que dichos componentes son el fundamento principal para la formación de un buen profesional, capaz de abordar los diversos problemas que enfrentará en la obra y darle la mejor solución posible, independientemente del área en la cual se vaya a desempeñar.

Por lo tanto, la realización de un trabajo de grado en su modalidad de pasantía tiene la ventaja de ayudar al estudiante a complementar y fortalecer el vínculo indisoluble entre los fundamentos teóricos vistos y el entorno real de su aplicación. Esta experiencia brindará al estudiante un mejor visión de la ingeniería civil desde el punto de vista constructivo, participará en la planificación, ejecución, control de la obra, además tendrá que interactuar y compartir conocimientos con profesionales de otras áreas que sean requeridos en la realización del proyecto, es decir, todos estos profesionales serán de gran ayuda en la formación profesional del pasante.

De esta forma también el trabajo de grado será un incentivo para el estudiante hacia la observación, la crítica, el análisis, la curiosidad, la toma de decisiones, entre muchos otros aspectos y experiencias que día tras día lograrán formar en él su propio criterio profesional.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Participar como auxiliar de ingeniería en el proceso constructivo del proyecto de vivienda “San Nicolás” de la Constructora Simbra S.A.S. en la ciudad de Popayán, para darle un enfoque práctico a los conocimientos adquiridos en el transcurso de la formación académica.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Cálculo de cantidades de obra para elaboración de presupuestos y pedidos.
- ❖ Control de calidad de los materiales empleados como agregados pétreos y concretos.
- ❖ Seguimiento al cronograma de la obra.
- ❖ Velar por el cumplimiento de las normas constructivas, plazos y diseños estipulados en la formulación del proyecto.

4. EMPRESA RECEPTORA



- **CONSTRUCTORA SIMBRA SAS**

NIT.: 900.704.045-8

FECHA DE CONSTITUCIÓN: Febrero 13 de 2014

FECHA DE INSCRIPCIÓN EN CÁMARA DE COMERCIO: 20 de febrero de 2.014

NUMERO DE MATRICULA MERCANTIL: 0014905

CORREO ELECTRONICO: proyecto.rioverde@gmail.com

ACTIVIDAD PRINCIPAL: Construcción de obras de ingeniería civil - edificios residenciales.

OBJETO SOCIAL: La empresa tiene por objeto social desarrollar actividades en la industria y comercio de la construcción, como tal la ejecución integral de cualquier tipo de obras civiles o proyectos de ingeniería en cualquiera de sus ramas, también tiene su enfoque en la parte arquitectónica y diseño de cualquier naturaleza, la administración y desarrollo de la rama inmobiliaria, proyectos de naturaleza urbanística en todas y cada una de sus fases, pero en especial adelantar programas de vivienda.

5. DESCRIPCION DEL PROYECTO

5.1 UBICACIÓN

El proyecto “**CONJUNTO RESIDENCIAL SAN NICOLAS**” que desarrolla la constructora SIMBRA SAS bajo la dirección del señor HUGO RIVERA, se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Popayán (Cauca), en la calle 72N con carrera 9. Al predio se accede por la carrera 9 o vía Panamericana, la cual comunica a Popayán con la ciudad de Cali.

Figura 1. Ubicación general del proyecto.



Fuente. Google Maps.

El lote colinda con los condominios SENDEROS DE EUCALIPTO, LUNA BLANCA. A pocos metros del lote se encuentran el Centro Comercial TERRAPLAZA y el colegio LOS ANDES.

5.2 DESCRIPCIÓN

El predio destinado para el desarrollo del proyecto tiene una topografía ligeramente inclinada en dirección suroriental y cuenta con un área aproximada de 25.587 m², la cual se ha proyectado dividir en dos zonas, una de 23.687 m², para la construcción de 111 viviendas de dos pisos en mampostería estructural y la otra de 1.900 m², para un módulo de cuatro edificios de ocho pisos cada uno. Además de esto, se ha reservado la parte nororiental del lote para la construcción de la zona social, que está constituida por una cancha múltiple, piscina, gimnasio, canchas de squash, baño turco, sauna, salón de eventos, sendero peatonal y parqueadero para visitantes.

Partiendo que la zona de construcción cuenta con una pendiente variable (aproximadamente entre 2% y 7%), el diseño urbanístico se ha proyectado en forma de terrazas escalonadas, es decir, que el nivel de cada una de las casas varía de acuerdo a la pendiente definida para su correspondiente vía de acceso, de esta forma se tiene que para vías con pendiente de 3.66%, 2.44% y 1.22%, el desnivel característico entre cada casa es de 33, 22 y 11 centímetros respectivamente. Dicho planteamiento se ha hecho con el fin de garantizar que la rampa de entrada de los vehículos a cada vivienda tenga la pendiente adecuada para no generar impacto al transitar sobre ella.

A nivel más detallado, según la distribución que se hizo del predio y el número de manzanas que resultaron de ello, las dimensiones de cada vivienda dadas en el diseño arquitectónico serán de 12.30 m de largo y 9 m de ancho, contando cada

una de ellas con un área construida de aproximadamente 140 m², a excepción de las casas esquineras que debido al diseño presentan menores dimensiones.

Figura 2. Plano Urbanístico del proyecto.



Fuente. Base de datos de la constructora.

En cuanto a la distribución del espacio interior de las viviendas puede decirse que busca generar comodidad, buen aprovechamiento del espacio y accesibilidad a todas sus habitaciones. Para ello, el primer piso se ha dividido en un garaje doble, sala, comedor, cocina, baño, zona de ropas, patio jardín y baño social, conformando un área construida de 66.20 m², mientras que en la segunda planta se ubican la alcoba principal con baño privado, dos alcobas adicionales, un baño compartido y sala de star, para un área construida de 73.45 m². En total se tiene un área construida de 139.65 m².

Figura 3. Diseño arquitectónico primer piso.



Fuente. Base de datos del proyecto.

Figura 4. Diseño arquitectónico segundo piso.



Fuente. Base de datos del proyecto.

6. DESARROLLO DE LA PASANTIA

El proceso constructivo del proyecto se ha definido de tal manera que la secuencia de actividades a seguir tenga un orden lógico, que permitan el avance cuidadoso de la obra, generar grandes rendimientos y cumplir a cabalidad con los tiempos estimados en el cronograma planteado para la ejecución del proyecto.

6.1 LOCALIZACION Y REPLANTEO

Esta actividad de localización y replanteo es de vital importancia en el desarrollo del proyecto ya que de ella depende la correcta ubicación o materialización de un diseño, en este caso urbanístico. El objetivo de esta etapa es el trazado exacto en el terreno de ejes, linderos y niveles de la obra de acuerdo a lo especificado en los planos.

Partiendo de que el lote se encuentra descapotado, una comisión de topografía se encarga de ubicar dentro de todo el lote puntos específicos que posteriormente servirán de guía para la construcción de las diferentes estructuras del proyecto.

Para ello, con ayuda de estacas de guadua se marcan los límites de cada una de las casas, así como también los bordes tanto de la vía principal como de las vías secundarias y sobre ellas se indica su nivel correspondiente a piso terminado.

Figura 5. Estacas de nivelación para viviendas.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 6. Localización inicial del proyecto.



Fuente. Elaboración propia.

Dentro de esta etapa del proyecto, la pasante en compañía del ingeniero residente se encargaron de verificar de forma aleatoria el nivel de algunos de los puntos marcados por la comisión de topografía haciendo uso del nivel de precisión, con ello pudo establecerse que efectivamente estos coincidían con lo establecido en los planos entregados.

Además, se ubicaron puntos estratégicos sobre el muro colindante (condominio luna blanca) a la zona de construcción, donde se marcó su respectiva cota con el fin de servir de guía para la posterior nivelación del sector dado que no serán susceptibles a desplazamientos.

Figura 7. Ejemplo Cotas guía.



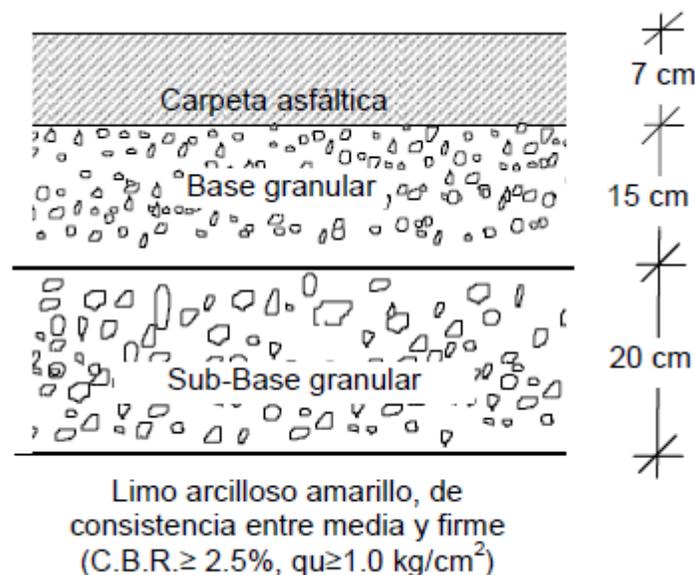
Fuente. Elaboración propia.

6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Una vez delimitado el paramento de las viviendas y definidas sus cotas de construcción, se precede a evaluar en qué tramos del lote se debe hacer cortes con el fin de que el material extraído sea utilizado en los sitios donde se requiera subir el nivel del terreno.

Con base en ello, se ha decidido iniciar con la excavación de la vía principal hasta nivel de subrasante, que según se indicó en el estudio de suelos, la estructura del pavimento debe tener un espesor de 42 centímetros, los cuales están conformados por una sub-base granular de 20 centímetros, base granular de 15 centímetros y carpeta asfáltica de 7 centímetros de espesor. También se ha considerado tomar un ancho de cajeo de 7.40 metros, debido a que el ancho de la vía según el diseño será de 7.00 metros y en cada uno de sus bordes se instalará un bordillo de 15 cm de espesor a lo largo de todo su recorrido.

Figura 8. Estructura del pavimento para vías internas.



Fuente. Informe de estudio de suelos.

El desarrollo de esta tarea le fue asignada a la pasante, quien utilizando un nivel de precisión se encargó de verificar la cota de corte del terreno previamente calculada teniendo en consideración la pendiente de la vía que corresponde al 1.5%, las cotas de pavimento presentadas en los planos y el espesor de las capas del pavimento. Dicha verificación se realizó de acuerdo al avance del corte cada dos metros hasta completar una longitud de vía aproximada de 80 metros que representan corte de material. Con el fin de evitar contratiempos o inducir a posibles errores el movimiento de tierras, se hacía una carter de nivelación en la cual se definía tanto la altura del instrumento de medición como las cotas de fondo de las excavación y las lecturas que debían tomarse en la mira a lo largo de todo el recorrido.

En cuanto a maquinaria, se eligió trabajar con una retroexcavadora de orugas debido a su gran capacidad de corte y cargue de material, dado que el volumen de tierra que se ha proyectado desplazar es de por lo menos 12000 m³. Para darle orientación a la maquina se trazó con cal y sobre el terreno las líneas de corte del material o ancho de cajeo de la vía para mayor facilidad y ubicación, dado que su localización estaba hecha cada 10 metros.

Figura 9. Excavación vía principal.



Fuente. Elaboración propia.

Cabe destacar también que el transporte del suelo destinado a los rellenos se hacía con ayuda de dos volquetas con capacidad de 5 metros cúbicos, las cuales recorrían una distancia de alrededor de 200 metros entre el sitio de cargue y el de depósito.

Figura 10. Cargue de material excavado.



Fuente. Elaboración propia.

Una vez terminado este tramo, la pasante continuo con el mismo procedimiento pero esta vez sobre la vía de acceso N° 5 de la cual fue necesario realizar corte de material en aproximadamente 100 metros de su longitud total.

6.2.1 DEPOSITO Y EXTENSIÓN DEL MATERIAL EXCAVADO

Inicialmente, el material transportado se utilizó para adecuar el nivel de las primeras 6 viviendas de la manzana A, donde se requería subir el nivel del terreno en aproximadamente 60 centímetros, dicha tarea se realizó distribuyendo de forma uniforme el material en capas de 20 centímetros para posteriormente ser compactadas. Del mismo modo se realizó la nivelación entre las casas 14 y 22 de la manzana B y de las casas 33 a 45 de la manzana C, destacando que para estos últimos tramos el relleno hecho tiene un mayor espesor.

Figura 11. Niveles de suelo de relleno Manzana A.



Fuente. Elaboración propia.

Hacia la parte suroriental del lote fue necesario incrementar el nivel del relleno tanto para las viviendas 93 a 101 como para la vía de acceso a ellas (vía 5) entre 1.0 y 1.50 metros dado que por efectos de la pendiente original del terreno, en esa zona se generaba un fuerte descenso de las cotas y por ende era posible observar una gran concavidad en el suelo.

6.2.2 NIVELACIÓN POR TERRAZAS

Una vez hecha una nivelación aproximada del terreno, la pasante procede a precisar el nivel de cada una de las terrazas para iniciar con la cimentación de las viviendas. Para ello, armaba el nivel de precisión en un sitio estratégico, donde fuese posible observar completamente la terraza (dimensiones 9.0 x 12.30 metros) y no obstaculizara el movimiento de la maquinaria.

Figura 12. Equipo de nivelación.



Fuente. Elaboración propia.

Independiente del nivel de la terraza a perfilar, el procedimiento seguido por la pasante para determinar si se encontraban en el nivel correcto fue:

1. Establecer la altura instrumental amarrándose a una de las cotas fijas dejadas en la etapa de replanteo.
2. Identificar la cota de la terraza que se va a trabajar, con base en el diseño urbanístico presentado para el desarrollo del proyecto.

3. Como el nivel presentado en los planos esta para piso terminado, se debe calcular la cota correspondiente a terreno, para lo cual se disminuye a la cota del plano un valor de 13 centímetros que corresponden al espesor de la losa de contrapiso (8 centímetros) más el espesor del acabado (5 centímetros).
4. Se calcula la diferencia entre la cota instrumental y la cota de terreno para obtener la lectura sobre la mira y así saber si esta con el nivel adecuado o de lo contrario identificar si se requiere rellenar o cortar material.

Con base en este procedimiento, se está garantizando que el nivel de tierras especificado en los planos urbanísticos se cumpla a cabalidad para evitar problemas en el desarrollo de tareas posteriores.

Cabe destacar que la mayoría de las terrazas quedaron definidas en terreno natural, así como también que el material obtenido de los cortes realizados fue suficiente para completar los rellenos requeridos, de modo que no fue necesario la utilización de otro tipo de suelo para terminar la nivelación, es decir que toda la obra en construcción quedará cimentada sobre el mismo tipo de suelo analizado inicialmente (suelo limo – arcilloso de consistencia firme).

Figura 13. Equipo utilizado.



Fuente. Elaboración propia.

6.2.3 CONTROL DE GRADO DE COMPACTACIÓN

Dentro de esta etapa de movimiento de tierras, se debe tener especial cuidado con el control de la compactación de los suelos en especial de los rellenos realizados, para ello, se hicieron ensayos de campo para verificar la densidad del mismo mediante la prueba de cono y arena y posteriormente determinar su grado de compactación.

Es importante mencionar que según lo indicado por el ingeniero estructural y de suelos, el grado de compactación mínimo exigido sobre los rellenos para que sean aceptables debe ser el 95% del proctor modificado.

Figura 14. Toma de muestras de densidad.



Fuente. Elaboración propia.

En el desarrollo de esta actividad, la pasante prestó especial cuidado a la realización de los ensayos, entrega de resultados por parte de la entidad encargada, en este caso el laboratorio GEOFISICA SAS y finalmente verificar si se estaba cumpliendo con la condición dada.

Tabla 1. Resultados de pruebas densidad de campo.

Fecha ensayo	Muestra	Casa	Grado Compactación
Agosto 11/17	Manzana A	6	96%
	Manzana A	3	95%
	Manzana A	10	96%
	Manzana A	16	96%
	Manzana A	13	95%
Agosto 15/17	Manzana B	27	97%
	Manzana B	23	96%
	Manzana C	57	98%
	Manzana C	54	98%
	Manzana C	50	97%
	Manzana C	31	96%
Agosto 16/17	Manzana B	25	99%
	Manzana B	29	98%
	Manzana B	58	99%
	Manzana C	55	97%
Agosto 18/17	Manzana C	44	96%
	Manzana C	41	95%
	Manzana C	39	96%
	Manzana C	34	98%

Fuente. Elaboración propia.

Puede observarse que según las pruebas realizadas al suelo, el grado de compactación de los diferentes puntos de muestra supera el mínimo valor establecido para la aceptación del lote, lo cual indica que es prudente continuar con el proceso constructivo del proyecto. Los documentos entregados por parte del laboratorio se presentan en el anexo 1.

6.3 RED DE ALCANTARILLADO

6.3.1 ALCANTARILLADO PLUVIAL

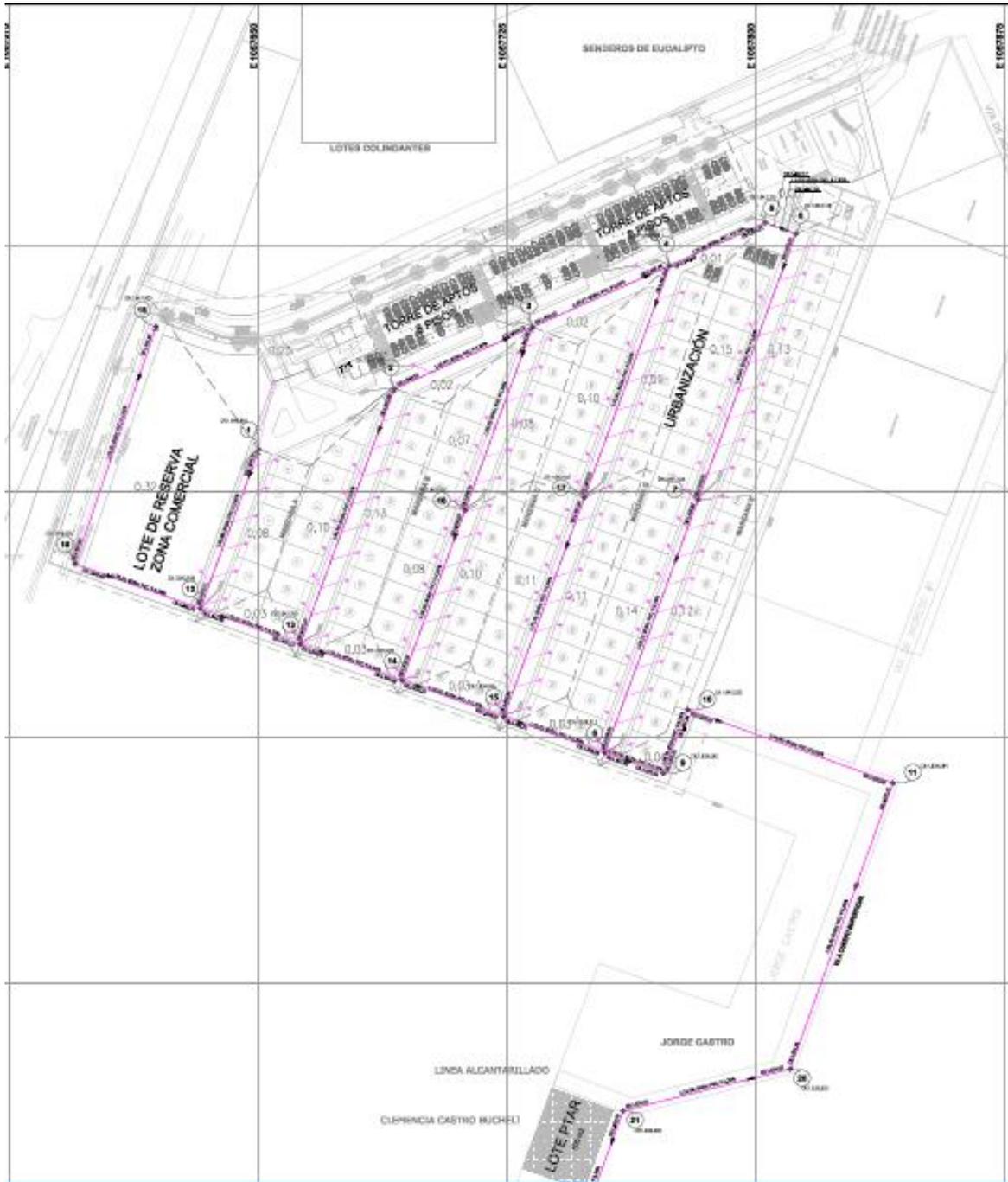
Como se sabe, es indispensable que el proyecto de vivienda cuente con un sistema de drenaje apropiado para la recolección, transporte y disposición final en este caso de las aguas lluvias.

