



**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL**



**PARTICIPACIÓN COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN
DE HOJARASCA - BOSQUE RESIDENCIAL**

ANGÉLICA OTÁLVARO CRUZ

**POPAYÁN – CAUCA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
2019**



**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**



**PARTICIPACIÓN COMO COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA
CONSTRUCCIÓN DE HOJARASCA - BOSQUE RESIDENCIAL**

**ANGÉLICA OTÁLVARO CRUZ
100412010836**

**DIRECTOR:
ING. HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ**

**POPAYÁN - CAUCA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
2019**



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 Ingeniería Civil.

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Director

Popayán, Febrero de 2019



DEDICATORIA

“A Dios que me ha guiado en el camino y me ha dado perseverancia y fortaleza para continuar y culminar mis estudios; A mis padres que siempre han estado a mi lado impulsándome y llenándome de consejos los cuales fueron fundamentales para llegar al final; a mi hermano que ha sido un apoyo incondicional en mi vida, y a todas las personas que me han acompañado en esta etapa tan importante.”



AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme sabiduría y guiarme para culminar esta etapa

A mis padres que siempre han tenido las palabras precisas para impulsarme a alcanzar mis objetivos y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me motivó para llegar al final.

A mi hermano que ha sido mi ejemplo en el ámbito profesional demostrándome siempre que es posible lograr las metas propuestas.

Al grupo de ingenieros de Garzón Holguín por recibirme tan amablemente y compartir conmigo su conocimiento y experiencia, preparándome para ser una profesional competente en mi área y adquirir una visión de lo que es trabajar en un proyecto de tal importancia para la comunidad.

Finalmente me gustaría agradecer a la Universidad del Cauca y a todos los docentes y personal que se esforzó por enseñarme y preocuparse por mi formación ética y profesional.



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GENERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. INFORMACIÓN GENERAL.....	15
3.1. EMPRESA RECEPTORA	15
3.2. TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.....	17
3.3. TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA.....	17
3.4. DURACIÓN DE LA PASANTIA.....	17
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	20
4.1. GENERALIDADES.....	20
4.2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	20
4.3. DESCRIPCIÓN DE ACABADOS.....	26
4.4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL	26
5. METODOLOGÍA.....	30
6. EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL.....	31
6.1. CAPÍTULO 1: ACTIVIDADES INICIALES Y CALIDAD DEL CONCRETO.....	31
6.2. CAPÍTULO 2: CONSTRUCCIÓN MURO DE CONTENCIÓN.....	60
6.3. CAPÍTULO 3: CIMENTACIÓN.....	68
6.4. CAPÍTULO 4: VIGAS Y LOSA DE ENTREPISO.....	79
6.5. CAPÍTULO 5: ESCALERAS.....	96
6.6. CAPÍTULO 6: MAMPOSTERÍA REFORZADA.....	100
6.7. CAPÍTULO 7: SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	115
7. CONCLUSIONES.....	118
8. RECOMENDACIONES	120
9. BIBLIOGRAFÍA.....	121



LISTA DE TABLAS

<i>Tabla N° 1: Horas realizadas durante la práctica profesional.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla N° 2: Especificaciones estructurales</i>	<i>27</i>
<i>Tabla N° 3: Clasificación del agregado fino</i>	<i>37</i>
<i>Resistencias a la compresión del concreto</i>	
<i>Tabla N° 4: Resultado resistencias para vigas de cimentación</i>	<i>57</i>
<i>Tabla N° 5: Resultado resistencias para losas de cimentación</i>	<i>56</i>
<i>Tabla N° 6: Resultado resistencias para losas de entrepiso</i>	<i>57</i>
<i>Tabla N° 7: Resultado resistencias para pantallas</i>	<i>58</i>