Con el fin de lograr su objetivo y partiendo de los planos arquitectónicos y la distribución urbanística del proyecto, el ingeniero sanitario encargado de realizar el diseño del sistema de alcantarillado ha presentado una solución a tal problemática, en la cual se ha tenido en cuenta la topografía final de la zona, los caudales a transportar, teniendo como resultado una red de colectores con su respectivo diámetro, longitud, pendiente y cotas tanto de llegada como de salida, además de la ubicación de las diferentes estructuras de acoplamiento como lo son las cámaras de inspección, sumideros y definición de acometidas domiciliarias.

También se ha definido el punto exacto para la disposición final de las aguas captadas a lo largo de todo el recorrido, como dichas aguas no requieren tratamiento previo a su vertimiento, serán llevadas hasta una quebrada que se ubica a aproximadamente 300 metros del Condominio San Nicolás.

A continuación se presenta el plano definitivo para el trazado y posterior construcción del alcantarillado pluvial:

Figura 15. Diseño de alcantarillado pluvial.



Fuente. Base de datos del proyecto.

6.3.2 ALCANTARILLADO SANITARIO

Otra parte importante en el desarrollo del proyecto es la construcción de un alcantarillado sanitario, que permite la evacuación de las aguas residuales producidas en cada una de las viviendas para generar un ambiente sano y óptimo para sus habitantes.

Al igual que con el alcantarillado pluvial, en su diseño se tiene en cuenta distintos factores tales como caudales probables de consumo, caudales de infiltración, entre otros, partiendo del nivel de complejidad del proyecto y siguiendo lo especificado en el reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico (RAS 2000), el cual expresa que parámetros debe cumplir el diseño para tener un funcionamiento adecuado como por ejemplo las velocidades mínimas y máximas de transporte del material, fuerza de arrastre del mismo, pendientes y diámetros.

El trazado del eje de la red de tuberías se estableció en forma paralela a la red de alcantarillado pluvial, con una separación de entre ejes de 1.0 metro de modo que las cámaras de inspección se ubican en casi el mismo punto de las cámaras anteriores (distancia entre cámaras 1.90 m).

Figura 16. Diseño de alcantarillado sanitario.



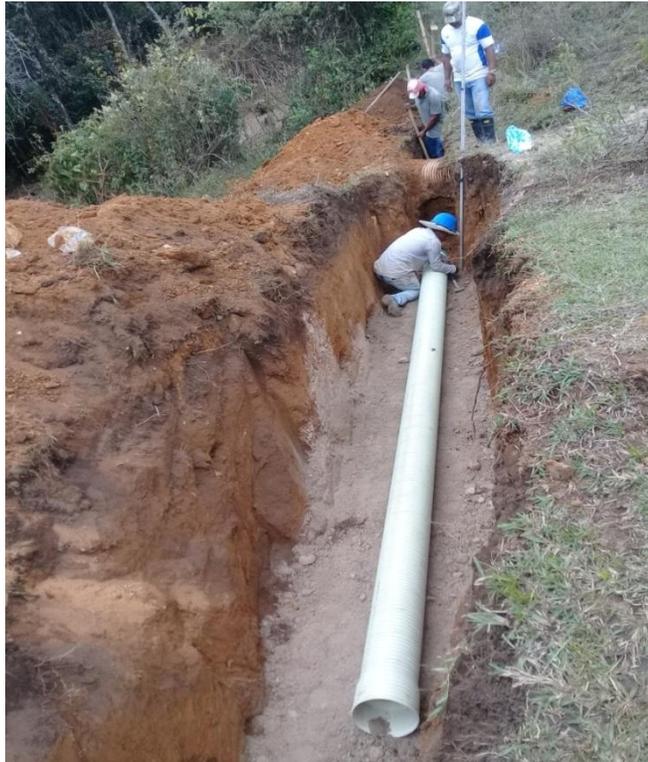
Fuente. Base de datos del proyecto.

Por la calidad del agua transportada, su disposición final no puede hacerse directamente a la fuente natural y debido a la pendiente del terreno no es posible llevar las aguas servidas del conjunto residencial en construcción hacia la red de alcantarillado municipal, ya que la única opción para hacerlo sería mediante bombeo, y según el análisis hecho por el ingeniero sanitario esto podría ocasionar algunos problemas futuros así que no es aconsejable. Por lo tanto, se ha proyectado la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales exclusiva de San Nicolás, la cual permitirá el mejoramiento de la calidad del agua para posteriormente llevarla a la quebrada. El sitio destinado para la construcción de la PTAR tiene un área de 500 m² y se ubica en la parte posterior del **Condominio Cambulos**, siendo propiedad del señor Hugo Rivera.

6.3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO.

El proceso constructivo del tramo final del alcantarillado pluvial se inició a partir de la cámara de inspección más baja que se tiene en los planos (cámara # 20) hasta llegar al punto más alto que corresponde a la cámara de salida del condominio (cámara # 9), es decir, que la instalación de la tubería se realizó en contrapendiente, dejando incompleta la instalación del tramo de colector final que desemboca en la quebrada ya que allí se está por definir una estructura de disipación de la energía para evitar problemas de erosión al momento de llegar el caudal total, mientras que para el alcantarillado sanitario el punto de inicio corresponde a la cota de entrada a la PTAR llegando hasta la salida del condominio (cámara # 6).

Figura 17. Inicio del alcantarillado sanitario.



Fuente. Elaboración propia.

Al igual que en las anteriores actividades, la pasante en ocasiones acompañada del topógrafo o ingeniero, se encargaba de chequear los niveles de excavación con ayuda del nivel de precisión, así mismo eran verificadas las cotas de la tubería tanto de batea como clave y en seguida se aseguraban los tubos.

Entre el suelo de sub-rasante de apoyo y el fondo de la tubería independiente del diámetro dispuesto, se hace necesario el acomodo de una cama de arena de 10 centímetros de espesor, la cual sirve de base a los colectores, generando estabilidad al tubo y evitando que éste presente algún tipo de ondulación o pandeo.

En campo, la pasante elaboraba las carteras de nivelación teniendo en cuenta la altura instrumental, la cota inicial de la tubería y su respectiva pendiente, en las carteras se especificaba la abscisa de trabajo, la lectura al fondo de la excavación,

lectura a nivel de estaca sobre la cual se soportaba cada tubo, la cota clave del mismo, además se registra el ancho de la excavación y se tomaban las cotas a nivel de terreno para posteriormente realizar las actas de mano de obra. De esta forma, se evitan confusiones o posibles errores en la toma de lecturas y se lleva un orden en el avance de la obra así como también el control de lo especificado en los diseños.

Figura 18. Inicio del alcantarillado pluvial.



Fuente. Elaboración propia.

Otra de las tareas que se le fue asignado a la pasante fue el cálculo de cantidades y actividades realizadas para la elaboración de las actas de mano de obra, las cuales se hicieron de la siguiente manera:

Tabla 2. Calculo de cantidad de actividades.

Alcantarillado sanitario.

1) Tramo 0 - 20					2) Tramo 20 - 21				
Ancho 1m	Pendiente 3%		Diámetro 10"		Ancho 1m	Pendiente 7%		Diámetro 10"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	32.76	31.38	1.38	0	0	34.59	32.86	1.73	0
6	33.53	31.56	1.97	10.05	6	35.44	33.28	2.16	11.67
12	33.57	31.74	1.83	11.4	12	36.37	33.7	2.67	14.49
18	33.81	31.92	1.89	11.16	18	37.09	34.12	2.97	16.92
24	34.11	32.1	2.01	11.7	24	37.91	34.54	3.37	19.02
30	34.3	32.28	2.02	12.09	30	38.43	34.96	3.47	20.52
36	34.47	32.46	2.01	12.09	36	39	35.38	3.62	21.27
42	34.59	32.64	1.95	11.88	42	39.52	35.8	3.72	22.02
48	34.49	32.82	1.67	10.86	Total m3				125.91
Total m3				91.23					

3) Tramo 21 - 19					4) Tramo 19 - 7				
Ancho 1m	Pendiente 1.75%		Diámetro 10"		Ancho 1m	Pendiente 0.83%		Diámetro 10"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	39.62	35.83	3.79	0	0	40.84	36.49	4.35	0
6	40	35.94	4.06	23.55	6	40.4	36.54	3.86	24.63
12	40.37	36.04	4.33	25.17	12	40.52	36.59	3.93	23.37
18	40.53	36.15	4.38	26.13	18	40.66	36.64	4.02	23.85
24	40.62	36.25	4.37	26.25	24	40.69	36.69	4.00	24.06
30	40.75	36.36	4.39	26.28	30	40.74	36.74	4.00	24.00
36	40.79	36.46	4.33	26.16	36	40.6	36.79	3.81	23.43
37.3	40.84	36.48	4.36	5.65	42	40.62	36.84	3.78	22.77
Total m3				159.19	48	40.55	36.89	3.66	22.32
					54	40.52	36.94	3.58	21.72
					59.3	40.50	36.98	3.52	18.82
					Total m3				228.97

5) Tramo 7 - 6					6) Tramo 6 - 5				
Ancho 1m	Pendiente 1 %		Diámetro 10"		Ancho 0.8m	Pendiente 1.5 %		Diámetro 10"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	39.96	36.95	3.01	0	0	39.1	37.15	1.95	0
6	39.72	37.01	2.71	17.16	6	39.26	37.24	2.02	9.53
12	39.77	37.07	2.7	16.23	12	39.49	37.33	2.16	10.03
14.85	39.77	37.1	2.67	7.65	17.3	39.43	37.41	2.02	8.86
Total m3				41.04	Total m3				28.42

7) Tramo 5 - 4					8) Tramo 4 - 3				
Ancho 0.8m	Pendiente 2%		Diámetro 10"		Ancho 0.8m	Pendiente 1.3%		Diámetro 10"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	39.39	37.45	1.94	0	0	39.45	38.14	1.31	0
6	39.22	37.57	1.65	8.62	6	39.54	38.22	1.32	6.31
12	39.2	37.69	1.51	7.58	12	39.67	38.3	1.37	6.46
18	39.19	37.81	1.38	6.94	18	39.7	38.38	1.32	6.46
24	39.27	37.93	1.34	6.53	24	39.91	38.46	1.45	6.65
30	39.37	38.05	1.32	6.38	30	39.94	38.54	1.4	6.84
32	39.43	38.09	1.34	2.13	31.9	40.26	38.56	1.7	2.36
Total m3				38.18	Total m3				35.07

9) Tramo 3 - 2					10) Tramo 2 - 12				
Ancho 0.8m	Pendiente 5%		Diámetro 10"		Ancho 0.8m	Pendiente 4.75%		Diámetro 10"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	40.23	38.61	1.62	0	0	41.75	40.25	1.5	0
6	40.39	38.91	1.48	7.44	6	42.05	40.54	1.51	7.22
12	40.6	39.21	1.39	6.89	12	42.62	40.82	1.8	7.94
18	40.9	39.51	1.39	6.67	18	43.05	41.11	1.94	8.98
24	41.24	39.81	1.43	6.77	24	43.55	41.39	2.16	9.84
30	41.57	40.11	1.46	6.94	30	43.65	41.67	1.98	9.94
32	41.64	40.21	1.43	2.31	32	43.68	41.77	1.91	3.11
Total m3				37.02	Total m3				47.03

Tabla 3. Cantidades totales por actividad. Alcantarillado sanitario.

TRAMO		Lecho de arena	Instalación de tubería	Volumen excavación	Volumen tubería	Volumen arena	Relleno
Unidad		ML	ML	M3	M3	M3	M3
1	0 - 20	48.00	48.00	91.23	2.65	5.40	83.18
2	20 - 21	42.00	42.00	125.91	2.06	4.60	119.25
3	21 - 19	37.30	37.30	159.19	1.83	3.70	153.66
4	19 - 7	59.30	59.30	228.97	2.91	5.93	220.13
5	7 - 6	14.85	14.85	41.04	0.73	1.49	38.82
6	6 - 5	17.30	17.30	28.42	0.85	1.73	25.84
7	5 - 4	32.00	32.00	38.18	1.57	3.20	33.41
8	4 - 3	31.90	31.90	35.07	1.57	3.19	30.31
9	3 - 2	32.00	32.00	37.02	1.57	3.20	32.25
10	2 - 12	32.00	32.00	47.03	1.57	3.20	42.26

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4. Calculo de cantidad de actividades.

Alcantarillado pluvial.

1) Tramo 20 - 21					2) Tramo 21 - 11					
Ancho 1m	Pendiente 7.5%		Diámetro 14"		Ancho 1m	Pendiente 1.52%		Diámetro 14"		
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	
0	32.5	31.84	0.66	0	0	39	35.5	3.5	0	
6	33.67	32.29	1.38	6.12	6	39.44	35.59	3.85	22.05	
12	34.32	32.74	1.58	8.88	12	39.98	35.68	4.3	24.45	
18	35.05	33.19	1.86	10.32	18	40.39	35.77	4.62	26.76	
24	35.89	33.64	2.25	12.33	24	40.48	35.86	4.62	27.72	
30	36.83	34.09	2.74	14.97	30	40.65	35.95	4.7	27.96	
36	37.71	34.54	3.17	17.73	36	40.73	36.04	4.69	28.17	
42	38.34	34.99	3.35	19.56	42	40.82	36.13	4.69	28.14	
48	39	35.44	3.56	20.73	46	40.75	36.19	4.56	18.5	
Total m3				110.64	Total m3				203.75	

3) Tramo 11 – 10				
Ancho 1m	Pendiente 1.5%		Diámetro 14"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	40.78	36.24	4.54	0
2	40.83	36.27	4.56	9.1
8	40.42	36.36	4.06	25.86
14	40.63	36.45	4.18	24.72
20	40.63	36.54	4.09	24.81
26	40.65	36.63	4.02	24.33
32	40.75	36.72	4.03	24.15
38	40.71	36.81	3.9	23.79
44	40.67	36.9	3.77	23.01
50	40.61	36.99	3.66	22.29
56	40.55	37.08	3.57	21.69
62	40.44	37.17	3.27	20.52
63.7	40.13	37.2	2.93	5.27
Total m3				249.54

4) Tramo 10 - 9					5) Tramo 9 - 8				
Ancho 1m	Pendiente 1%		Diámetro 14"		Ancho 0.8m	Pendiente 1.0 %		Diámetro 14"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	40.13	37.29	2.84	0	0	39.64	37.48	2.16	0
6	39.79	37.35	2.44	15.84	6	39.47	37.54	1.93	9.82
12	39.71	37.41	2.3	14.22	12	39.47	37.6	1.87	9.12
16.4	39.75	37.46	2.29	10.10	18	39.35	37.66	1.69	8.54
Total m3				40.16	Total m3				27.48

6) Tramo 8 - 15					7) Tramo 15 - 14				
Ancho 0.8m	Pendiente 2.0 %		Diámetro 12"		Ancho 0.8m	Pendiente 1.3%		Diámetro 12"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	39.27	37.7	1.57	0	0	39.41	38.4	1.01	0
6	39.28	37.82	1.46	7.27	6	39.77	38.48	1.29	5.52
12	39.34	37.94	1.4	6.86	12	39.75	38.56	1.19	5.95

18	39.3	38.06	1.24	6.34	18	39.88	38.64	1.24	5.83
24	39.35	38.18	1.17	5.78	24	40.08	38.72	1.36	6.24
30	39.44	38.3	1.14	5.54	30	40.13	38.8	1.33	6.46
32	39.46	38.34	1.12	1.81	32.75	40.36	38.83	1.53	3.15
Total m3				33.61	Total m3				33.15

8) Tramo 14 - 13					9) Tramo 13 - 12				
Ancho 0.8m	Pendiente 5.5%		Diámetro 12"		Ancho 0.8m	Pendiente 4.75%		Diámetro 12"	
Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen	Abscisa	Cota terreno	Cota fondo	Altura	Volumen
0	40.32	38.87	1.45	0	0	41.76	40.67	1.09	0
6	40.48	39.2	1.28	6.552	6	42.32	40.96	1.36	5.88
12	40.74	39.53	1.21	5.976	12	42.8	41.24	1.56	7.008
18	40.98	39.86	1.12	5.592	18	43.16	41.53	1.63	7.656
24	41.21	40.19	1.02	5.136	24	43.62	41.81	1.81	8.256
30	41.69	40.52	1.17	5.256	30	43.77	42.1	1.67	8.352
32	41.8	40.63	1.17	1.872	32.4	43.84	42.21	1.63	3.168
Total m3				30.384	Total m3				40.32

Tabla 5. Cantidades totales por actividad. Alcantarillado pluvial.

TRAMO	Lecho de arena	Instalación de tubería	Volumen excavación	Volumen tubería	Volumen arena	Relleno	
Unidad	ML	ML	M3	M3	M3	M3	
1	20 - 21	48.00	48.00	110.64	4.76	4.80	101.08
2	21 - 11	46.00	46.00	203.75	4.57	4.60	194.58
3	11 - 10	63.70	63.70	249.54	6.13	6.37	237.04
4	10 - 9	16.40	16.40	40.16	1.58	1.64	36.94
5	9 - 8	18.00	18.00	27.48	1.73	1.80	23.95
6	8 - 15	32.00	32.00	33.61	2.26	3.20	28.15
7	15 - 14	32.75	32.75	33.15	2.31	3.28	27.56
8	14 - 13	32.00	32.00	30.38	2.26	3.20	24.92
9	13 - 12	32.40	32.40	40.32	2.29	3.24	34.79

Fuente. Elaboración propia.

6.3.4 CAMARAS DE INSPECCIÓN

Una vez terminada la instalación de la tubería, de diámetro 14 y 10 pulgadas hasta el punto de salida del condominio, se inicia el proceso constructivo de las cámaras de inspección cuya función es servir de acceso al personal encargado de realizar el aseo periódico de los colectores y verificar su adecuado funcionamiento.

Ellas se ubican de tal forma permitan el paso de las aguas de un colector a otro cuando estos se encuentran en un cambio de dirección, pendiente, diámetro o si tienen longitudes mayores a 100 metros.

Figura 19. Cámara de inspección en cambio de dirección de colectores.



Fuente. Elaboración propia.

Todas las cámaras de inspección se hicieron totalmente cilíndricas sin importar su profundidad, con un diámetro exterior de 1.50 metros, espesor de paredes de 15 centímetros y en concreto de 3000 psi de resistencia. En su interior se dispusieron una serie de escalones de acero espaciados cada 40 centímetros que tienen como función permitir el acceso de un operador al fondo de la cámara debido a su profundidad, así mismo, ésta fue fundida sobre un solado de limpieza de 10

centímetros de espesor y en su fondo elaborada una cañuela que cumple la tarea de direccionar el agua de un lado a otro, el desnivel dejado para la transición de la cañuela en cada una de las cámaras fue de 5 centímetros.

Figura 20. Parte interior de la cámara de inspección.

Escalones y cañuela.



Fuente. Elaboración propia.

Por otra parte, como el concreto es preparado en el sitio de fundición su dosificación se realiza en volumen, con una proporción de **1:2:3** dando como resultado un concreto manejable al cual se le aplica vibración una vez colocado en la formaleta para mejorar su acomodo y así evitar que queden hormigueros.

Figura 21. Preparación de la mezcla de concreto en sitio.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 22. Formaleta en madera para cámaras de inspección.



Fuente. Elaboración propia.

Al día siguiente de la fundición de las cámaras se retira la formaleta y se comienza el armado del acero de refuerzo para sus respectivas tapas, para ello se utilizan barras de diámetro $\frac{1}{2}$ " y 14 estribos de diámetro $\frac{3}{8}$ ".

Figura 24. Armado de acero y encofrado de brocales.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 25. Fundición y desencofrado de Brocales.



Fuente. Elaboracion propia.

Aquí, es preciso aclarar que la pasante tenía la responsabilidad de velar por el cumplimiento de las especificaciones de diseño presentadas como refuerzos, dosificación de mezclas de concreto, elaboración de cañuelas e instalación de escalones para cada una de las cámaras construidas. Cabe resaltar que durante

la fundición de las cámaras no se tomaron muestras para ensayos de resistencia debido a que la zona donde se ubicaron no estará abierta al tránsito.

Por otra parte, en cuanto a la instalación del tramo principal tanto de la tubería sanitaria como pluvial dentro de la zona residencial, se hizo de manera conjunta, debido a que no se tenía fácil accesibilidad y movimiento de la maquinaria, se realizó una sola excavación (ancho 1.60 m) y se adecuaron las dos líneas de tubería simultáneamente, claro que dejándolas debidamente espaciadas y a diferentes profundidades.

Figura 26. Instalación alcantarillado sanitario y pluvial.



Fuente. Elaboracion propia.

La pasante se encargó de la nivelación de las dos redes de tubería a lo largo de todo el tramo principal el cual consta de alrededor de 150 metros, siguiendo las carteras de nivelación previamente establecidas.

Un ejemplo de ello se indica a continuación:

Tabla 6. Carteras de nivelación.

Alcantarillado Sanitario				Alcantarillado Pluvial		
Cota batea inicial = 37.25				Cota batea inicial = 37.58		
Cota instrumental = 41.18				Cota instrumental = 41.18		
Diámetro = 10"				Diámetro = 14"		
Pendiente = 1.5%				Pendiente = 1.0%		
Cota batea llegada = 37.50				Cota batea llegada = 37.75		
Abscisa	Lectura fondo	Lectura estaca	Lectura tubo	Lectura fondo	Lectura estaca	Lectura tubo
0	4.03	3.94	3.69	3.7	3.61	3.26
2	4	-	-	3.68	-	-
4	3.97	-	-	3.66	-	-
6	3.94	3.85	3.6	3.64	3.55	3.2
8	3.91	-	-	3.62	-	-
10	3.88	-	-	3.6	-	-
12	3.85	3.76	3.51	3.58	3.49	3.14
14	3.82	-	-	3.56	-	-
16	3.79	-	-	3.54	-	-
18	3.76	3.67	3.43	3.52	3.43	3.08

Fuente. Elaboración propia.

6.4 LOCALIZACIÓN DE EJES

En cada una de las terrazas correspondientes al nivel de las viviendas, se plantea la ubicación de sus ejes de cimentación, para esto se arman sobre el terreno los llamados “caballetes o burros”, un entramado de guadua que recorre el perímetro del lote y sobre las cuales se marca con puntillas los ejes según se indica en los planos de cimentación. Esto es la base para el planteamiento de las siguientes actividades dentro del proceso constructivo.

Figura 27. Armado de Caballetes.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 28. Marcado de ejes de cimentación.



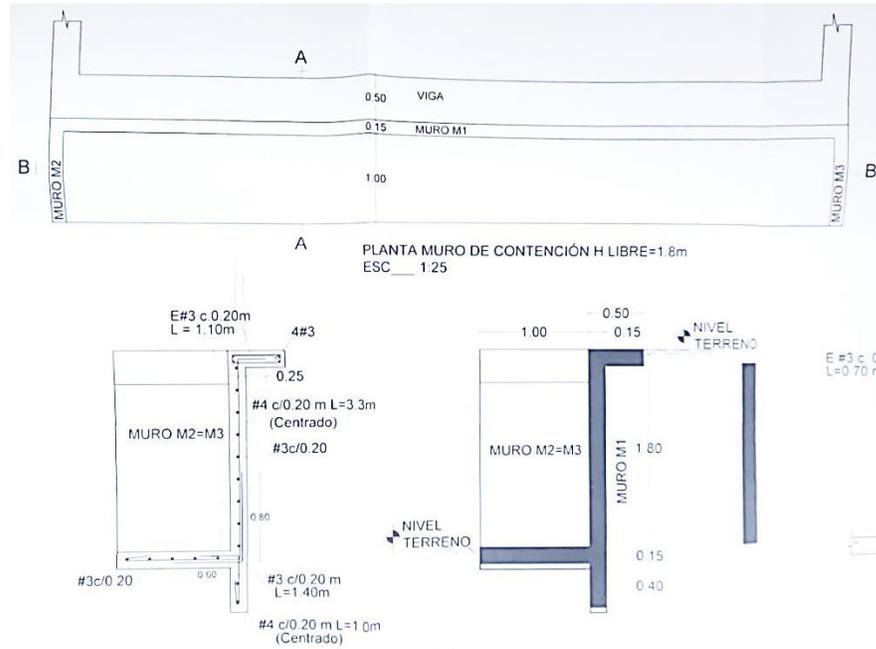
Fuente. Elaboracion propia.

6.5 MUROS DE CONTENCIÓN

Debido al nivel de los rellenos realizados y la diferencia de alturas entre casas de una misma manzana, se ha proyectado la construcción de un muro de contención de tierras a lo largo de toda la parte posterior de las viviendas.

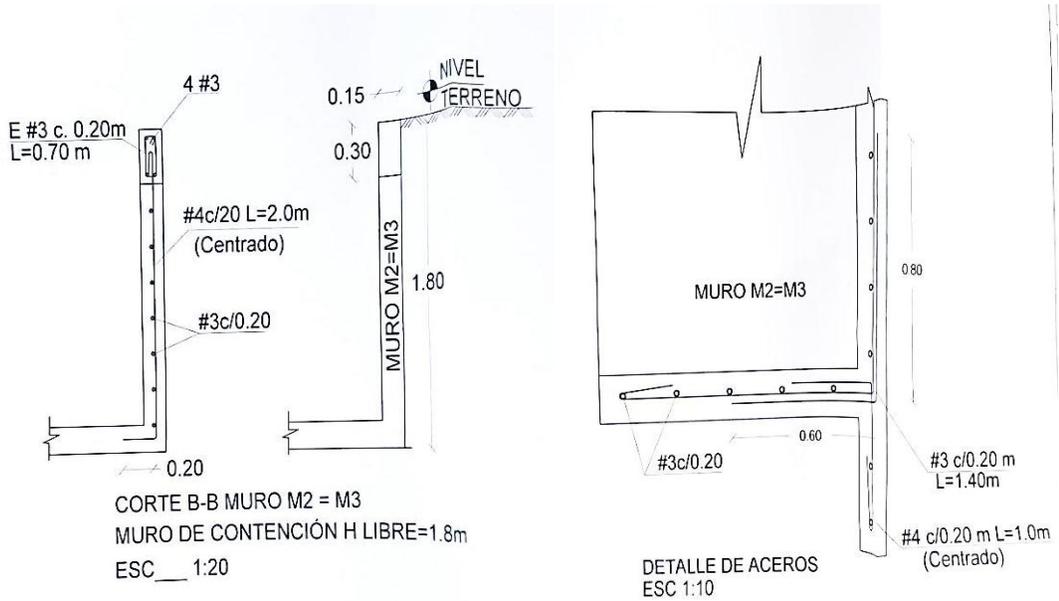
De acuerdo con el tipo de suelo, nivel entre viviendas y el espacio disponible para su construcción se ha presentado en siguiente diseño:

Figura 29. Diseño estructural muros de contención.



Fuente. Base de datos del proyecto.

Figura 30. Diseño estructural pantallas.



Fuente. Base de datos del proyecto.

6.5.1 LOCALIZACIÓN Y PERFILADO DEL TERRENO

Antes de iniciar el proceso de construcción de los muros se hace necesaria la correcta ubicación de los mismos, de modo que se pueda situar sobre el terreno sus ejes y a partir de ellos definir el nivel de llegada y las líneas de paramento. Una vez terminada esta tarea fue posible observar una parte del relleno realizado debía ser cortada y perfilada, para ello se humedece la zona y retira el suelo sobrante de acuerdo a la distancia establecida y finalmente se aplica sobre la pared, una capa de mortero para evitar el desmoronamiento del material.

Figura 31. Perfilado y champeo del terreno.



Fuente. Elaboración propia.

6.5.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Dentro del proceso constructivo de los muros se debe tener en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades:

a. Excavación de zapatas.

Como se especifica en los planos, las zapatas de los muros estarán conformadas por una placa con dimensiones de 1 metro de ancho y 15 centímetros de espesor, más un viga o dentellón de 40 centímetros de profundidad y 15 centímetros de ancho, estas dos hechas a lo largo de todo el muro. Teniendo en cuenta que debe aplicarse un solado de limpieza, las dimensiones presentadas deben incrementarse con 5 centímetros en profundidad.

Además de eso, se define que vigas de cimentación de las viviendas irán ancladas al muro de contención y se realiza su correspondiente localización y excavación. Con base en ello, se tiene que dos zapatas de 50 cm de ancho, una de 55 cm y otra 45 cm, todas ellas con profundidad de 45 cm y 1.5 m de longitud.

Figura 32. Excavación de Zapatas y solados de limpieza.



Fuente. Elaboración propia.

b. Armado de acero de refuerzo.

Posteriormente, se inicia el armado del castillo de acero, el cual consiste en la conformación de una malla con barras de acero corrugado de diámetro 3/8" y 1/2" tanto en sentido vertical (muro) como horizontal (zapata), separándose entre sí 20 cm, además de la instalación de un conjunto de barras en forma de L con igual diámetros cuya función es enlazar la zapata al muro.

Figura 33. Acero de refuerzo.



Fuente. Elaboración propia.

En esta etapa, también es importante la ubicación correcta de las dovelas pertenecientes al muro posterior de las viviendas antes de iniciar el proceso de fundición, ya que así quedarán ancladas a la zapata del muro.

c. Fundición de muros.

Inicialmente se funde la parte inferior del muro, que corresponde a la viga y losa de cimentación del mismo además de las zapatas de amarre de las viviendas. Esto se hace con la aplicación de un concreto preparado en el sitio con una dosificación de 1:2:3 con el fin de adquirir una resistencia de 3000 psi, con la consistencia adecuada y materiales de buena calidad. Cabe destacar que se realiza un adecuado proceso de vibrado de la mezcla para hacer que el concreto logre un mejor acomodo.

Figura 34. Fundición de zapatas para muro de contención.



Fuente. Elaboración propia.

Al transcurrir dos días desde la fundición de zapatas, se inicia el armado de la formaleta en este caso se utilizó tableros de madera para darle el adecuado espesor al muro y sus pantallas. Para evitar desplazamiento de los tableros, estos fueron apoyados con cerchas y gatos hidráulicos.

Figura 35. Formaleta para muros.



Fuente. Elaboracion propia.

Al igual que para zapatas, el concreto utilizado en la fundición se preparó en obra con dosificación 1:2:3 para resistencia de 3000 psi. Al día siguiente, se retira y limpia la formaleta y se procede a adecuarla para la fundición de las pantallas de refuerzo de los muros (contrafuertes).

Figura 36. Fundición de Muros de contención.



Fuente. Elaboración propia.

Durante el transcurso de esta actividad, la pasante se encargó de revisar que el acero de refuerzo de los muros estuviera distribuido de la forma como se presentó en los planos estructurales, de modo que al presentarse cualquier inconsistencia en el armado del acero tanto de zapatas como de muros se hiciera la observación correspondiente al maestro encargado para corregir a tiempo dicho inconveniente. Así mismo, se le delegó la función de ubicar sobre el emparrillado de las zapatas el acero de arranque de las dovelas para el muro posterior de las casas inferiores al muro de contención siguiendo para ello lo especificado en el plano de muros estructurales, teniendo en cuenta a que distancia se amarraría cada dovela y su diámetro correspondiente.

En cuanto a la preparación de los concretos, se prestó especial atención a las cantidades de material utilizado, de modo que fueran las correctas según la dosificación dada. Para controlar la cantidad de agua necesaria se hicieron ensayos de asentamiento de modo que se obtuviera uno de 3" para resistencia de 21 MPa, esto para la fundición de las zapatas mientras que para el muro por ser un elemento esbelto se requería una mezcla más fluida para evitar la presencia de hormigueros, en ella se aplicó 250 ml de sikafluid con el fin de obtener una mezcla más manejable, la cual presentó un asentamiento de 6" sin cambiar la dosificación utilizada.

Figura 37. Pruebas de asentamiento para concreto.

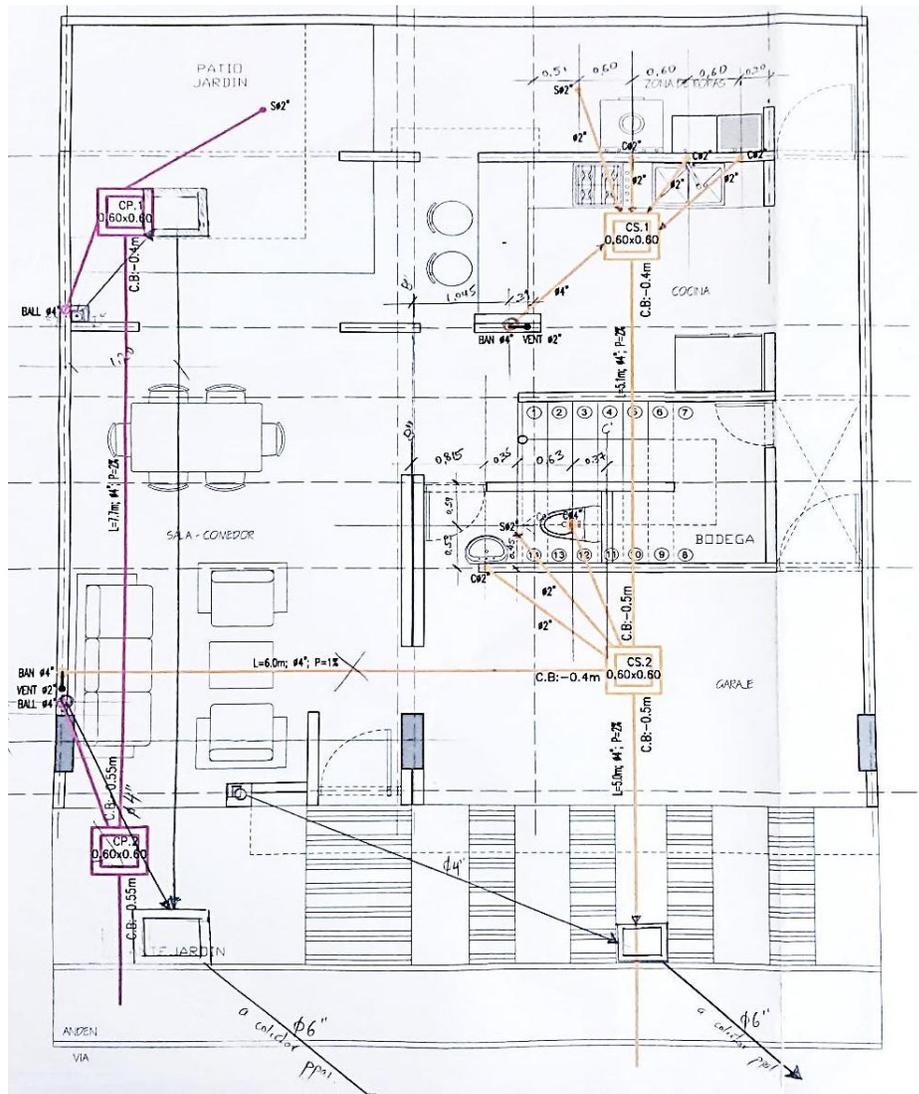


Fuente. Elaboración propia.

6.6 INSTALACIÓN RED SANITARIA

A medida que avanza el proceso constructivo surgen nuevas actividades para realizar, entonces se abre paso a la instalación de la red sanitaria por casa, la cual se compone de una red de tubería destinada a la evacuación de aguas residuales y otras red para aguas lluvias, que como se ha especificado en el diseño, consta de colectores de 2" y 4" con sus respectivos accesorios y la ubicación de las cajas de inspección.

Figura 38. Diseño red sanitaria.



Fuente. Base de datos del proyecto.

Ya con el plano, en obra se trazan los ejes de la tubería y paramento de las cajas de modo que no haya confusión alguna al momento de realizar la excavación e instalación de la red dándole al pendiente especificada para su funcionamiento. Es importante que dicha tubería se profundice de tal manera que no interfiera o quede atravesando la cimentación, de modo que se decide colocarlas 20 centímetros por debajo de la profundidad dada para las zapatas que es de 40 centímetros, aunque es inevitable que algunos de los bajantes queden localizados sobre ejes de cimentación.

Durante esta actividad se realiza el siguiente proceso:

1. Excavación para tubería principal y secundaria.
2. Excavación para cajas de inspección.
3. Instalación de tubería diámetro 2" y 4".
4. Rellenos y compactación de material excavado.
5. Fundición de las cajas.

Figura 39. Instalación red sanitaria.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 40. Cajas de inspección.



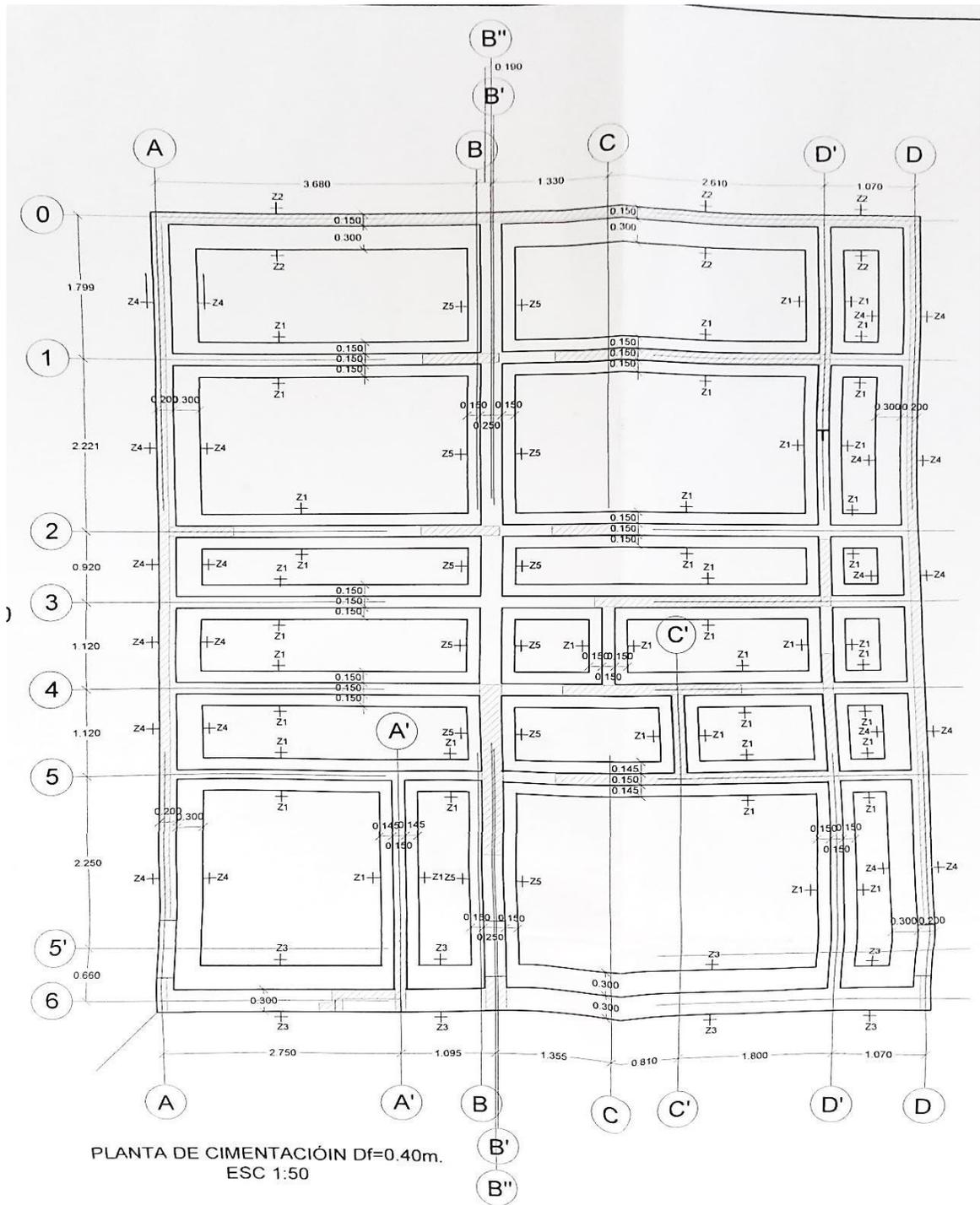
Fuente. Elaboración propia.

6.7 VIGAS DE CIMENTACIÓN

Según el estudio de suelos realizado, se ha definido que para el tipo de vivienda que se espera construir la cimentación más adecuada corresponde a zapatas corridas en forma de Te invertida tanto para muros de carga como divisorios. Con una profundidad mínima de 0.40 m desde la superficie del terreno.