LISTA DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Distribución de áreas Etapa 1A</i>	21
<i>Figura N° 2: Fachada Principal de la casa</i>	22
<i>Figura N° 3: Corte longitudinal de la casa</i>	23
<i>Figura N° 4: Distribución casa Tipo 1 (medianera)</i>	24
<i>Figura N° 5: Distribución casa Tipo 2 (esquinera)</i>	24
<i>Figura N° 6: Distribución casa Tipo 4 (medianera)</i>	25
<i>Figura N°7: Distribución casa Tipo 5 (esquinera)</i>	25
<i>Figura N°8: Estado inicial de la obra</i>	32
<i>Figura N° 9: Cemento Argos</i>	34
<i>Figura N° 10: Almacenamiento del cemento</i>	35
<i>Figura N° 11: Arena de Padilla</i>	36
<i>Figura N° 12: Análisis granulométrico de la arena</i>	38
<i>Figura N° 13: Curva granulométrica agregado fino</i>	39
<i>Figura N° 14. Agregado grueso</i>	40
<i>Figura N° 15. Análisis granulométrico de la grava</i>	41
<i>Figura N° 16. Curva granulométrica agregado grueso</i>	42
<i>Figura N° 17: Chequeo del tamaño máximo nominal</i>	42
<i>Figura N° 18: Agua para el concreto</i>	43
<i>Figura N° 19: Coloración aditivo plastocrete DM</i>	45
<i>Figura N° 20: Aditivo plastocrete DM</i>	45
<i>Figura N° 21: Aditivo plastocrete 169 HE</i>	46
<i>Figura N° 22: Aditivo sikaplast 328</i>	47
<i>Figura N° 23: Aditivo sikadur 32</i>	47
<i>Figura N° 24: Cajones para agregado</i>	49
<i>Figura N° 25: Vaciado del concreto</i>	50
<i>Figura N° 26: Compactación cono Abrams</i>	50



<i>Figura N° 27: Enrase del molde</i>	<i>51</i>
<i>Figura N° 28: Lectura del asentamiento.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura N° 29: Equipo para toma de muestras del concreto.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura N° 30: Toma de cilindros de concreto</i>	<i>53</i>
<i>Figura N° 31: Curado de cilindros de concreto.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura N° 32: Aceros del muro.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura N° 33: Diseño muro de contención</i>	<i>62</i>
<i>Figura N° 34. Colocación de formaletas.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura N° 35: Engrase de formaletas</i>	<i>64</i>
<i>Figura N° 36: Mezcladora de concreto.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura N° 37: Vibrado del concreto en pantallas</i>	<i>66</i>
<i>Figura N° 38: Desencofrado en pantalla</i>	<i>67</i>
<i>Figura N° 39: Instalaciones sanitarias</i>	<i>68</i>
<i>Figura N° 40: Cajas de inspección.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura N° 41: Excavación de vigas de cimentación</i>	<i>69</i>
<i>Figura N° 42: Solado de limpieza.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura N° 43: Colocación del refuerzo en vigas</i>	<i>70</i>
<i>Figura N° 44: Formaleta en madera.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura N°45: Planta de cimentación.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura N°46: Despiece de vigas</i>	<i>73</i>
<i>Figura N° 47: Preparación del concreto</i>	<i>74</i>
<i>Figura N°48: Vaciado en vigas</i>	<i>75</i>
<i>Figura N° 49: Vigas fundidas con arranque de dovelas</i>	<i>75</i>
<i>Figura N° 50: Detalles de mallas electrosoldadas</i>	<i>76</i>
<i>Figura N° 51: Tendido de instalaciones</i>	<i>77</i>
<i>Figura N° 52: Losa de cimentación terminada</i>	<i>79</i>
<i>Figura N° 53: Entablerado para losa.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura N° 54: Nivel manguera para gatos</i>	<i>80</i>



<i>Figura N° 55: Flejado del acero para vigas</i>	<i>82</i>
<i>Figura N° 56: Colocación acero de refuerzo en vigas</i>	<i>82</i>
<i>Figura N° 57: Despiece de vigas.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura N° 58: Nervios en las losas.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura N° 59: Estribos para nervios de losa</i>	<i>84</i>
<i>Figura N° 60: Detalles de refuerzo en las losas de entrepiso.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura N° 61: Paneles de concreto en las mallas.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura N° 62: Casetones de icopor</i>	<i>86</i>
<i>Figura N° 63: Colocación de casetones</i>	<i>86</i>
<i>Figura N° 64: Tubería eléctrica embebida en la losa</i>	<i>87</i>
<i>Figura N° 65: Red hidráulica</i>	<i>88</i>
<i>Figura N° 66: Red hidráulica embebida.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura N° 67: Red hidráulica por cielo</i>	<i>89</i>
<i>Figura N° 68: Buitrón para tuberías</i>	<i>89</i>
<i>Figura N° 69: Materiales para fundición de losas.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura N° 70: Rampa madera para ascenso del concreto.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura N° 71: Vaciado del concreto en losa</i>	<i>92</i>
<i>Figura N° 72: Vibrado losa de entrepiso</i>	<i>93</i>
<i>Figura N° 73: Nivel de la losa con hilo guía</i>	<i>94</i>
<i>Figura N° 74: Acabado de losa con codal</i>	<i>94</i>
<i>Figura N° 75: Losa de entrepiso terminada.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura N° 76: Curado de losas.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura N° 77: Diseño arquitectónico escalera</i>	<i>96</i>
<i>Figura N° 78: Diseño estructural escalera.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura N° 79: Encofrado escalera</i>	<i>98</i>
<i>Figura N° 80: Refuerzo escalera.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura N° 81: Fundición gradas</i>	<i>100</i>
<i>Figura N° 82: Escalera desencofrada</i>	<i>100</i>



<i>Figura N° 83: Ladrillo estructural.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura N° 84: Almacenamiento del ladrillo</i>	<i>101</i>
<i>Figura N° 85: Mezcla manual mortero de pega.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura N° 86: Referencia grafiles cada dos hiladas</i>	<i>104</i>
<i>Figura N° 87: Conectores entre muros</i>	<i>104</i>
<i>Figura N° 88: Refuerzo vertical en varilla 3/8" y anclajes</i>	<i>105</i>
<i>Figura N° 89: Hilos guía sobre ejes</i>	<i>106</i>
<i>Figura N° 90: Cimbra localización de muros</i>	<i>106</i>
<i>Figura N° 91: Planos de mampostería</i>	<i>107</i>
<i>Figura N° 92: Detalle refuerzos mampostería</i>	<i>108</i>
<i>Figura N° 93: Escuadras y plomos en la construcción de muros</i>	<i>109</i>
<i>Figura N° 94: Especificaciones para colocación de mortero.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura N° 95: Detalle ventana de limpieza.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura N° 96: Limpieza de celdas</i>	<i>111</i>
<i>Figura N° 97: Fundición de dovelas con grouting.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura N° 98: Chequeo de grafiles.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura N° 99: Chequeo escuadra.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura N° 100: Chequeo de uniformidad y plomada</i>	<i>113</i>
<i>Figura N° 101: Formato chequeo mampostería</i>	<i>114</i>
<i>Figura N° 102: Elementos de protección personal</i>	<i>116</i>
<i>Figura N° 103: Zona de reciclaje.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura N° 104: Señalización en alturas.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura N° 105: Señalización de excavaciones</i>	<i>115</i>



LISTA DE ANEXOS

- Anexo A: Copia certificación práctica profesional por parte de la entidad receptora.



1. INTRODUCCIÓN

En Colombia y más particularmente en la ciudad de Popayán se viene dando en los últimos años un auge en la construcción de proyectos de apartamentos y viviendas, lo cual representa beneficios en términos de reducción del desempleo y crecimiento económico, ocasionando un gran impacto en el desarrollo de la ciudad. Como actualmente llegan personas de otros departamentos y de regiones vecinas, a la "ciudad blanca" en busca de mejores oportunidades de vida, así mismo tiene que ir avanzando Popayán con el desarrollo de nuevos proyectos habitacionales de calidad que satisfagan las necesidades de la demanda. En este sentido es importante que la ciudad siga creciendo de una forma ordenada, respetando el medio ambiente con el fin de ofrecer un alto nivel de vida a sus habitantes.

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

El presente documento presenta información sobre las labores desempeñadas como auxiliar de ingeniería en la construcción del proyecto Hojarasca durante el periodo de realización de la práctica (Julio 2018 – Octubre 2018), de la misma forma se exponen tablas y un registro fotográfico que se relaciona a la información suministrada referente a las actividades supervisadas y al desarrollo del proyecto en el cual se participó.



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Participar como auxiliar de residencia de obra en la construcción de 50 casas del proyecto Hojarasca-Bosque Residencial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar la supervisión de las diferentes actividades de la obra, especialmente en mampostería estructural, controlando los procesos de acuerdo con las especificaciones constructivas.
- Realizar el control de calidad de los materiales que se utilicen en los diferentes procesos de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto.
- Supervisar el cálculo y evaluación de las cantidades de obra del proyecto.
- Apoyar el acompañamiento a las labores de seguridad industrial garantizando el cumplimiento de los parámetros impuesto para el buen desarrollo de la obra.
- Verificar dimensiones y alineamientos de diferentes elementos estructurales.
- Apoyar al ingeniero residente con la toma de decisiones en la búsqueda de soluciones al momento de presentarse obstáculos en el cumplimiento de los objetivos para la construcción de las edificaciones.
- Revisar con frecuencia el avance de la obra, así como también realizar el análisis correspondiente de la información recogida.