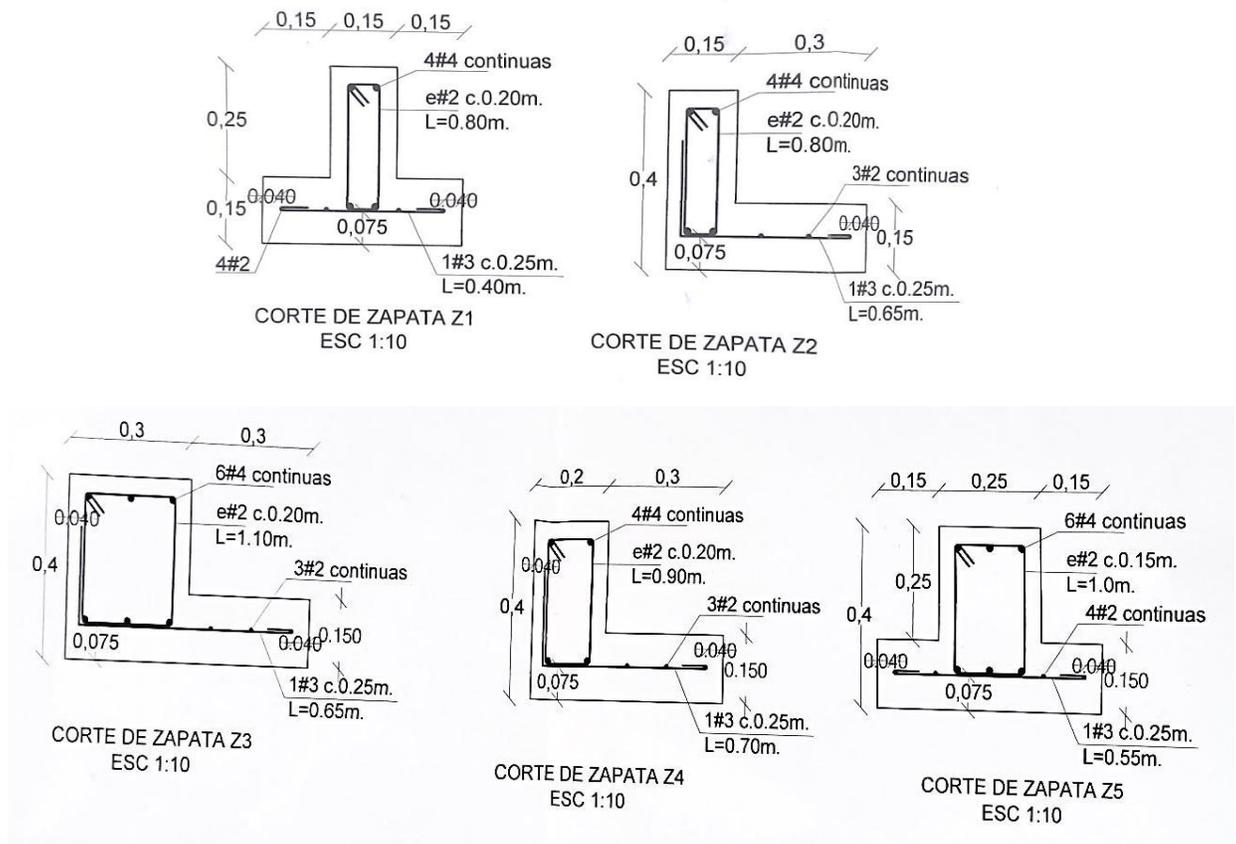
A partir de ello, se ha planteado el siguiente diseño estructural:

Figura 41. Planta de la cimentación de las viviendas.



Fuente. Base de datos del proyecto.

Figura 42. Diseño estructural de los diferentes tipos de zapata.



Fuente. Base de datos del proyecto.

Para llevar a cabo su construcción:

- Primero se traza sobre el terreno los límites de las excavaciones de acuerdo al tipo de zapata correspondiente a cada eje, como se indica en los planos.
- En seguida se inician las excavaciones de modo que alcancen una profundidad de 0.45 m.
- Se funde el solado de limpieza con un espesor de 5 cm.

- Se arma los castillos de acero para cada zapata, garantizando que haya un amarre adecuado de los flejes y asegurándolas en la posición correcta para evitar desplazamientos.

Figura 43. Vigas de cimentación.



Fuente. Elaboración propia.

- En los sitios donde la tubería sanitaria queda embebida en la zapata, se debe dar al acero cierta curvatura o de ser necesario realizar cortes y traslapos en las varillas.

Figura 44. Inconvenientes en el armado de acero de cimentación.



Fuente. Elaboración Propia.

- Se amarra a las vigas de cimentación, el acero de arranque tanto de las pantallas como de las escaleras que posteriormente serán construidas.

Figura 45. Acero para escaleras.



Fuente. Elaboración propia.

- Se funde los primeros 15 cm de las zapatas, con un concreto preparado en obra de dosificación 1:2:3 para adquirir una resistencia de 3000 psi.

Figura 46. Fundición de zapatas.



Fuente. Elaboración propia.

- Al día siguiente ya que el concreto ha fraguado en cierta medida, se coloca la formaleta (en este caso perlines metálicos) para fundir la parte restante de las zapatas (25 cm) con concreto de iguales características.

Figura 47. Encofrado de vigas de cimentación.



Fuente. Elaboración propia.

- Se retira la formaleta transcurridas aproximadamente 24 horas desde la fundición y se les realiza una limpieza adecuada.
- Finalmente, se rellena y compacta los espacios dejados entre vigas de cimentación hasta el nivel de zapatas terminadas.

Figura 48. Nivelación de terreno.

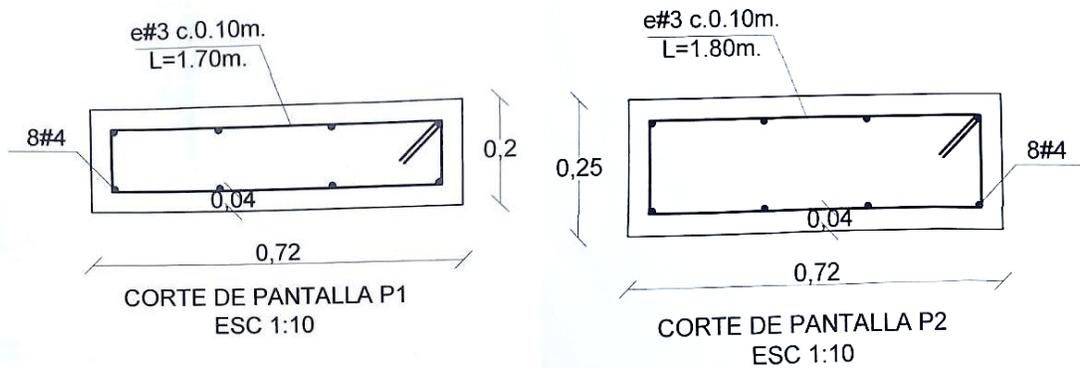


Fuente. Elaboración propia.

6.8 PANTALLAS

Para darle mayor rigidez a la estructura de las vivienda, se ha proyectado la construcción de tres pantallas en concreto reforzado, dos de ellas con dimensiones 0.72x0.20 m ubicadas sobre los muros laterales y la otra de 0.72x0.25 m situada en la parte central, todas ellas a 0.45 m de la fachada de la casa.

Figura 49. Plano de despiece de pantallas.



Fuente. Base de datos del proyecto.

Como ya se tiene el acero anclado a la estructura de la cimentación, ahora debe terminarse el armado del castillo colocando los estribos (espaciados cada 10 cm) necesarios para completar una altura de 2.61 m y 2.46 m para las pantallas de menor y mayor sección respectivamente.

Una vez completada la tarea, se simbran los ejes y paramentos de las pantallas, se instala la formaleta metálica y se asegura de tal modo que conserve verticalidad y correcta posición.

Figura 50. Armado de acero y formaleta para pantallas.



Fuente. Elaboracion propia.

Como paso siguiente se funde las pantallas hasta la altura definida y garantizando un adecuado vibrado del concreto. Generalmente, al día siguiente se retira y limpia

la formaleta y se aplica a las antisol a las pantallas y se cubren totalmente con el fin de realizar un buen curado de las mismas.

Figura 51. Curado de pantallas.



Fuente. Elaboración propia.

6.9 LOSA DE CONTRAPISO

Cuando ya se ha nivelado completamente la superficie del lote, se comienza la extensión de las mallas de acero de refuerzo con diámetro 1/8" de modo que cubran toda la zona de fundición, asegurándose de dejar perimetralmente 5 cm para recubrimiento además de la zona destinada para el patio jardín.

Figura 52. Instalación malla de acero para losa.

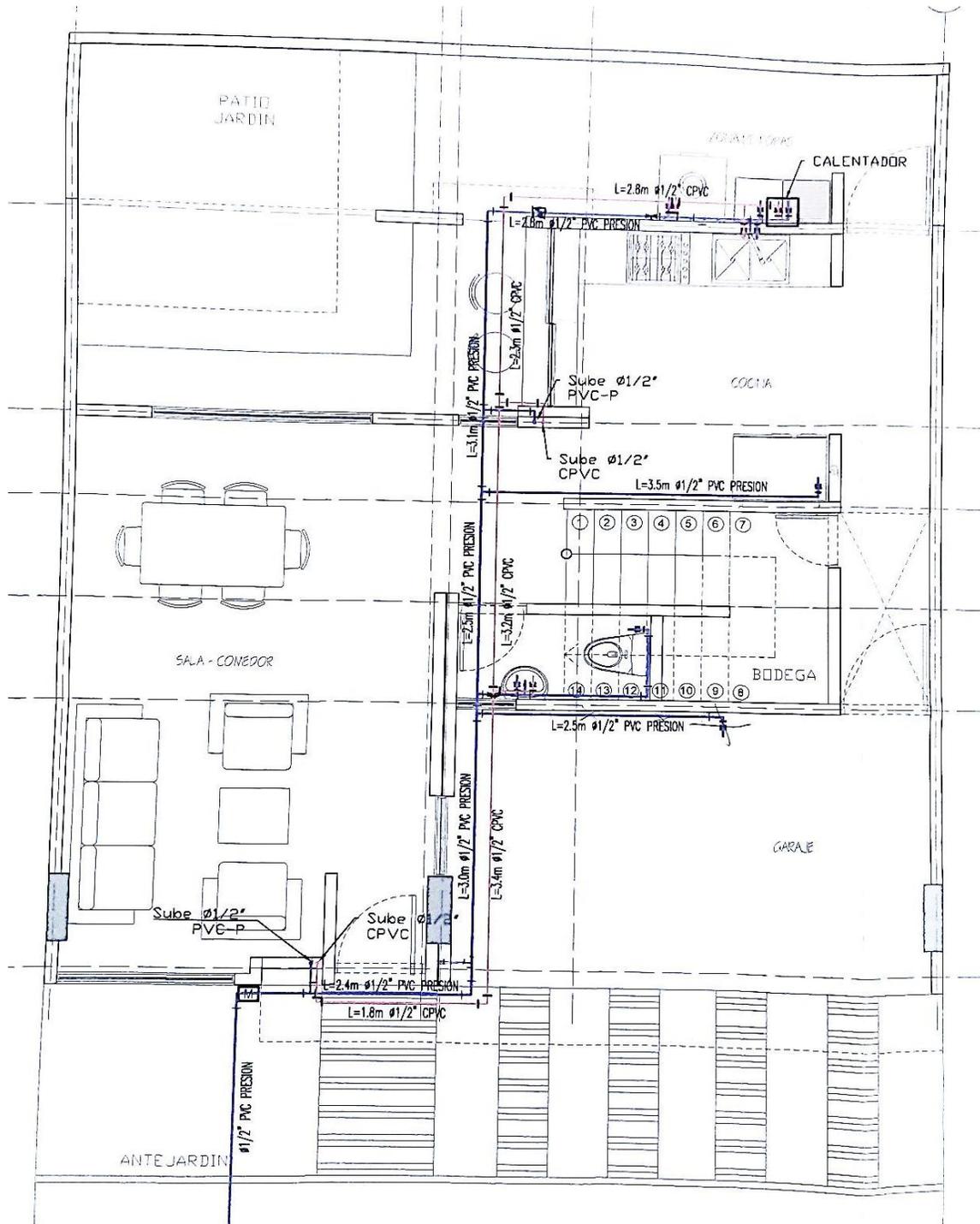


Fuente. Elaboración propia.

6.9.1 INSTALACIÓN RED HIDRAULICA

Sobre la malla de acero se procede a la instalación de la red domiciliaria para agua potable, conformada por tubería para agua fría (PVC) y agua caliente (CPVC) además de accesorios o terminales para los diferentes puntos donde se requiera como lavamanos, lavaplatos, patio de ropas, garaje, duchas y la instalación de dos válvulas de paso.

Figura 53. Diseño red hidráulica.



Fuente. Base de datos de la constructora.

Figura 54. Instalación red hidráulica.



Fuente. Elaboración propia.

Fue posible observar la existencia de puntos de cruce entre las tuberías para agua fría y caliente, por ello era necesario aislar dicha tubería adaptando pequeños tramos de tubería conduit para generar un recubrimiento de los tubos CPVC.

Figura 55. Aislamiento de tuberías.

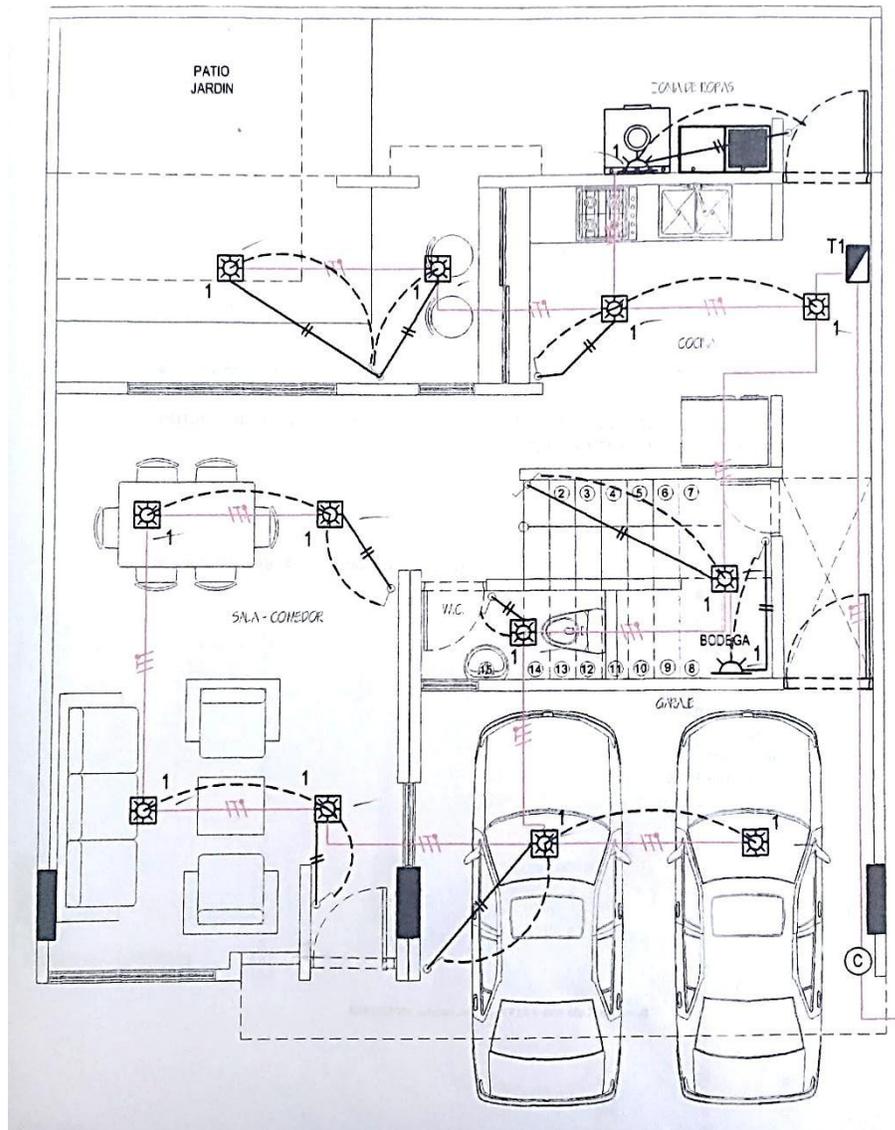


Fuente. Elaboración propia.

6.9.2 INSTALACIÓN RED ELECTRICA

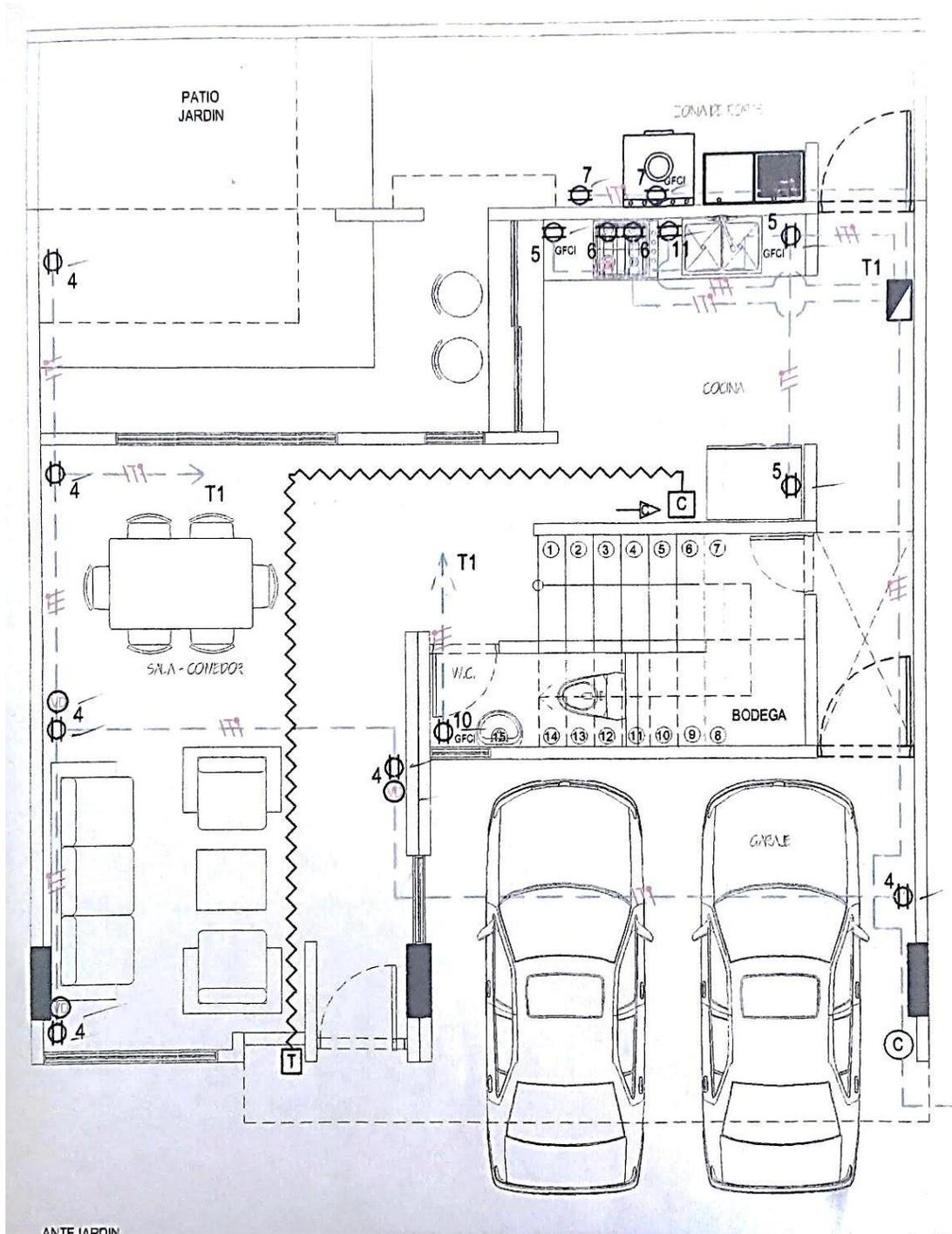
En seguida, se instala la red eléctrica de la vivienda como se especifica en los planos haciendo uso de tubería conduit de diámetros $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " además de la ubicación de las cajas para interruptores, toma corrientes y lámparas.

Figura 56. Plano red de iluminación.



Fuente. Base de datos de la constructora.

Figura 57. Diseño red eléctrica.



Fuente. Base de datos de la constructora.

Figura 58. Instalación red eléctrica.



Fuente. Elaboración propia.

6.9.3 INSTALACION RED DE GAS DOMICILIARIO

Por último, se ubica la red de gas domiciliario para los diferentes electrodomésticos que se proyecta servir como son estufa, calentador, secadora de ropa y las diferentes válvulas de control. Es importante mencionar que la manguera utilizada para las conexiones debe aislarse del resto de tubería mediante tubería conduit y manguera coraza. Finalmente realizar las correspondientes pruebas de funcionamiento.

Figura 59. Instalación red de gas domiciliario.



Fuente. Elaboración propia.

6.9.4 FUNDICIÓN

Por último, una vez toda la tubería queda situada en la posición especificada en los planos se inicia el proceso de fundición hasta obtener una losa de contrapiso de 8 cm de espesor con un concreto de 3000 psi preparado en el sitio.

Horas después de completar la tarea y darle al contrapiso el acabado, se aplica anti-sol sobre toda su superficie para llevar a cabo el proceso de curado de la mezcla.

Al concreto de uno de los contrapisos se le fue tomados cilindros para prueba de resistencia, contando para esta mezcla con un asentamiento de 6 pulgadas y una resistencia a los 7 días de 1400 psi, resistencia inferior a la esperada para dicha edad que sería aproximadamente de 2100 psi. En ese momento se decidió que sería probado otro cilindro a una edad mucho mayor.

Figura 60. Fundición losa de contrapiso y su curado.