3. INFORMACIÓN GENERAL

3.1 ENTIDAD RECEPTORA



Nombre: Garzón Holguín S.A

Dirección: Carrera 9 # 46N - 58 (Hojarasca)

Teléfonos: 3185006918 / PBX 8326753

Página web: <https://garzonholguin.com/>

Tipo de sociedad: Sociedad Anónima

Actividad principal: Construcción

Gerente de proyectos: Ing. Elsa Elena Garzón Holguín

Ingeniero Jefe inmediato: Andrés Gironza Garzón



GARZÓN HOLGUÍN S.A es una empresa constructora de proyectos de infraestructura de excelente calidad, con las mejores tecnologías, entre las cuales se encuentran la construcción de viviendas, edificaciones, conjuntos habitacionales y residenciales, apartamentos y centros comerciales, consolidándose como una de las mejores en el departamento del Cauca, con excelentes estándares de calidad.

Misión

Construir una cultura organizacional de excelencia que a 2023 consolide a Garzón Holguín como un referente en diseño y calidad en las soluciones de vivienda y comerciales que ofrecemos, proyectando un crecimiento social y económico sostenible en el tiempo.

Visión

Construimos soluciones de vivienda y comerciales para lograr el sueño de las familias que buscan valor en la comodidad, la seguridad y el respaldo. Logramos nuestro propósito con la colaboración de un equipo humano comprometido con la calidad de nuestros procesos, para así ser sostenibles en el tiempo.

Política de calidad

En Garzón Holguín nos dedicamos a el diseño, la construcción y la comercialización de soluciones de vivienda y comerciales declarando el compromiso con la calidad y el respaldo de nuestra marca a través de la búsqueda de la excelencia en cada uno de nuestros procesos con miras a obtener un crecimiento sostenible en lo técnico, en lo económico, y en lo social con la colaboración de nuestro equipo humano.



3.2 TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Ingeniero Hugo Eduardo Muñoz Muñoz.

3.3 TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA

Ingeniero Anderson Ordóñez Muñoz.

3.4 DURACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

La modalidad adoptada con la que se desarrolló el trabajo de grado tuvo una duración de 576 horas, iniciándose el 6 de Julio de 2018 y terminando el 27 de octubre de 2018, teniendo en cuenta que la asistencia se realizó de forma continua durante el período de Julio a Agosto (época de vacaciones) y desde Agosto al mes Octubre, de forma intermitente cuando se iniciaron las actividades académicas, se completaron un total de 16 semanas, como se muestra a continuación.



HORAS DE PASANTÍA REALIZADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE 50 CASAS HOJARASCA – BOSQUE RESIDENCIAL

JULIO 2018						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	2	3	4	5	6 8.00	7 6.00
8	9 8.00	10 8.00	11 8.00	12 8.00	13 8.00	14 6.00
15	16 8.00	17 8.00	18 8.00	19 8.00	20 0.00	21 0.00
22	23 8.00	24 8.00	25 8.00	26 8.00	27 8.00	28 6.00
29	30 8.00	31 8.00				
Agosto 2018						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
			1	2 8.00	3 8.00	4 6.00
5	6 8.00	7	8 8.00	9 8.00	10 8.00	11 6.00
12	13 8.00	14 8.00	15	16 8.00	17	18 6.00
19	20 6.00	21 8.00	22	23 8.00	24	25 6.00
26	27 8.00	28 8.00	29	30 8.00	31	



Septiembre 2018						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
						1 0.00
2	3 8.00	4 8.00	5 3.00	6 9.00	7 3.00	8 6.00
9	10 8.00	11 8.00	12 0.00	13 8.00	14 0.00	15 6.00
16	17 8.00	18 8.00	19 0.00	20 8.00	21 0.00	22 6.00
23	24 9.00	25 8.00	26 3.00	27 8.00	28 4.00	29 6.00
Octubre 2018						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	1 10.00	2 8.00	3 0.00	4 8.00	5 3.00	6 12.00
7	8 8.00	9 9.00	10 3.00	11 8.00	12 3.00	13 3.00
14	15 9.00	16 8.00	17 2.00	18 8.00	19 0.00	20 6.00
21	22 8.00	23 9.00	24 3.00	25 8.00	26 3.00	27 6.00

Tabla 1. Horas realizadas durante la práctica profesional



4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

4.1 GENERALIDADES

EL PROYECTO HOJARASCA-BOSQUE RESIDENCIAL, ubicado en el sector norte de la ciudad de Popayán, TRANSVERSAL 9 # 46N - 58 sector San Bernardino (Ampliación), un lugar de inmejorable ubicación. Consta de 140 casas clasificadas en 5 tipos; a su vez cuenta con 264 apartamentos distribuidos en 4 torres. Las casas constan de una alcoba principal con baño privado y espacio para closet, alcoba 2,3 y 4 con espacio para closet, 2 baños sociales, sala comedor, cocina, zona de oficios con patio de ropas.