Fuente. Elaboración propia.

Durante todas las actividades mencionadas la pasante estuvo encargada de contabilizar la cantidad de materiales instalados en la casa modelo para este caso, de lo cual se obtuvo la siguiente información.

Tabla 7. Cantidad de material sanitario.

ITEM	RED SANITARIA		
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	TUBERIA SANITARIA 4"	38.5	ML
2	TUBERIA SANITARIA 2"	21.5	ML
3	TUBERIA PVC DE VENTILACION 2"	3	ML
4	TUBERIA PVC DE VENTILACION 4"	5.2	ML
5	CODO PVC DE 4X90 CXC	5	UND
6	CODO PVC DE 2X90 CXC	7	UND
7	CODO PVC 2X45 CXC	1	UND
8	SIFON PVC 2"	4	UND
9	CODO PVC 2X90 CXE	4	UND
10	UNION PVC SANITARIA 4"	5	UND
11	UNION PVC SANITARIA 2"	1	UND
12	TAPON DE PRUEBA DE 4"	10	UND
13	TAPON DE PRUEBA DE 2"	5	UND

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 8. Cantidad de material hidráulico.

ITEM	RED HIDRAULICA		
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	TUBERIA PVC DE 1/2"	34.29	ML
2	TEE PVC 1/2"	9	UND
3	CODOS PVC 1/2"X90	26	UND
4	VALVULAS DE PASO	2	UND
5	ADAPTADOR HEMBRA PVC	7	UND
6	TAPON SOLDADO PVC 1/2"	5	UND
7	TUBERIA CPVC DE 1/2"	25.5	ML
8	TEE CPVC 1/2"	3	UND
9	CODOS CPVC 1/2"X90	11	UND
10	ADAPTADOR HEMBRA CPVC	3	UND
11	UNION CPVC DE 1/2"	2	UND
12	TAPON SOLDADO CPVC 1/2"	2	UND
13	CODO GALVANIZADO 1/2"X90	10	UND
14	NIPLE GALVANIZADO DE 3"	10	UND
15	NIPLE GALVANIZADO DE 4"	10	UND
16	TAPON ROSCADO	10	UND

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 9. Cantidad de material eléctrico.

ITEM	RED ELECTRICA		
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	TUBERIA CONDUIT DE 1/2"	85.05	ML
2	TUBERIA CONDUIT DE 3/4"	26.95	ML
3	CAJAS DE 2X4	25	UND
4	CAJAS DE 4X4	5	UND
5	TAPAS SUPLEMENTOS 4X4	5	UND
6	TORNILLOS DRYWALL DE 1/2"	20	UND
7	TERMINALES	65	UND
8	CAJAS OCTOGONALES	2	UND

Fuente. Elaboración propia.

Con la información entregada se hace posible un adecuado control en la entrega de materiales para la instalación y construcción de las casas posteriores.

6.10 MUROS EN MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

En esta etapa de la construcción, a medida que se levantaban los muros de mampostería la pasante se encargó de marcar las celdas del ladrillo que debían ser fundidas (dovelas), dentro de las cuales se tenía en cuenta aquellas que incluían acero de refuerzo como aquellas que solamente requerían grouting de relleno, estos se hacía correspondiente a los planos entregados por el calculista. Así mismo, su tarea se extendía a la supervisión de la fundición y limpieza de aquellos muros que quedarían con ladrillo a la vista.

Figura 61. Pega de ladrillo estructural.



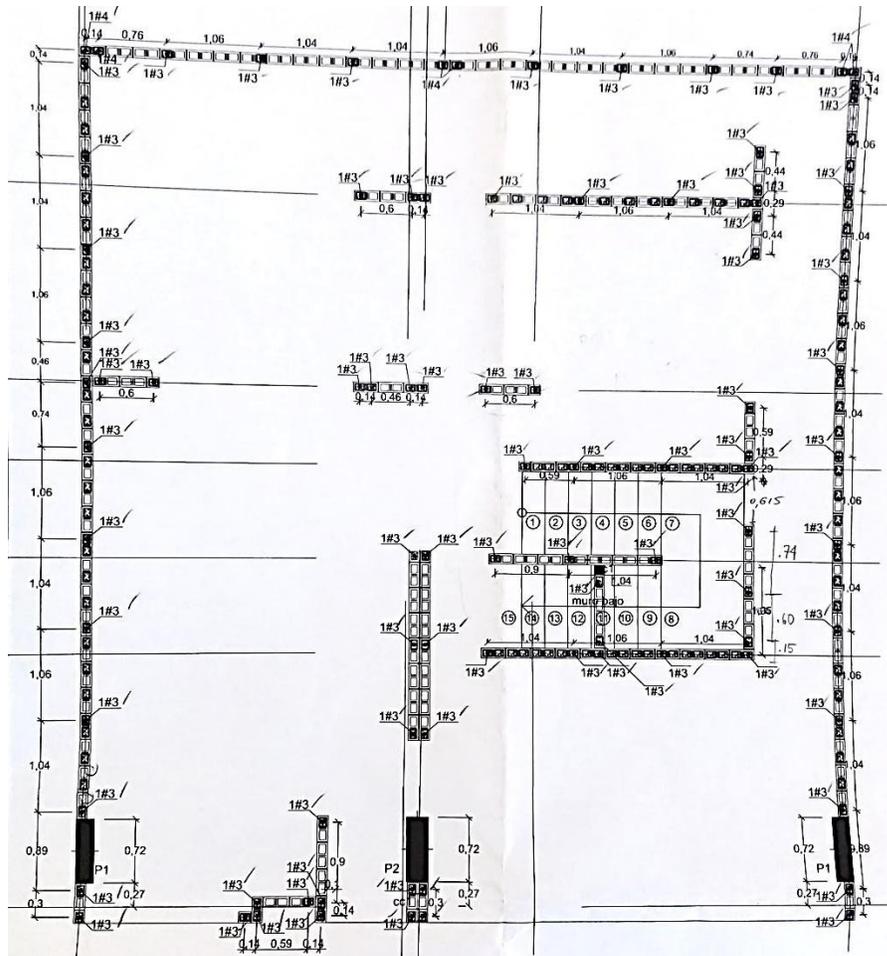
Fuente. Elaboración propia.

Figura 62. Fundición de dovelas.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 63. Planta muros primer piso



Fuente. Base de datos del proyecto.

6.11 LOSA DE ENTREPISO.

Para el desarrollo de esta tarea, la pasante se ocupó de contabilizar al igual que en la losa de contrapiso la cantidad de material dispuesto en la losa antes del proceso de fundición de la misma.

Figura 64. Losa de entrepiso.



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 10. Cantidad de material red hidráulica segundo piso.

ITEM	RED HIDRAULICA		
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	TUBERIA PVC DE 1/2"	12.05	ML
2	TEE PVC 1/2"	4	UND
3	CODOS PVC 1/2"X90	15	UND
4	VALVULAS DE PASO	2	UND
	CODO PVC 1/2"X45	1	UND
5	TAPON SOLDADO PVC 1/2"	10	UND
6	TUBERIA CPVC DE 1/2"	9.22	ML
7	TEE CPVC 1/2"	2	UND
8	CODOS CPVC 1/2"X90	8	UND
9	CODOS CPVC 1/2"X45	1	UND
10	TAPON SOLDADO CPVC 1/2"	4	UND

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 11. Cantidades de material red sanitaria segundo piso.

ITEM	RED SANITARIA		
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	TUBERIA SANITARIA 3"	2.53	ML
2	TUBERIA SANITARIA 2"	2.88	ML
3	CODO PVC DE 4X90 CXC	2	UND
4	CODO PVC DE VENTILACION 4X90 CXC	1	UND
5	CODO PVC DE 2X90 CXC	2	UND
6	CODO PVC 2X45 CXE	2	UND
7	CODO PVC 2X45 CXC	6	UND
8	CODO PVC 3"X90 CXC	2	UND
9	CODO PVC DE 3X45 CXE	1	UND
10	YEE PVC DE 3X2	2	UND
11	BUJE PVC DE 4"X3"	3	UND
12	BUJE PVC DE 3"X2"	3	UND
13	TEE PVC DE 3"	1	UND
14	SIFON PVC 2"	2	UND
15	TAPON DE PRUEBA DE 3"	3	UND
16	TAPON DE PRUEBA DE 2"	4	UND

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 12. Cantidad de material red electrica segundo piso.

ITEM	RED ELECTRICA		
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	TUBERIA CONDUIT DE 1/2"	138.15	ML
2	TUBERIA CONDUIT DE 3/4"	11.4	ML
3	CAJAS DE 2X4	14	UND
4	CAJAS DE 4X4	7	UND
5	TAPAS SUPLEMENTOS 4X4	7	UND
6	TORNILLOS DRYWALL DE 1/2"	28	UND
7	TERMINALES	49	UND
8	CAJAS OCTOGONALES	1	UND

También tuvo la oportunidad de hacer seguimiento a la preparación y control de calidad del concreto para la fundición, de modo que junto con el maestro encargado de tal tarea se realizó los correspondientes ensayos de asentamiento a

la mezcla que se estaba preparando y se tomaron muestras para posteriormente probar su resistencia.

Figura 65. Ensayo de asentamiento.



Fuente. Elaboración propia.

Como el asentamiento que se obtuvo en el ensayo fue de 3" se procede a la toma de cilindros de prueba para determinar su resistencia que según la dosificación utilizada para la preparación que fue de 1:2:3 se espera obtener los 21 Mpa.

Figura 66. Toma de muestras de concreto.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 67. Fundición losa de entrepiso.



Fuente. Elaboración propia.

Al transcurrir los 7 días de la fundición de la losa se manda a probar un cilindro a compresión para verificar la resistencia del concreto de lo cual se obtuvo una resistencia de 2400 Psi, la cual superó a la esperada que correspondería al 70% de la resistencia total (3000 Psi), es decir, los 2100 Psi.

7. CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA.

Durante del desarrollo de la pasantía también se incluyeron actividades como cálculo de cantidades de material con base en planos entregados por parte de la constructora a la pasante, con el fin de aportar a su aprendizaje y buen desempeño a lo largo de su formación profesional.

Siguiendo lo establecido en los planos estructurales obtenidos con base en el diseño arquitectónico de las casas esquineras y haciendo el análisis de los mismos se presentó la siguiente información:

Tabla 13. Volumen de excavación para vigas de cimentación.

Excavación para vigas de cimentación					
Eje	Viga	Ancho (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Volumen (m3)
A	VC4	0.45	0.50	10.00	2.25
C	VC7	0.70	0.50	8.65	3.03
E	VC3	0.60	0.50	10.55	3.17
D	VC5	0.30	0.50	1.80	0.27
D'	VC8	0.20	0.35	1.80	0.13
E'	VC5	0.30	0.50	1.80	0.27
	VC8	0.20	0.35	3.65	0.26
B''	VC8	0.20	0.35	1.20	0.08
5	VC1	0.60	0.50	7.70	2.31
3	VC1	0.60	0.50	7.25	2.18
2'	VC5	0.30	0.50	4.15	0.62
	VC8	0.20	0.35	2.30	0.16
2	VC6	0.50	0.50	7.25	1.81
1'	VC5	0.30	0.50	7.25	1.09
1	VC1	0.60	0.50	7.25	2.18
1''	VC5	0.30	0.50	7.95	1.19
Total m3					20.98

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 14. Cálculo de solados de limpieza.

Solados de limpieza e = 5 cm					
Eje	Viga	Ancho (m)	Longitud (m)	Total	
A	VC4	0.45	10.00	4.50	
C	VC7	0.70	8.65	6.06	
E	VC3	0.60	10.55	6.33	
D	VC5	0.30	1.80	0.54	
D'	VC8	0.20	1.80	0.36	
E'	VC5	0.30	1.80	0.54	
	VC8	0.20	3.65	0.73	
B''	VC8	0.20	1.20	0.24	
5	VC1	0.60	7.70	4.62	
3	VC1	0.60	7.25	4.35	
2'	VC5	0.30	4.15	1.25	
	VC8	0.20	2.30	0.46	
2	VC6	0.50	7.25	3.63	
1'	VC5	0.30	7.25	2.18	
1	VC1	0.60	7.25	4.35	
1''	VC5	0.30	7.95	2.39	
				Total m2	42.51
				Total m3	2.13

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 15. Acero de refuerzo longitudinal para vigas de cimentación.

Acero de refuerzo longitudinal- Vigas de cimentación							
Eje	Viga	Nombre	Diámetro	Cantidad	Longitud (m)	Peso Kg/m	Total
A	VC4	Viga 6	5/8"	7	10.9	1.56	119.028
			1/2"	1	10.8	1	10.8
B'	VC8	Viga 10	1/2"	4	2.55	1	10.2
C	VC7		1/2"	2	8.75	1	17.5
			5/8"	4	8.85	1.56	55.224
			3/4"	3	8.95	2.25	60.4125
D	VC5		1/2"	5	2.75	1	13.75
D'	VC8		1/2"	4	2.75	1	11
E'	VC5		1/2"	5	2.75	1	13.75
	VC8		1/2"	4	5.45	1	21.8

E	VC3	Viga 5	1/2"	2	10.65	1	21.3
			5/8"	12	10.75	1.56	201.24
5	VC1	Viga 4	5/8"	6	1.2	1.56	11.232
			3/4"	4	1.3	2.25	11.7
1"	VC5		1/2"	5	9.15	1	45.75
1	VC1		1/2"	2	9.15	1	18.3
			5/8"	4	9.25	1.56	57.72
			3/4"	3	9.35	2.25	63.1125
1'	VC5	Viga 7	1/2"	5	9.15	1	45.75
2'	VC5		1/2"	4	5.6	1	22.4
	VC8		1/2"	4	3.25	1	13
2	VC6	Viga 9	3/4"	9	9.35	2.25	189.3375
3	VC1	Viga 2	1/2"	2	9.15	1	18.3
			5/8"	6	9.25	1.56	86.58
5'	VC1	Viga 3	1/2"	2	9.15	1	18.3
			5/8"	7	9.25	1.56	101.01
Total Kg							1258.4965

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 16. Acero de refuerzo transversal para vigas de cimentación.

Acero de refuerzo estribos - Vigas de cimentación							
Eje	Viga	Diámetro	Separación	Cantidad	Longitud (m)	Peso Kg/m	Total
A	VC4	3/8"	0.10	106	1.16	0.56	68.86
			0.10	106	1.00	0.56	59.36
B'	VC8	3/8"	0.15	9	0.80	0.56	4.03
C	VC7	3/8"	0.17	10	1.26	0.56	7.06
			0.09	73	1.26	0.56	51.51
			0.17	10	1.50	0.56	8.40
			0.09	73	1.50	0.56	61.32
D	VC5	3/8"	0.18	11	1.16	0.56	7.15
D'	VC8	3/8"	0.15	13	0.80	0.56	5.82
E'	VC5	3/8"	0.18	11	1.16	0.56	7.15
	VC8	3/8"	0.15	26	0.80	0.56	11.65
E	VC3	3/8"	0.10	105	1.26	0.56	74.09
			0.10	105	1.30	0.56	76.44
5	VC1	3/8"		8	1.76	0.56	7.88
1"	VC5	3/8"	0.18	42	1.16	0.56	27.28

1	VC1	3/8"	0.12	7	1.16	0.56	4.55
			0.17	15	1.16	0.56	9.74
			0.07	13	1.16	0.56	8.44
			0.16	7	1.16	0.56	4.55
			0.17	10	1.16	0.56	6.50
			0.18	7	1.16	0.56	4.55
			0.12	7	1.30	0.56	5.10
			0.17	15	1.30	0.56	10.92
			0.07	13	1.30	0.56	9.46
			0.16	7	1.30	0.56	5.10
			0.17	10	1.30	0.56	7.28
			0.18	7	1.30	0.56	5.10
1'	VC5	3/8"	0.18	42	1.16	0.56	27.28
2'	VC5	1/2"	0.18	24	1.16	0.56	15.59
	VC8	1/2"	0.15	18	0.80	0.56	8.06
2	VC6	3/4"	0.18	18	1.56	0.56	15.72
			0.06	25	1.56	0.56	21.84
			0.18	8	1.56	0.56	6.99
			0.13	8	1.56	0.56	6.99
			0.07	12	1.56	0.56	10.48
3	VC1	1/2"	0.18	6	1.16	0.56	3.90
			0.17	10	1.16	0.56	6.50
			0.13	7	1.16	0.56	4.55
			0.12	14	1.16	0.56	9.09
			0.17	12	1.16	0.56	7.80
			0.15	6	1.16	0.56	3.90
			0.18	6	1.30	0.56	4.37
			0.17	10	1.30	0.56	7.28
			0.13	7	1.30	0.56	5.10
			0.12	14	1.30	0.56	10.19
			0.17	12	1.30	0.56	8.74
			0.15	6	1.30	0.56	4.37
5'	VC1	1/2"	0.18	7	1.16	0.56	4.55
			0.17	8	1.16	0.56	5.20
			0.12	5	1.16	0.56	3.25
			0.17	22	1.16	0.56	14.29
			0.11	7	1.16	0.56	4.55
			0.18	7	1.30	0.56	5.10
			0.17	8	1.30	0.56	5.82

			0.12	5	1.30	0.56	3.64
			0.17	22	1.30	0.56	16.02
			0.11	7	1.30	0.56	5.10
						TOTAL	815.5056

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 17. Cantidades de concreto para vigas de cimentación.

Concretos para vigas de cimentación						
Viga	Nombre	Parte	Longitud	Ancho	Altura	Volumen
VC1	Viga 1	Zapata	7.25	0.60	0.25	1.088
		Viga	7.25	0.30	0.20	0.435
VC1	Viga 2	Zapata	7.25	0.60	0.25	1.088
		Viga	7.25	0.30	0.20	0.435
VC1	Viga 3	Zapata	7.25	0.60	0.25	1.088
		Viga	7.25	0.30	0.20	0.435
VC2	Viga 4	Zapata	4.5	0.60	0.45	1.215
VC3	Viga 5	Zapata	10.5	0.60	0.25	1.575
		Viga	10.5	0.40	0.20	0.840
VC4	Viga 6	Zapata	10	0.45	0.25	1.125
		Viga	10	0.30	0.20	0.600
VC5	Viga 7	Zapata	22.95	0.45	0.30	3.098
VC8	Viga 8	Zapata	8.9	0.20	0.30	0.534
VC6	Viga 9	Zapata	7.25	0.50	0.45	1.631
VC7	Viga 10	Zapata	8.6	0.70	0.25	1.505
		Viga	8.6	0.30	0.20	0.516
TOTAL						17.207

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 18. Acero de refuerzo para columnas.

ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS					
Columna	Diámetro	Cantidad	Longitud	Peso	Total
C1 C4 C6 C7	1/2"	8	6.00	1.00	192.00
	3/8"	93	0.60	0.56	124.99
	3/8"	186	0.38	0.56	158.32
C2 C3 C4 C8	1/2"	4	5.25	1.00	84.00
	5/8"	4	5.25	1.56	131.04
	3/8"	93	0.60	0.56	124.99
	3/8"	186	0.38	0.56	158.32
C9 C10 C11	1/2"	8	6.00	1.00	144.00
	3/8"	93	0.60	0.56	93.74
	3/8"	186	0.38	0.56	118.74
TOTAL					1330.16

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 19. Acero de refuerzo para escaleras.

ACERO DE REFUERZO PARA ESCALERAS					
Viga	Diámetro	Cantidad	Longitud	Peso	Total
VCE	1/2"	4	2.30	1.00	9.20
	3/8"	12	0.64	0.56	4.30
Tramo 1	1/2"	8	3.70	1.00	29.60
	1/2"	8	1.00	1.00	8.00
	1/2"	8	1.70	1.00	13.60
	3/8"	14	1.05	0.56	8.23
	3/8"	8	2.10	0.56	9.41
Tramo 2	1/2"	7	1.30	1.00	9.10
	1/2"	7	4.00	1.00	28.00
	1/2"	7	1.60	1.00	11.20
	1/2"	7	1.00	1.00	7.00
	3/8"	8	0.90	0.56	4.03
TOTAL					141.67

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 20. Acero de refuerzo para pantallas.

ACERO DE REFUERZO PARA PANTALLAS					
Columna	Diámetro	Cantidad	Longitud	Peso	Total
M2	5/8"	4	6.00	1.56	74.88
	3/8"	37	0.70	0.56	29.01
M1	5/8"	32	6.00	1.56	599.04
	3/8"	37	3.20	0.56	132.61
TOTAL					835.54

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 21. Acero de refuerzo longitudinal para vigas de entrepiso.