En cuanto a obras urbanísticas para la etapa I se entregarán: vías de acceso con tramos pavimentados, portería, shut de basuras, cierre frontal, obras hidrosanitarias y eléctricas.

El área total del proyecto es de 42.000 m²; La etapa I está compuesta por 50 casas con un área de influencia en esta etapa de 7.930,20 m².

4.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El diseño arquitectónico fue realizado por la empresa INNOVO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN los cuales tuvieron en cuenta el Código Urbanístico del Municipio de Popayán, los avances e innovaciones en distribución de áreas, para brindar calidad, funcionalidad y estética que amerita el Conjunto HOJARASCA, acoplándose a el área dispuesta del lote construible.

Las áreas planeadas para construir en la primera etapa se especifican en la *figura 1*; en las *figuras 2 y 3* se presenta la etapa de manera ambientada, así como la fachada y corte longitudinal de una casa.

CUADRO GENERAL DE AREAS ETAPA 1A HOJARASCA CAMPESTRE			
AREA BRUTA DEL LOTE ETAPA 1A		22.109,04	M2
AREA DE AFECTACION PLAN VIAL TRANSVERSAL 9		34,42	M2
AREA PROTECCION SOBRE LA QUEBRADA		2.290,73	M2
AREA VIA PLAN PARCIAL ETAPA 1A		2.117,55	M2
AREA NETA URBANIZABLE		16.966,34	M2
AREA TOTAL VIAS		2.923,82	M2
AREA ZONAS VERDES		4.270,86	M2
AREA TOTAL ANDENES		1.321,63	M2
AREA DE PARQUEADEROS APARTAMENTOS	1.361,25		M2
AREA DE PARQUEADEROS VISITANTES	399,60		M2
AREA DE PARQUEADEROS DISCAPACITADOS	51,30		M2
	AREA TOTAL PARQUEOS	1.812,15	M2
AREA PRIMER PISO TORRES		693,53	M2
AREA LOTE CASAS		5.207,97	M2
AREA SALON SOCIAL		312,58	M2
AREA PISCINAS		425,14	M2
AREA PORTERIA Y UTB		41,42	M2
AREA JUEGOS INFANTILES		48,00	M2
AREA CANCHA MULTIPLE		405,00	M2
AREA CUARTO SISMOGRAFO		4,00	M2

AREA TOTAL CONSTRUIDA ETAPA 1A		
AREA CONSTRUIDA TORRE D	4.573,21	M2
AREA CONSTRUIDA CASAS	6.431,85	M2
AREA SALON SOCIAL	312,58	M2
AREA PISCINA	425,14	M2
AREA PORTERIA Y UTB	41,42	M2
AREA CUARTO SISMOGRAFO	4,00	M2
AREA TOTAL CONSTRUIDA	11.788,20	M2

Figura 1. Distribución de áreas Etapa 1A

FACHADA Y CORTE ARQUITECTÓNICO

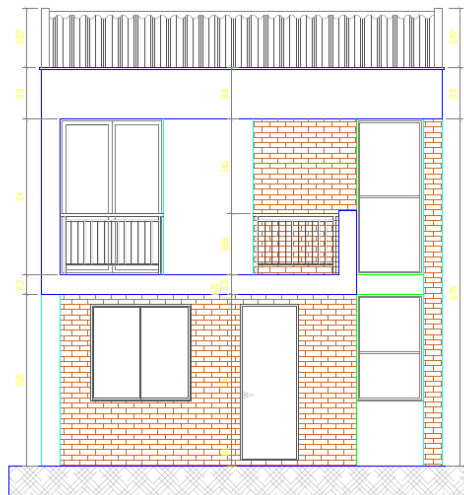


Figura 2. Fachada principal de la casa

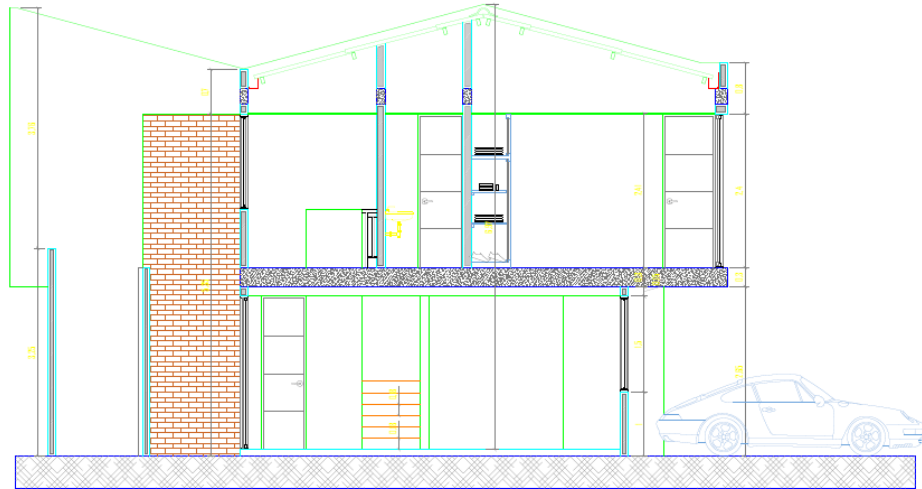


Figura 3. Corte Longitudinal de la Casa

DISTRIBUCIÓN:

Para primer piso: La casa cuenta con sala-comedor, cocina, baño social, una habitación y zona de oficios con patio de ropas (para tipos 1,2,4 y 5).

Para segundo piso: Alcoba principal con baño y espacio para closet, dos habitaciones con closet, estudio, baño social y balcón (para tipos 1,2,4 y 5).

A continuación, se presenta la distribución de los distintos tipos de casas desde la *figura 4* a la *figura 7*.



Figura 4. Distribución Casa Tipo 1 (Medianera)



Figura 5. Distribución Casa Tipo 2 (Esquinera)



Figura 6. Distribución Casa Tipo 4 (Medianera)



Figura 7. Distribución Casa Tipo 5 (Esquinera)



4.3 DESCRIPCIÓN ACABADOS

Las casas se entregan con la carpintería totalmente instalada, es decir, gabinetes de cocina altos, puertas en madera entamborada, mesón y barra auxiliar de cocina en granito pulido, estufa con gas natural en vidrio templado, etc.

RECUBRIMIENTOS: las paredes se construyeron en ladrillo farol el cual se repelló en las fachadas con mortero tradicional y en las demás partes se usó relleno acrílico, el cual va estucado y pintado con pintura vinílica tipo 2.

ENCHAPES: pisos y guarda escobas en cerámica rectificada, grifería cromada, baños con piedra francesa, jardín y zona de ropas con piso en tablón.

4.4 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

El conjunto residencial Hojarasca cumple con la norma NSR 10¹, que es la que rige en la actualidad. Consta de un sistema de pantallas de concreto de 21 Mpa, de espesor 10 cm reforzadas con una malla electro soldada. Las losas de entrepiso se construyeron en concreto de 21 Mpa, de espesor de 10 cm, reforzada con mallas electro soldadas, la cimentación en concreto reforzado sobre solados de limpieza, columnas centrales tipo pórtico, vigas de amarre fundidas monolíticamente con la losa de entrepiso maciza, muros en ladrillo estructural. El concreto utilizado en estos elementos es de 21 Mpa y los aceros son 420 Mpa para diámetros mayores a #3 cumpliendo la NSR 10.

La estructura de mampostería semireforzada cumple con las siguientes especificaciones y normas de diseño (tabla 2):

¹ Norma Técnica Colombiana NSR-10: Norma Sismo Resistente 2010



Norma	NSR-10
Zona amenaza sísmica	ALTA
Región para Aa y Av	4 y 5
Sistema estructural	Muros de Carga
Material	Mampostería semireforzada
Capacidad de disipación de energía	DMI
Grupo de uso	I
Concreto $f'c$	21 Mpa
Coefficiente de aceleración Aa	0.25
Coefficiente de aceleración Av	0.20
Coefficiente de Fa y Fv	1.3 – 2.0
C. de disipación de energía básico Ro	2.0
Irregularidades en planta	0.8 y 0.9
Irregularidades en altura	0.8 y 0.9
Reducción por ausencia de redundancia	1.0
C. de disipación de energía efectivo R	1.28 y 1.62

Tabla 2. Especificaciones estructurales²

La zona de amenaza sísmica es alta ya que los valores de Aa o Av son mayores a 0.20, esta clasificación está dada por la norma NSR-10 capítulo A.2 en la tabla A.2.3-2.

La región para Aa y Av están dados en la norma NSR-10 capítulo A.2 en la tabla A.2.2-1. Para el proyecto la región era la No. 4 y 5.

El sistema estructural es muros de carga y más específicamente muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical. NSR-10 tabla A.3-1.

DMI, significa que la capacidad de disipación de energía de la estructura es mínima, dado por el sistema estructural empleado.

El grupo de uso era I (norma NSR-10 capítulo A.2 literal A.2.5.1.4), ya que es una estructura para ocupación normal.

² Información extraída de los planos estructural y de las memorias de análisis y diseño



A_a , es el coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva para diseño el cual para este proyecto era de 0.25 dado por la norma NSR-10 capítulo A.2 en la tabla A.2.3-2.

A_v , es el coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva para diseño el cual para este proyecto era de 0.20 dado por la norma NSR-10 capítulo A.2 en la tabla A.2.3-2.

F_a , es el coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos, debido a los efectos de sitio (adimensional); para este proyecto era de 1.3, valor obtenido por interpolación y teniendo en cuenta que el tipo de suelo es D. Dado por la norma NSR-10 capítulo A.2 en la tabla A.2.4-3.

F_v , es el coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios, debido a los efectos de sitio (adimensional); para este proyecto era de 2.0 teniendo en cuenta que el tipo de suelo es D. Dado por la norma NSR-10 capítulo A.2 en la tabla A.2.4-4.

R_o , es el coeficiente de capacidad de disipación de energía básico, definido para cada sistema estructural y cada grado de capacidad de disipación de energía del material estructural. Para este proyecto era de 2.0 dado por la norma NSR-10 Tabla A.3-1.

ϕ_a , coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidad en altura de la edificación. Para este proyecto era de 0.8 para las casas tipo 2 y 5 ya que presentaban desplazamientos dentro del plano de acción, y de 0.9 para las casas tipo 1 y 4 ya que presentaban irregularidad geométrica. Dado por la norma NSR-10 tabla A.3-7.

ϕ_p , coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidad en planta de la edificación. Para este proyecto era de 0.8 para las casas tipo 2 y 5 ya que presentaban desplazamientos del plano de acción de elementos verticales, y de 0.9 para las casas tipo 1 y 4 ya que presentaban irregularidades torsionales. Dado por la norma NSR-10 tabla A.3-6.



ϕ_r , coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica. Para este proyecto era 1.0 para todos los tipos de casas ya que la capacidad de disipación de energía es DMI; dado por la norma NSR-10 capítulo A.3 literal A.3.3.8.1.

R, coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño, corresponde al coeficiente de disipación de energía básico, R_0 , multiplicado por los coeficientes de reducción de capacidad de disipación de energía por irregularidades en altura, en planta, y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica ($R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0$). Para este proyecto era de 1.28 para las casas tipo 2 y 5; 1.62 para las casas tipo 1 y 4.



5. METODOLOGÍA

En la búsqueda de cumplir con los objetivos propuestos, con la información entregada por parte de la constructora se cumple con las actividades a desarrollar para la ejecución de la obra en el conjunto Residencial Hojarasca, bajo la supervisión del ingeniero residente y la asesoría del director de pasantía acogiéndose a las obligaciones que conllevan el objeto contratado.

Se realizaron permanentemente los chequeos en obra de parámetros como la resistencia del concreto para elementos estructurales y no estructurales, recubrimiento mínimo del refuerzo y traslapes de aceros, todo esto siguiendo estrictamente el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 y las Normas Técnicas Colombianas NTC³ vigentes. También se hacen otros chequeos como alineamientos de ejes y paramentos, la dirección de los procesos constructivos en la mampostería y velar por la seguridad del personal de construcción para el buen desarrollo de la obra.

Este proyecto está compuesto por tres capítulos que abarcan el desarrollo de la práctica profesional; el primer capítulo trata sobre las actividades iniciales y la calidad del concreto empleado, el segundo capítulo sobre el muro de contención. El tercer capítulo sobre la cimentación y los elementos estructurales que la conforman como las vigas de cimentación, losa de cimentación. El cuarto capítulo hace referencia a las vigas y losas de entrepiso, y todas las actividades relacionadas. El quinto capítulo hace referencia a la construcción de escaleras y Por último, el sexto capítulo está dedicado a la mampostería estructural. En estos tres capítulos se hace un enfoque a los chequeos que se realizaron a cada una de las actividades y obras realizadas con base en la norma sismo resistente de 2010 (NSR-10).

³ Norma Técnica Colombiana



6. EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

Las actividades se realizaron de acuerdo con lo estipulado por la Universidad del Cauca en el programa de Ingeniería Civil para el Trabajo de grado mediante la modalidad de PASANTÍA y por medio de la Resolución No.136 del 23 de Julio de 2018.

6.1. CAPÍTULO 1: ACTIVIDADES INICIALES Y CALIDAD DEL CONCRETO

6.1.1 Título 1: Actividades iniciales como pasante.

Como pasante las actividades iniciales realizadas fueron las siguientes:

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

6.1.2 Título 2: Trabajo de campo.

La primera actividad que se desarrolló fue el reconocimiento de la obra, en la *figura 8* se encuentra el estado inicial de la obra.