Acero de refuerzo longitudinal- Vigas de entrepiso							
Eje	Viga	Nombre	Diámetro	Cantidad	Longitud (m)	Peso Kg/m	Total
A	V1	Viga 14	5/8"	4	8.8	1.56	54.91
B'	V2	Viga 9	1/2"	4	1.5	1	6.00
C	VC1	Viga 6	1/2"	3	3.1	1	9.30
			5/8"	2	3.2	1.56	9.98
			1/2"	1	2.3	1	2.30
		Viga 10	1/2"	4	4	1	16.00
D	V3	Viga 8	1/2"	4	3.64	1	14.56
			5/8"	3	1.05	1.56	4.91
	V1	Viga 11	1/2"	3	3.8	1	11.40
			1/2"	2	1	1	2.00
			1/2"	3	3.7	1	11.10
E	V1	Viga 7	1/2"	6	9.3	1	55.80
	V2	Viga 12	1/2"	4	0.9	1	3.60
	V1	Viga 13	1/2"	4	0.9	1	3.60
1	V1	Viga 1	1/2"	6	9.8	1	58.80
2	V1	Viga 2	1/2"	4	9.8	1	39.20
			1/2"	1	4	1	4.00
			1/2"	1	1.93	1	1.93
			1/2"	2	2.7	1	5.40
			5/8"	2	2.7	1.56	8.42
3	V1	Viga 3	1/2"	6	9.8	1	58.80

			1/2"	1	2	1	2.00
5	V1	Viga 15	1/2"	6	1.17	1	7.02
		Viga 4	1/2"	2	1.5	1	3.00
			1/2"	6	8.7	1	52.20
	V4	Escalera	1/2"	4	4.3	1	17.20
Total Kg							463.44

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 22. Acero de refuerzo transversal para vigas de entrepiso.

Acero de refuerzo estribos - Vigas de entrepiso							
Eje	Viga	Diámetro	Separación	Cantidad	Longitud (m)	Peso Kg/m	Total kg
A	V1	3/8"	0.06	87	1.08	0.56	52.62
			0.12	21	1.08	0.56	12.70
B'	V2	3/8"	0.10	8	0.88	0.56	3.94
C	VC1	3/8"	0.06	44	1.08	0.56	26.61
			0.06	41	1.08	0.56	24.80
D	V3	3/8"	0.06	48	1.00	0.56	26.88
	V1		0.06	38	1.08	0.56	22.98
E'	VC5	3/8"	0.06	123	1.08	0.56	74.39
	V2		0.06	5	0.88	0.56	2.46
	V1		0.12	5	1.08	0.56	3.02
1	V1	3/8"	0.06	114	1.08	0.56	68.95
			0.12	17	1.08	0.56	10.28
2	V1	3/8"	0.06	86	1.08	0.56	52.01
		3/8"	0.12	7	1.08	0.56	4.23
3	V1	3/8"	0.06	104	0.56	0.56	32.61
			0.12	23	0.56	0.56	7.21
5'	V1	3/8"	0.10	43	0.78	0.56	18.78
5	V1	3/8"	0.06	68	1.08	0.56	41.13
			0.12	38	1.08	0.56	22.98
Escalera	V4	3/8"	0.15	25	0.78	0.56	10.92
TOTAL							519.52

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 23. Acero de refuerzo para losa de entrepiso.

Acero de refuerzo - Losa de entrepiso				
Diámetro	Cantidad	Longitud (m)	Peso Kg/m	Total
3/8"	18	9.7	0.56	97.78
3/8"	10	5.8	0.56	32.48
3/8"	16	9.7	0.56	86.91
3/8"	3	6.9	0.56	11.59
1/2"	15	8.6	1	129.00
1/2"	10	9.5	1	95.00
1/2"	6	9.2	1	55.20
1/2"	19	3.55	1	67.45
1/2"	19	3.8	1	72.20
3/8"	43	1.5	0.56	36.12
Total Kg				683.73

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 24. Cantidad de concreto para losa de entrepiso.

Concreto para vigas y losa de entrepiso				
Eje	Ancho (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Volumen (m3)
A	0.30	0.30	7.40	0.67
B'	0.20	0.30	0.90	0.05
C	0.30	0.30	4.76	0.43
D	0.30	0.30	3.00	0.27
	0.25	0.30	2.90	0.22
E	0.30	0.30	7.85	0.71
1	0.30	0.30	8.65	0.78
2	0.30	0.30	5.70	0.51
3	0.30	0.30	8.65	0.78
5	0.20	0.30	0.60	0.04
	0.30	0.30	7.50	0.68
5'	0.15	0.30	6.50	0.29
Losa	0.60	0.15	7.30	0.66
	2.70	0.15	8.05	3.26
	2.80	0.15	4.15	1.74
	0.70	0.15	3.55	0.37

	4.65	0.15	2.00	1.40
	1.80	0.15	2.80	0.76
	Total m3			13.60

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 25. Acero de refuerzo longitudinal para vigas de cubierta.

Acero de refuerzo longitudinal- Vigas de cubierta							
Eje	Viga	Nombre	Diámetro	Cantidad	Longitud (m)	Peso Kg/m	Total
A'	V2	Viga 14	1/2"	4	8.7	1	34.8
A	V1	Viga 16	1/2"	4	8.7	1	34.8
B'	VC8	Viga 10	1/2"	4	1.4	1	5.6
		Viga 13	1/2"	4	4	1	16
C	V1	Viga 7	1/2"	4	3.3	1	13.2
		Viga 11	1/2"	6	4	1	24
D	V2	Viga 9	1/2"	4	4.1	1	16.4
		Viga 12	1/2"	4	4	1	16
E	V1	Viga 8	1/2"	4	9.5	1	38
1	V1	Viga 5	1/2"	4	9.8	1	39.2
		Viga 6	1/2"	4	2	1	8
2	V1	Viga 4	1/2"	4	9.8	1	39.2
	V1	Viga 3	1/2"	4	5.3	1	21.2
3	V1	Viga 2	1/2"	4	9.8	1	39.2
5	V1	Viga 15	1/2"	4	10	1	40
5'	V2	Viga 1	1/2"	4	7.1	1	28.4
Total Kg							414

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 26. Acero de refuerzo transversal para vigas de cubierta.

Acero de refuerzo estribos - Vigas de cubierta							
Eje	Viga	Diámetro	Separación	Cantidad	Longitud (m)	Peso Kg/m	Total
A'	V2	3/8"	0.06	94	0.88	0.56	46.32
			0.12	16	0.88	0.56	7.88
A	V1	3/8"	0.06	94	1.08	0.56	56.85
			0.12	16	1.08	0.56	9.68

B'	VC8	3/8"	0.06	7	0.88	0.56	3.45	
			0.06	35	0.88	0.56	17.25	
			0.12	11	0.88	0.56	5.42	
C	V1	3/8"	0.12	44	1.08	0.56	26.61	
			0.10	65	1.08	0.56	39.31	
D	V2	3/8"	0.06	28	0.88	0.56	13.80	
			0.12	15	0.88	0.56	7.39	
		3/8"	0.06	35	0.88	0.56	17.25	
			0.12	12	0.88	0.56	5.91	
E	V1	3/8"	0.06	117	1.08	0.56	70.76	
			0.12	0.12	1.08	0.56	0.07	
1	V1	3/8"	0.06	135	1.08	0.56	81.65	
			0.12	9	1.08	0.56	5.44	
			0.12	24	0.88	0.56	11.83	
2	V1	3/8"	0.06	157	1.08	0.56	94.95	
			0.06	44	1.08	0.56	26.61	
			0.12	17	1.08	0.56	10.28	
3	V1	3/8"	0.06	82	1.08	0.56	49.59	
			0.12	33	1.08	0.56	19.96	
5	V1	3/8"	0.06	118	1.08	0.56	71.37	
			0.12	13	1.08	0.56	7.86	
5'	V2	3/8"	0.15	108	0.88	0.56	53.22	
							TOTAL	760.73

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 27. Acero de refuerzo para losa de cubierta.

Acero de refuerzo - Losa de cubierta				
Diámetro	Cantidad	Longitud (m)	Peso Kg/m	Total
3/8"	3	8.65	0.56	14.53
3/8"	10	8	0.56	44.80
3/8"	5	4.9	0.56	13.72
3/8"	6	2	0.56	6.72
3/8"	27	3.6	0.56	54.43
3/8"	25	2.6	0.56	36.40
3/8"	13	1.3	0.56	9.46
3/8"	6	1.2	0.56	4.03
Total Kg				184.10

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 28. Cantidades de concreto para losa de cubierta.

Concreto para vigas y losa de cubierta				
Eje	Ancho (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Volumen (m3)
A'	0.20	0.30	0.80	0.05
A	0.30	0.30	7.40	0.67
B'	0.20	0.30	3.75	0.23
C	0.30	0.30	5.05	0.45
D	0.20	0.30	6.30	0.38
E	0.30	0.30	7.90	0.71
1	0.30	0.30	8.65	0.78
1	0.20	0.30	1.35	0.08
2	0.30	0.30	5.60	0.50
3	0.30	0.30	12.85	1.16
5	0.20	0.30	0.65	0.04
5	0.30	0.30	7.55	0.68
5'	0.20	0.30	6.60	0.40
Losa	0.45	0.12	0.80	0.04
	0.20	0.12	0.45	0.01
	2.85	0.12	3.45	1.18
	2.85	0.12	1.95	0.67
	1.45	0.12	0.65	0.11
	1.43	0.12	2.00	0.34
Total m3				8.47

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 29. Área de muros no estructurales primer piso.

AREA DE MUROS DE MAMPOSTERIA						
Eje	Primer piso			Área libre		
	Longitud	Altura	Total	Longitud	Altura	Total
A	9.05	2.54	22.987	2	0.66	1.32
	3.25	2.54	8.255	1	1.77	1.77
C	4.9	2.54	12.446			
	1.8	0.66	1.188			
E	9.1	2.54	23.114	0.9	0.6	0.54
E'	4.65	2.54	11.811			
O	8.85	2.54	22.479			

1	2.75	2.54	6.985			
1'	2.4	2.54	6.096	0.61	0.55	0.34
	5.55	2.54	14.097			
		Total m2	125.49			

Fuente. Elaboración propia.

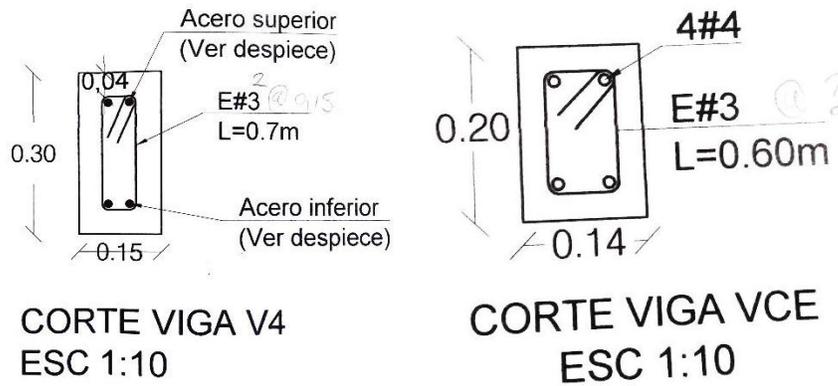
Tabla 30. Área de muros no estructurales segundo piso.

AREA DE MUROS DE MAMPOSTERIA						
Eje	Segundo piso			Descuentos		
	Longitud	Altura	Total	Longitud	Altura	Total
A	8.5	2.42	20.57	2.2	1.2	2.64
C	6.05	2.42	14.641			
D	4.3	2.42	10.406			
E	7.7	2.42	18.634			
1	8.2	2.42	19.844	1.4	0.55	0.77
2	6.25	2.42	15.125			
3	7.85	2.42	18.997			
5	6.35	2.42	15.367	2.06	1.76	3.63
1'	12.15	1.34	16.281	0.9	0.5	0.45
		Total m2	142.38			

Fuente. Elaboración propia.

Así mismo, la pasante se percató de algunos errores presentes en los planos estructurales, los cuales se informaron al ingeniero diseñador para su corrección oportuna. Algunos de ellos fueron:

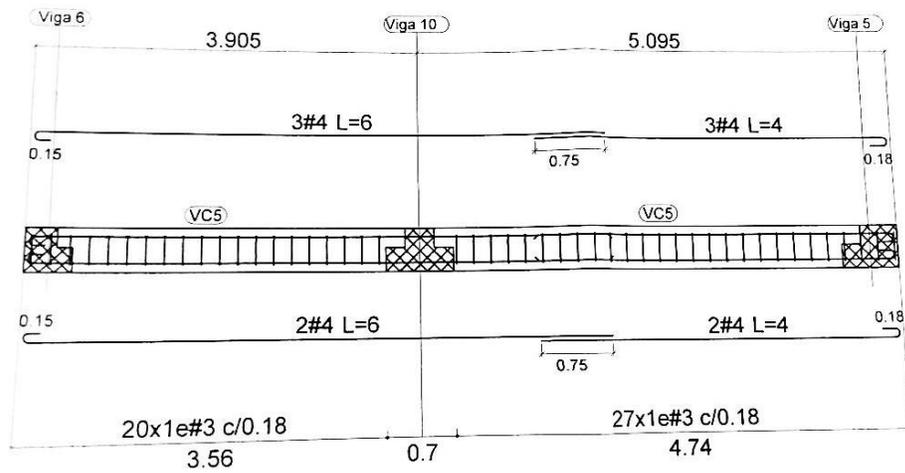
Figura 68. Error en vigas de cimentación y escalera.



Fuente. Base de datos del proyecto.

Figura 69. Error en ejes de viga para despiece de acero.

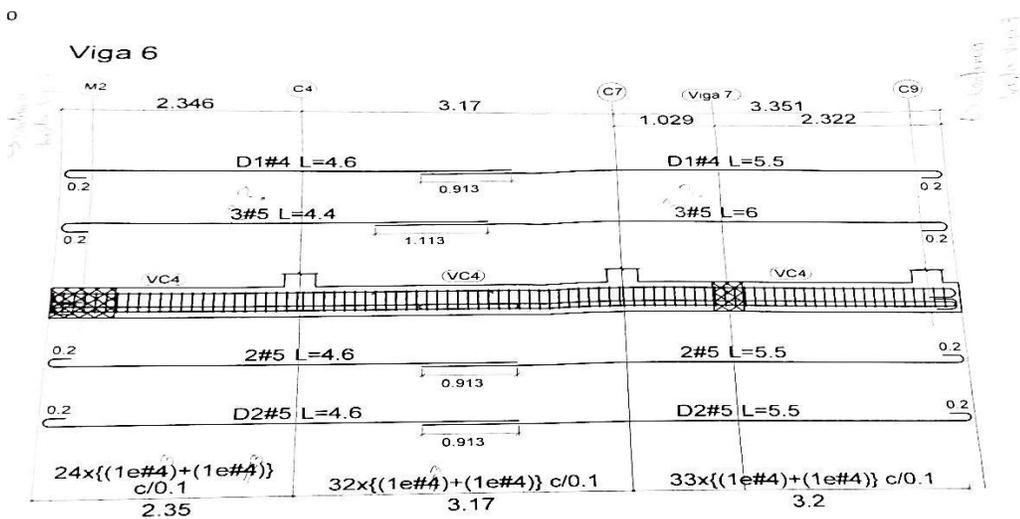
Viga 7



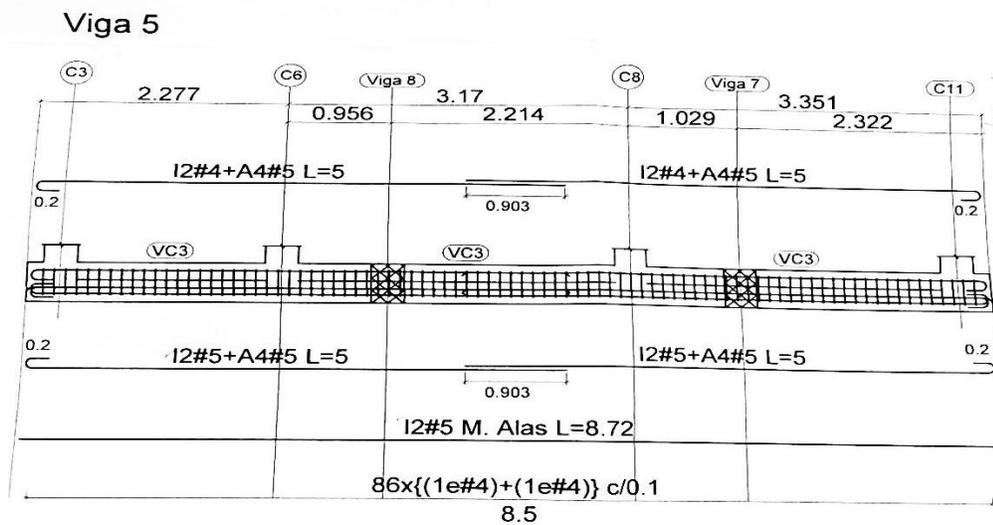
DESPIECE VIGA DE CIMENTACIÓN EJE A' 1 y 1''
Escala __ 1:50

Fuente. Base de datos del proyecto.

Figura 70. Despiece de acero en vigas incompleto.



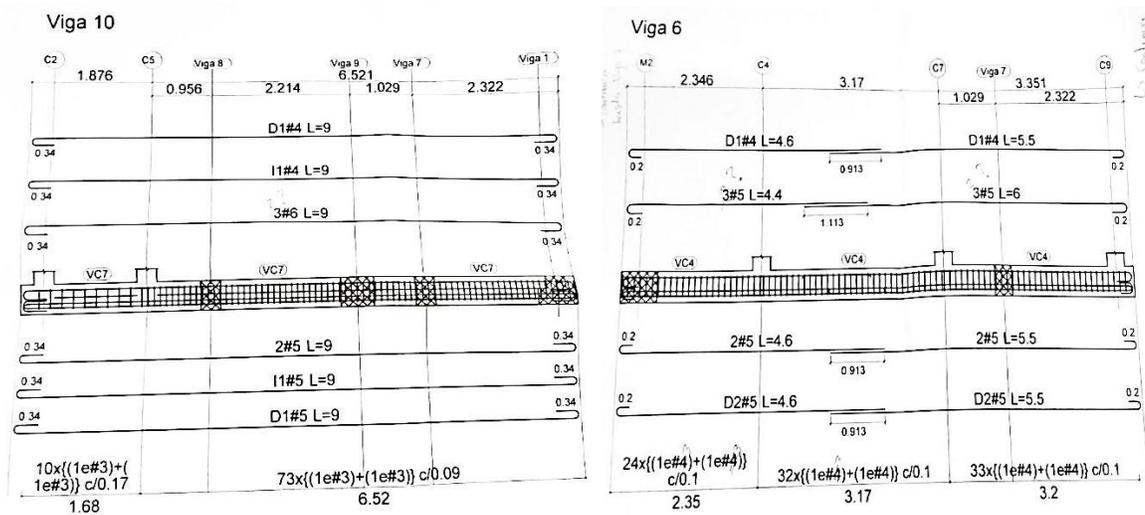
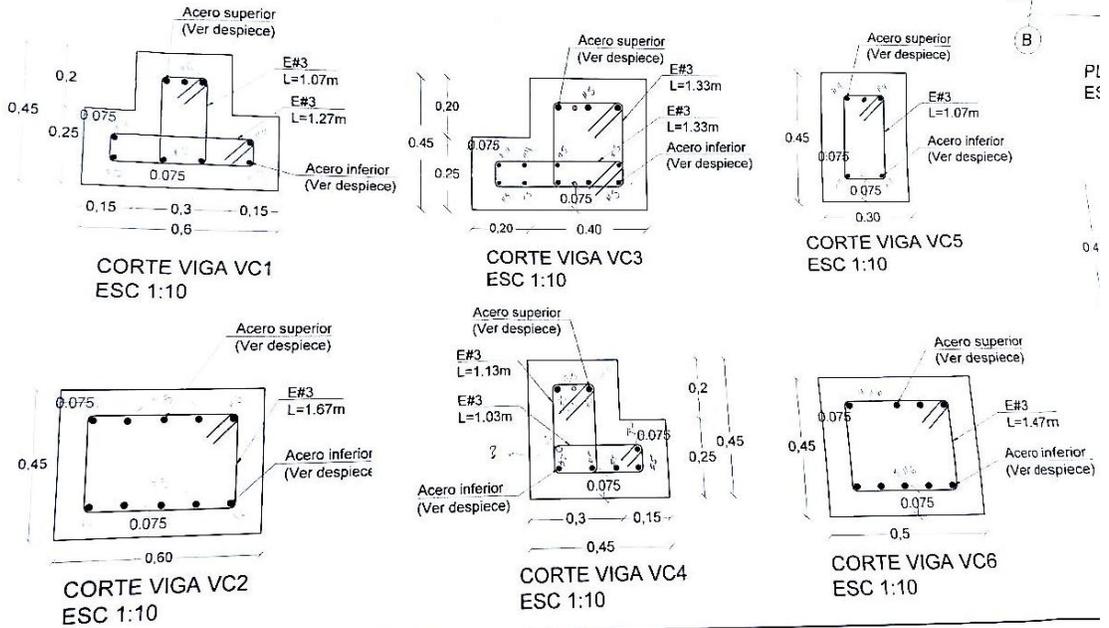
DESPIECE VIGA DE CIMENTACIÓN EJE A
Escala __ 1:50



DESPIECE VIGA DE CIMENTACIÓN EJE E
Escala __ 1:50

Fuente. Base de datos del proyecto.

Figura 71. Inconsistencia entre cortes y despieces de acero.



Fuente. Elaboración propia.

8. CRONOGRAMA DE OBRA

Para verificar que se estén llevando a cabo todas las actividades según el cronograma de ejecución de obra propuesto, junto con el ingeniero residente se plantea de forma mensual hacer un seguimiento del cronograma contabilizando la cantidad de actividades realizadas en la obra hasta una determinada fecha y compararlas con la cantidad programada, de modo que sea posible determinar si se llevan retrasos e informarlos al maestro contratista para mejorar el rendimiento. Dicho análisis se hizo de la siguiente forma:

Tabla 31. Seguimiento a cronograma de obra.

IT	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	MES		TIEMPO Semanas	PROGRAMADO			DIC 16/17	
		SEMANA			CASAS POR SEMANA	SEMANA TRABAJ	TOTAL PROG	EJEC A LA FECHA	ESTADO
		INICIO	FIN						
1	Localización y replanteo viviendas	Nov 1/17	Nov 30/17	4.00	12	4	48	45	Retaso en obra
2	Muros de contención	Nov 8/17	Feb 8/18	12.00	4	5	20	16	Retaso en obra
3	Instalaciones sanitarias primer piso	Nov 15/17	Feb 9/18	12.00	4	4	16	13	Retaso en obra
4	Cimentación (vigas, contrapisos y pantallas)	Nov 23/17	May 19/18	24.00	2	3	6	5	Retaso en obra
5	Instalaciones eléctricas	Dic 1/17	Dic 31/18	52.00	1	2	2	3	A tiempo
6	Mampostería primer piso	Dic 18 /17	Jun 9/18	23.00	2	0	0	1	A tiempo
7	Losa de entrepiso, vigas y escalera	Ene 1/18	Jun 23/18	23.00	2	0	0	1	A tiempo
8	Instalaciones hidrosanitarias 2º piso	Mar 1/14	Jun 30/14	24.00	2	0	0	0	A tiempo
9	Mampostería segundo piso	Ene 8/18	Jul 7/18	24.00	2	0	0	0	A tiempo

Fuente. Elaboración propia.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar periódicamente el aseo general de la obra, dado que en el transcurso de las diferentes actividades se genera una gran cantidad de desperdicios que si no son manipulados adecuadamente pueden originar algún tipo de accidente laboral.
- Exigir el uso adecuado de elementos de protección como botas, guantes, gafas y cascos, ya que son herramientas esenciales en la realización de cualquier tipo de actividad. Así como la presencia constante de un delegado de salud ocupacional que vele por el cumplimiento de las normas e incentive actividades de orientación e información para los trabajadores acerca de su protección básica.
- Durante el desarrollo de la pasantía fue posible evidenciar el gran desperdicio de materiales como agregados, por lo cual es recomendable adecuar un sitio de depósito de los mismos al cual se tenga la facilidad de acceso y se pueda reducir su contaminación al entrar en contacto con el suelo.
- Para generar un mayor rendimiento de los procesos constructivos, sería bueno delegar un determinado grupo de trabajadores o cuadrilla para la realización de cada actividad en particular, en la cual ellos tengan mayor conocimiento o desempeño de tal manera que se genere una mejoría en la organización y rendimiento de la obra.
- Al realizar dicha organización de cuadrillas, se especifica el momento en el cual cada una de ellas interviene en el desarrollo de la construcción, de modo que no se presentarían inconvenientes o retrasos en las tareas asignadas.
- En el caso de la ubicación de la red sanitaria de la vivienda, a medida que avanzaba la obra se tuvo que realizar algunas modificaciones al diseño original en cuanto a la localización de algunos puntos, cambios que deberían visualizarse

también sobre dichos planos para evitar confusiones e informar de ellos al personal encargado de tal actividad.

- Otro aspecto importante a tener en cuenta es la profundidad a la cual se maneja la tubería sanitaria, como se ha mencionado con anterioridad debía ser tal que no interfiera en la ubicación de la cimentación; a pesar de que la red principal se ubicó a 25 cm por debajo de las zapatas, la tubería de algunos ramales no alcanzaba a quedar cubierta con el suelo de fundación sino solamente con el solado de limpieza, por tal motivo es conveniente replantear dicha profundidad garantizando que toda la tubería quede correctamente ubicada y confinada por el suelo.
- Por otra parte, es conveniente aclarar que una vez el maestro contratista u oficial reciba un determinado lote con la tubería sanitaria ya instalada para iniciar el proceso de cimentación debe procurar mantenerla con forme fue entregada, debido a que durante los procesos de excavación, armado de castillos de acero y fundición de zapatas, la tubería queda propensa a desplazamientos y desplomes que si no son corregidos a tiempo generan inconvenientes durante las actividades posteriores como por ejemplo la pega de la mampostería estructural.
- Para los procesos de fundición, debe prestarse especial cuidado con la limpieza de las superficies que entraran en contacto con el concreto, dado que así se genera mayor adherencia entre elementos estructurales y se evita deteriorar la calidad de las mezclas de concreto y su resistencia.
- También, durante la construcción es clave el uso adecuado y limpieza de las herramientas y equipos de trabajo como lo son mezcladoras y vibradores para prolongar su vida útil y generar mayor productividad.

- Tener precaución en la conexión de los equipos eléctricos para evitar daños en los mismos y los tableros de corriente. De igual manera el hecho de cubrirlos una vez termine su funcionamiento.
- El amarre de los castillos de acero es otro punto importante a tratar, como se sabe debe evitarse la creación de puntos de falla en las estructuras y para ello debe existir rotación y distribución entre los ganchos de cada estribo, el refuerzo longitudinal debe ser continuo o garantizar la longitud de anclaje y traslape adecuada, además de las escuadras e intersección entre vigas, bien sea de cimentación, entrepisos y cubierta.
- Todo el acero de refuerzo de los elementos de diseño deben ser cuantificado y organizado de acuerdo a lo establecido en los planos estructurales entregados por el calculista, y antes de autorizar la fundición de los mismos debe verificarse que los flejes se encuentren correctamente espaciados y aplomados, así como también procurar que el amarre de los mismos sea doble (forma de pata de gallina como es llamado en la construcción) con el fin de garantizar estabilidad y que no sean susceptibles a desplazamientos.
- Durante los procesos de fundición se recomienda el control en la elaboración de las mezclas de concreto ya que al ser preparadas directamente en obra debe contar con la dosificación señalada (1:2:3), dentro de este proceso hay que verificar que la cantidad de material se agregue medida según el número de cajones y no por paladas como solía hacerse en ocasiones, así mismo que no se sobrepase la cantidad de agua requerida solo por el hecho de tener una mezcla más manejable ya que se estaría afectando negativamente la resistencia de los concretos.
- Una de las actividades fundamentales que debería realizarse es la instalación de la red de alcantarillado del condominio en su totalidad ya que a medida que avanza la construcción de las viviendas se observa como las aguas lluvias tienden

a estancarse por lo general en las cajas de inspección como en el patio jardín por el hecho de que aunque ya este instalada la tubería sanitaria de cada una de ellas, éstas no presenta salida y generan filtraciones hacia las casas posteriores o vecinas.

- Como las vías de acceso aún no se encuentran pavimentadas sino en suelo de fundación, durante la época de invierno se dificulta mucho el movimiento de vehículos de carga y transporte de materiales así que sería bueno pensar en la posibilidad de extender y compactar sobre las vías algún tipo de material que sirva de estabilidad al terreno, para mejorar las condiciones laborales, generar mayores rendimientos en la mano de obra y disminuir la contaminación de los agregados.
- Enfatizar en la limpieza de la tubería sanitaria y las cajas de inspección, cerciorarse que al fundir dichas cajas, toda la tubería de acceso a ella presenten salida y se hayan elaborado las correspondientes cañuelas antes de ser colocada la tapa ya que así se evitan inconvenientes futuros.
- Por otro lado, realizar las pruebas de funcionamiento de la tubería tanto hidráulica como sanitaria es esencial para determinar si lo planteado en el terreno no ha sufrido ningún tipo de daño (fugas) antes de fundir los elementos estructurales ya que si no se hacen a tiempo pueden desencadenarse problemas más adelante pudiendo ser complicado su acomodo.
- Uno de los problemas que a menudo se presentó en obra fue el movimiento de las referencias topográficas durante los procesos de excavación para vigas de cimentación, problema que si no era detectado a tiempo podría ocasionar errores en el planteamiento de ejes, muros, tubería, etc. Por lo tanto, es conveniente que dichas referencia sean trasladadas a puntos fijos y exigir al contratista que se respete la ubicación de caballetes y no quitarlos sin previa autorización. También contar con la posibilidad que la comisión de topografía encargada del

planteamiento de las viviendas vaya al sitio a corroborar la veracidad de algunos puntos.

- Fomentar mayor coordinación entre las diferentes actividades constructivas, es decir que se exija a cada cuadrilla respetar el trabajo realizado por los demás ya que en con frecuencia se observó algunos daños como por ejemplo el desplome de muros al momento de armar las formaletas para losas de entepiso, así mismo la rotura o rayones en la mampostería que quedaría a la vista. Al ocasionarse dichos problemas se están elevando los costos y tiempos de construcción, debido a que se tendría que hacer los arreglos como una actividad adicional.
- También es importante darle un buen manejo a las basuras resultantes del desarrollo de las distintas actividades para generar un mejor ambiente de trabajo, evitando tener un foco de enfermedades dentro de la obra.
- Finalmente, se recomienda realizar reuniones o comités de obra en los cuales se traten los problemas que surjan de la ejecución del proyecto, los cambios que hayan que realizarse y las mejoras que puedan hacerse para darle tanto al proyecto como a la constructora un alto nivel y rendimiento.

10. CONCLUSIONES

- En forma general, participar en la construcción de una obra civil de tal magnitud fue una experiencia enriquecedora, se adquirió una visión más amplia de todos los procesos constructivos derivados del proyecto, dentro de los cuales se pudo establecer el orden de ejecución de los mismos, desarrollar la capacidad de observación y detalle dentro de las diferentes actividades; experiencia que fue posible adquirir gracias al acompañamiento y apoyo brindado por parte de la constructora, así mismo fue posible establecer relaciones entre lo planteado directamente en obra y los conocimientos adquiridos durante la formación académica como por ejemplo, la importancia de la precisión y localización de los distintos puntos de referencia, la calidad de materiales empleados, además de la adecuada organización del personal de trabajo.
- La realización de este trabajo está asociado tanto al crecimiento personal como profesional del pasante, ya que el hecho de interactuar con profesionales de diferentes áreas incentivó el aprendizaje tanto dentro del desarrollo de las diferentes actividades así como también tuvo gran influencia en la formación del criterio del pasante gracias a los consejos y ejemplo dados por parte del personal encargado de la obra, además de fomentar las buenas relaciones dentro del entorno laboral basándose en el buen trato, el respeto y la colaboración.
- En cuanto al enfoque dado al desarrollo del proyecto, puede decirse que se cumplió a cabalidad con los objetivos planteados al comienzo, se ejecutaron actividades de diferente índole como localización, instalación de las diferentes redes de tubería, armado de acero y fundición de elementos estructurales, etc. gracias a las cuales el profesional de la ingeniería aprendió a desempeñarse

correctamente dentro de la construcción, adquiriendo así la habilidad y conocimientos necesarios para completar su formación académica. Una vez complementadas estas dos fases teoría y práctica, la pasante cuenta con ciertas bases para dar inicio a su vida profesional, bases que se irán ampliando con el transcurso del tiempo y desempeño en el ámbito laboral.

- Por otra parte, llevar una adecuada planeación de las actividades a realizar en obra es de gran importancia, de igual manera hacer un seguimiento periódico de dicha planeación llevando un cronograma tanto de las actividades realizadas como de aquellas que están pendientes, ya que esto permite una mejor organización y avance en el desarrollo del proyecto, al mismo tiempo que se pueden cumplir con las metas establecidas para un determinado periodo de tiempo. Como ocurrió en obra, cuando se presentaba algún tipo de inconsistencia en el plan de desarrollo de proyecto, lo más conveniente era hablar con el contratista y hacerle las observaciones pertinentes, de modo que al hacer una reestructuración en la organización de las cuadrillas se logró mantener el equilibrio entre teoría y práctica.
- También, realizar un control de calidad de los materiales utilizados en obra, en especial de los concretos preparados en el sitio es vital, para ello deben tomarse pruebas de resistencia con el fin de asegurarse que las mezclas utilizadas cumplan con lo establecido en los diseños estructurales entregados por parte del especialista. Con las muestras tomadas en obra fue posible observar que la cantidad de agua adicionada a la mezcla juega un papel fundamental en el comportamiento de la resistencia, de modo que para la muestra que tuvo mayor asentamiento (6 pulgadas) su resistencia probada a los 7 días fue de 1400 psi mientras que para un asentamiento de 4 pulgadas fue de 2400 psi, sabiendo que a esa edad (7 días) la resistencia aproximada debía ser 2100 psi, por esta razón es recomendable probar cilindros a diferentes edades para garantizar el cumplimiento de lo especificado o de lo

contrario darle solución a tal inconsistencia y así proporcionar confiabilidad tanto al proyecto como a la constructora.

- Cabe destacar que durante el desarrollo de la pasantía se prestó especial atención al cumplimiento de especificaciones como resistencias del concreto, el diseño de planos estructurales cerciorándose que las cantidades de acero fueran las correctas, además de los recubrimientos especificados y la aplicación de solados de limpieza; el diseño de planos hidráulicos, sanitarios y eléctricos, en los que se tenía en cuenta los diámetros de tubería, accesorios y ubicación exacta, de modo que se ejecutaran correctamente para evitar inconvenientes a futuro.
- Finalmente, se aprendió que la base fundamental en el desarrollo de un proyecto de cualquier tipo y magnitud es la planeación y organización, así se está seguro de los procedimientos que deben seguirse, y aunque siempre van a ocurrir imprevistos estos no generan grandes retrasos o inconvenientes si son manejados de forma correcta y oportuna.

11. BIBLIOGRAFIA

- RIVERA, Gerardo. Concreto Simple. Universidad del Cauca. Popayán. 267p.
- ESCOBAR, Carlos Eduardo. Estudio de suelos, recomendaciones de cimentación y diseño de pavimentos Condominio San Nicolás. Popayán. 2017. 135p.
- Planos estructurales condominio San Nicolás. Popayán.

ANEXOS

ANEXO 1. Ensayos de laboratorio para determinar grado de compactación del suelo.



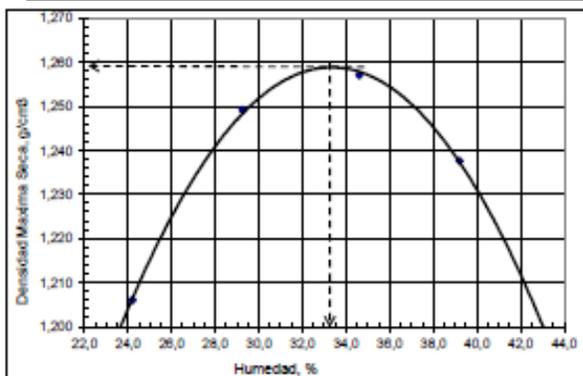
GEOFISICA SAS

Laboratorio de Suelos, Materiales, Concretos y Pavimentos
Confiable, Calidad y Economía No. 605,324,884-0



SO-CER280648

RELACIONES DE HUMEDAD - PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) L.N.V. E - 142 - 13					FGL-23 Versión 02 Noviembre de 2014 Página 1 de 1
CLIENTE:	Constructora Simbra S.A.S.			ORDEN SERVICIO No.:	1229
OBRA:	Condominio San Nicolas				
LOCALIZACION OBRA:	Calle 28N Nro 7-215				
CONTRATISTA:	Constructora Simbra S.A.S.				
INTERVENTORIA:	Ingeniero Jose Jacome				
DESCRIPCION MATERIAL:	Suelo fino café amarilloso				
FUENTE:	In situ				
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA:	Condominio San Nicolas				
FECHA DE RECIBO:	10-ago-2017		FECHA DE ENSAYO:	11-ago-2017	
DATOS DE ENSAYO					
MÉTODO USADO:	A				
Punto No.	1	2	3	4	
No. de golpes	25	25	25	25	
No. de Capas	5	5	5	5	
Molde No.	2	2	2	2	
Masa molde + muestra húmeda, MT, g	3790,0	3903,0	3978,0	4008,0	
Masa Molde, M _{MO} , g	2338,1	2338,1	2338,1	2338,1	
Masa de muestra húmeda, g	1451,9	1564,9	1639,9	1669,9	
Humedad de moldeo (Horno), W, %	24,2	28,3	34,8	38,2	
Volumen de la muestra, V, cm ³	969,3	969,3	969,3	969,3	
Densidad húmeda de la muestra, ρ _h , g/cm ³	1,498	1,614	1,692	1,723	
Densidad húmeda de la muestra, ρ _h , Kg/m ³	1497,9	1614,5	1691,8	1722,8	
Densidad seca de la muestra, ρ _s , g/cm ³	1,208	1,248	1,267	1,268	
Densidad seca de la muestra, ρ _s , Kg/m ³	1206,1	1249,1	1257,0	1237,6	
HUMEDAD					
Masa Cápsula + suelo húmedo g	128,8	121,2	137,7	134,8	
Masa Cápsula + suelo seco g	110,8	101,6	112,1	109,1	
Masa Cápsula g	36,2	34,6	38,1	43,5	
Humedad (Horno) %	24,2	28,3	34,8	38,2	
CLASIFICACION DE SUELO					
SUCS					
Gravedad específica de la fracción gruesa: g/cm ³					
RESULTADOS DE ENSAYO					
Humedad óptima:	33,4 %				
Densidad seca máx:	1,259 g/cm ³				
Densidad seca máx:	1259 Kg/m ³				





GEOFISICA SAS

Laboratorio de Suelos, Materiales, Concretos y Pavimentos
Confiable, Calidad y Economía NL 966.234.894-0



SC-CER200546

PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA		FOL-26				
I.N.V. E - 161 y 143 - 13		Versión 04				
		Noviembre de 2016				
		Página 1 de 1				
CLIENTE:	CONSTRUCTORA SIMBRA S.A.S	ORDEN SERVICIO No.:	1238			
OBRA:	Condominio San Nicolas					
LOCALIZACION OBRA:	Calle 82N nro. 7-215					
CONTRATISTA:	NA					
INTERVENTOR:	Director Jose Jacome					
FECHA DE ENSAYO:	11-ago-2017					
ENCARGADO EN OBRA:	Jose Ignacio Jacome	ESPECIFICACIÓN SUMINISTRADA EN OBRA:	NS			
RESULTADOS DE LABORATORIO						
ENSAYO No.		1	2	3	4	
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		SUELO FINO COLOR CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO COLOR CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO COLOR CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO COLOR CAFÉ AMARILLOSO	
FUENTE DEL MATERIAL		IN SITU	IN SITU	IN SITU	IN SITU	
ELEMENTO O LUGAR DE TOMA		TERRAZAS	TERRAZAS	TERRAZAS	TERRAZAS	
LOCALIZACIÓN Y/O ABSCISA DE ENSAYO		TERRAZA NRO. 6	TERRAZA NRO. 3	TERRAZA NRO. 10	TERRAZA NRO. 13	
LADO		CENTRO	DERECHO	IZQUIERDO	CENTRO	
Peso Frasco + arena inicial	g	9643	9599	9581	9557	
Peso frasco + arena restante	g	5322	5217	5339	5235	
Peso arena total usada	g	4321	4382	4242	4322	
Constante del cono	g	1668,0	1668,0	1668,0	1668,0	
Peso arena en el hueco	g	2653	2714	2574	2654	
Densidad de la arena	g/cm ³	1,480	1,480	1,480	1,480	
Volumen del hueco	cm ³	1792,6	1833,8	1739,2	1793,2	
Masa material extralido húmedo	Pasa No. 4, MMF	g	2804	2897	2873	2783
	Retenido No. 4, MMC	g	0	0	0	0
Recipiente No.		-	-	-	-	
Masa recipiente + muestra húmeda	g	-	-	-	-	
Masa recipiente + muestra seca	g	-	-	-	-	
Masa recipiente	g	-	-	-	-	
Humedad material pasa No. 4, WF	%	30,0	32,0	36,8	30,0	
Humedad material retenido No. 4, Wc	%	0,0	0,0	0,0	0,0	
Masa material extralido seco	Pasa No. 4, MDF	g	2156,8	2194,6	2100,1	2140,7
	Retenido No. 4, MDC	g	0,0	0,0	0,0	0,0
Porcentaje en peso seco de fracciones	Pasa No. 4, PFE	%	100,0	100,0	100,0	100,0
	Retenido No. 4, PFG	%	0,0	0,0	0,0	0,0
Humedad Corregida, Cw	%	30,0	32,0	36,8	30,0	
Densidad húmeda del Terreno	g/cm ³	1,564	1,580	1,652	1,552	
Densidad seca del Terreno	g/cm ³	1,203	1,197	1,208	1,194	
Densidad máxima de laboratorio	Normal, γ _f	g/cm ³	1,259	1,259	1,259	1,259
	Corregida, γ _{cd}	g/cm ³	1,259	1,259	1,259	1,259
Humedad óptima laboratorio	%	33,4%	33,4%	33,4%	33,4%	
COMPACTACION	%	96	95	96	95	

PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA I.N.V. E - 161 y 143 - 13		FGL-26 Versión 04 Noviembre de 2016 Página 1 de 1	
CLIENTE:	CONSTRUCTORA SIMBRA S.A.S	ORDEN SERVICIO No.:	1238
OBRA:	Condominio San Nicolas		
LOCALIZACION OBRA:	Calle 82N nro. 7-215		
CONTRATISTA:	NA		
INTERVENTOR:	Director Jose Jacome		
FECHA DE ENSAYO:	11-ago-2017		
ENCARGADO EN OBRA:	Jose Ignacio Jacome	ESPECIFICACIÓN SUMINISTRADA EN OBRA:	NS
RESULTADOS DE LABORATORIO			
ENSAYO No.	5		
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SUELO FINO COLOR CAFÉ AMARILLOSO		
FUENTE DEL MATERIAL	IN SITU		
ELEMENTO O LUGAR DE TOMA	TERRAZAS		
LOCALIZACIÓN Y/O ABCISCA DE ENSAYO	TERRAZA NRO. 16		
LADO	CENTRO		
Peso Frasco + arena Inicial	g	9492	
Peso frasco + arena restante	g	5566	
Peso arena total usada	g	3926	
Constante del cono	g	1668,0	
Peso arena en el hueco	g	2258	
Densidad de la arena	g/cm ³	1,480	
Volumen del hueco	cm ³	1525,7	
Masa material extraído húmedo	Pasa, MMF	g	2507
	Retenido, MMC	g	0
Recipiente No.	*		
Masa recipiente + muestra húmeda	g	*	
Masa recipiente + muestra seca	g	*	
Masa recipiente	g	*	
Humedad material pasa, WF	%	36,4	
Humedad material retenido, Wc	%	0,0	
Masa material extraído seco	Pasa, MDF	g	1837,9
	Retenido, MDC	g	0,0
Porcentaje en peso seco de fracciones	Pasa, PFE	%	100,0
	Retenido, PFG	%	0,0
Humedad Corregida, Cw	%	36,4	
Densidad húmeda del Terreno	g/cm ³	1,643	
Densidad seca del Terreno	g/cm ³	1,205	
Densidad máxima de laboratorio	Normal, yf	g/cm ³	1,259
	Corregida, C _{yd}	g/cm ³	1,259
Humedad óptima laboratorio	%	33,4%	
COMPACTACION	%	96	

PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA I.N.V. E - 161 y 143 - 13		FGL-26 Versión 04 Noviembre de 2016 Página 1 de 1			
CLIENTE:	CONSTRUCTORA SIMBRA S.A.S		ORDEN SERVICIO No.:	1258	
OBRA:	Condominio San Nicolas				
LOCALIZACION OBRA:	Calle 82N nro. 7-215				
CONTRATISTA:	NA				
INTERVENTOR:	Director Jose Jacome				
FECHA DE ENSAYO:	15-ago-2017				
ENCARGADO EN OBRA:	Jose Ignacio Jacome		ESPECIFICACIÓN SUMINISTRADA EN OBRA:	95%	
RESULTADOS DE LABORATORIO					
ENSAYO No.		1	2	3	4
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO
FUENTE DEL MATERIAL		IN SITU	IN SITU	IN SITU	IN SITU
ELEMENTO O LUGAR DE TOMA		TERRAZA	TERRAZA	TERRAZA	TERRAZA
LOCALIZACIÓN Y/O ABCISCA DE ENSAYO		MANZANA 3 - CASA 57	MANZANA 3 - CASA 54	MANZANA 3 - CASA 50	MANZANA 2 - CASA 31
LADO		IZQUIERDO	CENTRO	DERECHO	IZQUIERDO
Peso Frasco + arena Inicial	g	9719	9366	9344	9705
Peso frasco + arena restante	g	5277	5323	5280	5240
Peso arena total usada	g	4442	4043	4064	4465
Constante del cono	g	1650,0	1674,0	1674,0	1650,0
Peso arena en el hueco	g	2792	2369	2390	2815
Densidad de la arena	g/cm ³	1,483	1,459	1,459	1,483
Volumen del hueco	cm ³	1882,7	1623,7	1638,1	1898,2
Masa material extraído húmedo	Pasa No. 4, MMF Retenido No. 4, MMC	g g	3014 0	2701 0	2729 0
Recipiente No.		*	*	*	*
Masa recipiente + muestra húmeda	g	*	*	*	*
Masa recipiente + muestra seca	g	*	*	*	*
Masa recipiente	g	*	*	*	*
Humedad material pasa No. 4, WF	%	30,0	35,0	36,5	32,5
Humedad material retenido No. 4, Wc	%	0,0	0,0	2,0	0,0
Masa material extraído seco	Pasa No. 4, MDF Retenido No. 4, MDC	g g	2318,5 0,0	2000,7 0,0	1999,2 0,0
Porcentaje en peso seco de fracciones	Pasa No. 4, PFE Retenido No. 4, PFG	% %	100,0 0,0	100,0 0,0	100,0 0,0
Humedad Corregida, Cw	%	30,0	35,0	36,5	32,5
Densidad húmeda del Terreno	g/cm ³	1,601	1,663	1,666	1,602
Densidad seca del Terreno	g/cm ³	1,231	1,232	1,220	1,209
Densidad máxima de laboratorio	Normal, γ _f Corregida, C _{yd}	g/cm ³ g/cm ³	1,259 1,259	1,259 1,259	1,259 1,259
Humedad óptima laboratorio	%	33,4%	33,4%	33,4%	33,4%
COMPACTACION	%	98	98	97	96

PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA I.N.V. E - 161 y 143 - 13		FGL-26 Versión 04 Noviembre de 2016 Página 1 de 1	
CLIENTE:	CONSTRUCTORA SIMBRA S.A.S	ORDEN SERVICIO No.:	1258
OBRA:	Condominio San Nicolas		
LOCALIZACION OBRA:	Calle 82N nro. 7-215		
CONTRATISTA:	NA		
INTERVENTOR:	Director Jose Jacome		
FECHA DE ENSAYO:	15-ago-2017		
ENCARGADO EN OBRA:	Jose Ignacio Jacome	ESPECIFICACIÓN SUMINISTRADA EN OBRA:	95%
RESULTADOS DE LABORATORIO			
ENSAYO No.		6	6
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO
FUENTE DEL MATERIAL		IN SITU	IN SITU
ELEMENTO O LUGAR DE TOMA		TERRAZA	TERRAZA
LOCALIZACIÓN Y/O ABCISA DE ENSAYO		MANZANA 2 - CASA 27	MANZANA 2 - CASA 23
LADO		DERECHO	CENTRO
Peso Frasco + arena Inicial	g	9637	9338
Peso frasco + arena restante	g	4845	5099
Peso arena total usada	g	4792	4239
Constante del cono	g	1650,0	1674,0
Peso arena en el hueco	g	3142	2565
Densidad de la arena	g/cm ³	1,483	1,459
Volumen del hueco	cm ³	2118,7	1758,1
Masa material extraído húmedo	Pasa No. 4, MMF Retenido No. 4, MMC	g g	3398 0
Recipiente No.		*	*
Masa recipiente + muestra húmeda	g	*	*
Masa recipiente + muestra seca	g	*	*
Masa recipiente	g	*	*
Humedad material pasa No. 4, WF	%	31,5	32,5
Humedad material retenido No. 4, Wc	%	0,0	0,0
Masa material extraído seco	Pasa No. 4, MDF Retenido No. 4, MDC	g g	2584,0 0,0
Porcentaje en peso seco de fracciones	Pasa No. 4, PFE Retenido No. 4, PFG	% %	100,0 0,0
Humedad Corregida, Cw	%	31,5	32,5
Densidad húmeda del Terreno	g/cm ³	1,604	1,602
Densidad seca del Terreno	g/cm ³	1,220	1,209
Densidad máxima de laboratorio	Normal, γ_f Corregida, γ_{cd}	g/cm ³ g/cm ³	1,259 1,259
Humedad óptima laboratorio	%	33,4%	33,4%
COMPACTACION	%	97	96

PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA
I.N.V. E - 161 y 143 - 13

FGL-26
Versión 04
Noviembre de 2016
Página 1 de 1

CLIENTE:	CONSTRUCTORA SIMBRA S.A.S	ORDEN SERVICIO No.:	1263
OBRA:	Condominio San Nicolas		
LOCALIZACION OBRA:	Calle 82N nro. 7-215		
CONTRATISTA:	NA		
INTERVENTOR:	Director Jose Jacome		
FECHA DE ENSAYO:	16-ago-2017		
ENCARGADO EN OBRA:	Jose Ignacio Jacome	ESPECIFICACIÓN SUMINISTRADA EN OBRA:	95%

RESULTADOS DE LABORATORIO

ENSAYO No.		1	2	3	4
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO	SUELO FINO CAFÉ AMARILLOSO
FUENTE DEL MATERIAL		IN SITU	IN SITU	IN SITU	IN SITU
ELEMENTO O LUGAR DE TOMA		TERRAZA	TERRAZA	TERRAZA	TERRAZA
LOCALIZACIÓN Y/O ABCISA DE ENSAYO		MANZANA 2 - CASA 25	MANZANA 2 - CASA 29	MANZANA 2 - CASA 58	MANZANA 2 - CASA 55
LADO		CENTRO	CENTRO	CENTRO	CENTRO
Peso Frasco + arena Inicial	g	8520	8493	8430	8395
Peso frasco + arena restante	g	4216	4176	3983	4115
Peso arena total usada	g	4304	4317	4447	4280
Constante del cono	g	1677,0	1677,0	1677,0	1677,0
Peso arena en el hueco	g	2627	2640	2770	2603
Densidad de la arena	g/cm ³	1,484	1,484	1,484	1,484
Volumen del hueco	cm ³	1770,2	1779,0	1866,6	1754,0
Masa material extraído húmedo	Pasa No. 4, MMF Retenido No. 4, MMC	g g	2921 0	2911 0	3062 0
Recipiente No.		*	*	*	*
Masa recipiente + muestra húmeda	g	*	*	*	*
Masa recipiente + muestra seca	g	*	*	*	*
Masa recipiente	g	*	*	*	*
Humedad material pasa No. 4, WF	%	32,0	32,4	31,2	31,0
Humedad material retenido No. 4, Wc	%	0,0	0,0	0,0	0,0
Masa material extraído seco	Pasa No. 4, MDF Retenido No. 4, MDC	g g	2212,9 0,0	2198,6 0,0	2333,8 0,0
Porcentaje en peso seco de fracciones	Pasa No. 4, PFE Retenido No. 4, PFG	% %	100,0 0,0	100,0 0,0	100,0 0,0
Humedad Corregida, Cw	%	32,0	32,4	31,2	31,0
Densidad húmeda del Terreno	g/cm ³	1,650	1,636	1,640	1,600
Densidad seca del Terreno	g/cm ³	1,250	1,236	1,250	1,221
Densidad máxima de laboratorio	Normal, γf Corregida, Cγd	g/cm ³ g/cm ³	1,259 1,259	1,259 1,259	1,259 1,259
Humedad óptima laboratorio	%	33,4%	33,4%	33,4%	33,4%
COMPACTACION	%	99	98	99	97



GEOFISICA SAS

Laboratorio de Suelos, Materiales, Concretos y Pavimentos
Confiable, Calidad y Economía RL 991.214.014-0



SC-CER280946

PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA		FOL-26			
L.N.V. E - 161 y 143 - 13		Versión 04			
		Noviembre de 2016			
		Página 1 de 1			
CLIENTE:	CONSTRUCTORA SIMBRA S.A.S	ORDEN SERVICIO No.:	1283		
OBRA:	Condominio San Nicolas				
LOCALIZACION OBRA:	Calle 82N nro. 7-215				
CONTRATISTA:	NA				
INTERVENTOR:	Director Jose Jacome				
FECHA DE ENSAYO:	18-ago-2017				
ENCARGADO EN OBRA:	Director Jose Jacome	ESPECIFICACIÓN SUMINISTRADA EN OBRA:	95%		
RESULTADOS DE LABORATORIO					
ENSAYO No.		1	2	3	4
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		SUELO FINO COLOR CAFÉ	SUELO FINO COLOR CAFÉ	SUELO FINO COLOR CAFÉ	SUELO FINO COLOR CAFÉ
FUENTE DEL MATERIAL		IN SITU	IN SITU	IN SITU	IN SITU
ELEMENTO O LUGAR DE TOMA		TERRAZA	TERRAZA	TERRAZA	TERRAZA
LOCALIZACIÓN Y/O ABSCISA DE ENSAYO		MANZANA 3 - CASA 44	MANZANA 3 - CASA 41	MANZANA 3 - CASA 39	MANZANA 3 - CASA 34
LADO		CENTRO	IZQUIERDA	DERECHO	DERECHO
Peso Frasco + arena inicial	g	9701	9150	9020	9682
Peso frasco + arena restante	g	5678	5287	5207	5655
Peso arena total usada	g	4023	3863	3813	4027
Constante del cono	g	1677,0	1668,0	1668,0	1677,0
Peso arena en el hueco	g	2346	2195	2145	2350
Densidad de la arena	g/cm ³	1,484	1,480	1,480	1,484
Volumen del hueco	cm ³	1580,9	1483,1	1449,3	1583,6
Masa material extraído húmedo					
Pasa 4, MMF	g	2491	2334	2256	2595
Retenido 4, MMC	g	0	0	0	0
Recipiente No.		-	-	-	-
Masa recipiente + muestra húmeda	g	-	-	-	-
Masa recipiente + muestra seca	g	-	-	-	-
Masa recipiente	g	-	-	-	-
Humedad material pasa 4, Wf	%	30,0	31,0	28,8	32,2
Humedad material retenido 4, Wc	%	0,0	0,0	0,0	0,0
Masa material extraído seco					
Pasa 4, MDF	g	1916,2	1781,7	1751,6	1962,9
Retenido 4, MDC	g	0,0	0,0	0,0	0,0
Porcentaje en peso seco de fracciones					
Pasa 4, PFE	%	100,0	100,0	100,0	100,0
Retenido 4, PFG	%	0,0	0,0	0,0	0,0
Humedad Corregida, Cw	%	30,0	31,0	28,8	32,2
Densidad húmeda del Terreno	g/cm ³	1,576	1,574	1,557	1,639
Densidad seca del Terreno	g/cm ³	1,212	1,201	1,209	1,240
Densidad máxima de laboratorio					
Normal, γf	g/cm ³	1,259	1,259	1,259	1,259
Corregida, Cγd	g/cm ³	1,259	1,259	1,259	1,259
Humedad óptima laboratorio	%	33,4%	33,4%	33,4%	33,4%
COMPACTACION	%	96	95	96	98

ANEXO 2. Registro de horarios de participación en obra y desarrollo de la pasantía.

SEMANA	FECHA	JORNADA MAÑANA		JORNADA TARDE	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
1	Lunes 07 de Agosto				
	Martes 08 de Agosto	-	-	2:00	5:00
	Miércoles 09 de Agosto	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 10 de Agosto	-	-	2:00	5:00
	Viernes 11 de Agosto	-	-	2:00	5:00
	Sábado 12 de Agosto	8:00	12:00	-	-
2	Lunes 14 de Agosto	7:30	12:00	2:00	5:00
	Martes 15 de Agosto	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 16 de Agosto	7:30	12:00	2:00	5:00
	Jueves 17 de Agosto	10:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 18 de Agosto	-	-	2:00	5:00
	Sábado 19 de Agosto	-	-	-	-
3	Lunes 21 de Agosto	-	-	-	-
	Martes 22 de Agosto	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 23 de Agosto	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 24 de Agosto	10:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 25 de Agosto	-	-	2:00	5:00
	Sábado 26 de Agosto	8:00	12:00	-	-
4	Lunes 28 de Agosto	7:30	12:00	2:00	5:00
	Martes 29 de Agosto	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 30 de Agosto	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 31 de Agosto	7:30	12:00	2:00	5:00
	Viernes 01 de Septiembre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 02 de Septiembre	9:00	12:00		
5	Lunes 04 de Septiembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Martes 05 de Septiembre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 06 de Septiembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 07 de Septiembre	-	-	2:00	5:00
	Viernes 08 de Septiembre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 09 de Septiembre	9:00	12:00	-	-

SEMANA	FECHA	JORNADA MAÑANA		JORNADA TARDE	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
6	Lunes 11 de Septiembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Martes 12 de Septiembre	-	-	2:00	5:00
	Miércoles 13 de Septiembre	8:30	12:00	2:00	5:00
	Jueves 14 de Septiembre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 15 de Septiembre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 16 de Septiembre	-	-	-	-
7	Lunes 18 de Septiembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Martes 19 de Septiembre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 20 de Septiembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 21 de Septiembre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 22 de Septiembre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 23 de Septiembre	-	-	-	-
8	Lunes 25 de Septiembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Martes 26 de Septiembre	-	-	2:00	5:00
	Miércoles 27 de Septiembre	7:30	12:00	2:00	5:00
	Jueves 28 de Septiembre	-	-	-	-
	Viernes 29 de Septiembre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 30 de Septiembre	8:00	12:00	-	-
9	Lunes 02 de Octubre	7:30	12:00	2:00	5:00
	Martes 03 de Octubre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 04 de Octubre	7:30	12:00	2:00	5:00
	Jueves 05 de Octubre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 06 de Octubre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 07 de Octubre	7:30	12:00	-	-
10	Lunes 09 de Octubre	7:30	12:00	2:00	5:00
	Martes 10 de Octubre	9:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 11 de Octubre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 12 de Octubre	9:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 13 de Octubre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 14 de Octubre	8:00	12:00		

SEMANA	FECHA	JORNADA MAÑANA		JORNADA TARDE	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
11	Lunes 16 de Octubre	-	-	-	-
	Martes 17 de Octubre	-	-	2:00	5:00
	Miércoles 18 de Octubre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 19 de Octubre	-	-	2:00	5:00
	Viernes 20 de Octubre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 21 de Octubre	7:30	12:00	-	-
12	Lunes 23 de Octubre	7:30	12:00	2:00	5:00
	Martes 24 de Octubre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 25 de Octubre	7:30	12:00	2:00	5:00
	Jueves 26 de Octubre	9:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 27 de Octubre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 28 de Octubre	8:30	12:00	12:00	4:00
13	Lunes 30 de Octubre	7:30	12:00	2:00	5:00
	Martes 31 de Octubre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 01 de Noviembre	-	-	2:00	5:00
	Jueves 02 de Noviembre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 03 de Noviembre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 04 de Noviembre	8:00	12:00	-	-
14	Lunes 06 de Noviembre	-	-	-	-
	Martes 07 de Noviembre	10:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 08 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 09 de Noviembre	-	-	2:00	5:00
	Viernes 10 de Noviembre	-	-	2:00	5:00
	Sábado 11 de Noviembre	-	-	-	-
15	Lunes 13 de Noviembre	-	-	-	-
	Martes 14 de Noviembre	7:30	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 15 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 16 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 17 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Sábado 18 de Noviembre	-	-	-	-

SEMANA	FECHA	JORNADA MAÑANA		JORNADA TARDE	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
16	Lunes 20 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Martes 21 de Noviembre	-	-	2:00	5:00
	Miércoles 22 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 23 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 24 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Sábado 25 de Noviembre	8:00	12:00	-	-
17	Lunes 27 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Martes 28 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 29 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 30 de Noviembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 01 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Sábado 02 de Diciembre	-	-	-	-
18	Lunes 04 de Diciembre	8:00	12:00		
	Martes 05 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 06 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 07 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 08 de Diciembre	-	-	-	-
	Sábado 09 de Diciembre	8:00	12:00	-	-
19	Lunes 11 de Diciembre	8:00	12:00	-	-
	Martes 12 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 13 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Jueves 14 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Viernes 15 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Sábado 16 de Diciembre	8:00	12:00	-	-
20	Lunes 18 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Martes 19 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
	Miércoles 20 de Diciembre	8:00	12:00	2:00	5:00
Total asistencia a obra (horas)					581