Se encontró que la construcción ya tenía la localización de las terrazas donde posteriormente irán las casas, instalaciones sanitarias, excavación para la cimentación, fundición de vigas de cimentación, instalación de tubería eléctrica, de gas e hidráulica y elaboración de la losa de cimentación, levantamiento de muros primer piso. (La pasantía se inició cuando ya se habían ejecutado las actividades mencionadas para dos casas)



Figura 8. Estado inicial de la obra

6.1.3 Título 3: Supervisión de la calidad del concreto.

Las propiedades del concreto están sujetas a una gran cantidad de variables las cuales dependen de los materiales que lo constituyen y de los procedimientos de producción, transporte y colocación. Por esta razón, es muy importante la elaboración y cumplimiento de un plan de control de calidad para el concreto y los materiales que lo componen, con el fin de poder predecir el comportamiento



del concreto en estado endurecido y garantizar que se cumpla con las especificaciones previamente definidas al menor costo posible.

6.1.3.1 Concreto hecho en obra

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

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

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

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

El concreto que se elaboró en obra para cada uno de los elementos estructurales, cumpliendo una resistencia de diseño $f'c = 21 \text{ Mpa}^4$ (3045.79 PSI^5) y acero de refuerzo con $Fy = 420 \text{ Mpa}$.

6.1.3.2 Materiales

Para la elaboración del concreto se utilizaron los siguientes componentes y se produjo mediante mezcla mecánica: cemento, agregados, agua.

6.1.3.2.1 Cemento

El cemento utilizado para los diferentes elementos estructurales, en general, es aquel que cumple con las normas que rigen la calidad de este ya que

⁴ Megapascal

⁵ Libra de fuerza por pulgada cuadrada

independientemente de la marca de producción debe cumplir con las normas NTC 121 y NTC 321. En obra se utilizó cemento ARGOS tipo 1 en la mayoría de elementos estructurales, su presentación fue en sacos de 50 Kg. Es apto para la producción de concretos para cimentaciones, muros, contenciones, estructuras, rellenos y todo tipo de obra en general; además para la preparación de morteros para mampostería, pega de cerámicos, enchapes, acabados, recubrimientos y morteros de relleno.



Figura 9. Cemento Argos

6.1.3.2.1.1 Almacenamiento del cemento

El cemento utilizado en obra se almacenó como se enseña en la *figura 10*, en un sitio estratégico de fácil acceso, apartado de cualquier tipo de elemento que impida la libre circulación del aire o que pueda generar algún tipo de humedad, para que en ese orden de ideas se cuide que el cemento no fragüe antes de tiempo y de esta manera afecte su resistencia. Los sacos de cemento son protegidos con plásticos o elementos impermeables cuando se producen precipitaciones.



Figura 10. Almacenamiento del cemento

6.1.3.2.2 Agregados

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

6.1.3.2.2.1 Agregado fino

En obra se trabajó con arena lavada de río, teniendo en cuenta que debe estar libre de materiales contaminantes e impurezas orgánicas. Es importante saber reconocer éste tipo de material al momento que llega a la obra, cerciorándose que en toda su proporción conserve una buena calidad. Su procedencia para la mayoría de fundiciones fue arena de Padilla (Puerto Tejada) véase *figura 11*.



Figura 11. Arena de Padilla

6.1.3.2.2.1.1 Especificaciones y normas para el agregado fino

Estos agregados para el concreto hidráulico deben cumplir con la norma NTC 174 y con el artículo 630 del 2007 de INVIAS⁶. Normas que hacen referencia al análisis granulométrico, propiedades físicas y químicas que deben cumplir los agregados.

Un primer análisis de nuestro material determina que su módulo de finura es de 2.91, en la *Tabla 3* se puede clasificar como un agregado LIGERAMENTE GRUESO y es aceptable para la dosificación del concreto que se preparó en obra.

⁶ Instituto Nacional de Vías



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

Tabla 3. Clasificación del agregado fino⁷

La *Figura 12*, corresponde a la granulometría del material fino, su porcentaje retenido, porcentaje pasa en cada uno de los tamices y los intervalos correspondientes a las especificaciones del artículo 630 de 2007 del INVIAS.

Con estos resultados se concluye que el agregado corresponde a una arena SP, porque más del 50% de fracción gruesa pasa el tamiz N°4 y más del 50% retenido en el tamiz N°200 (0.075 mm) y su caracterización P corresponde a que es una arena pobremente graduada; este valor obtenido es aceptable ya que los resultados en la resistencia no se vieron comprometidos por esta clasificación y brindó un concreto con buena resistencia.

⁷ RIVERA L. Gerardo Antonio. Concreto Simple.

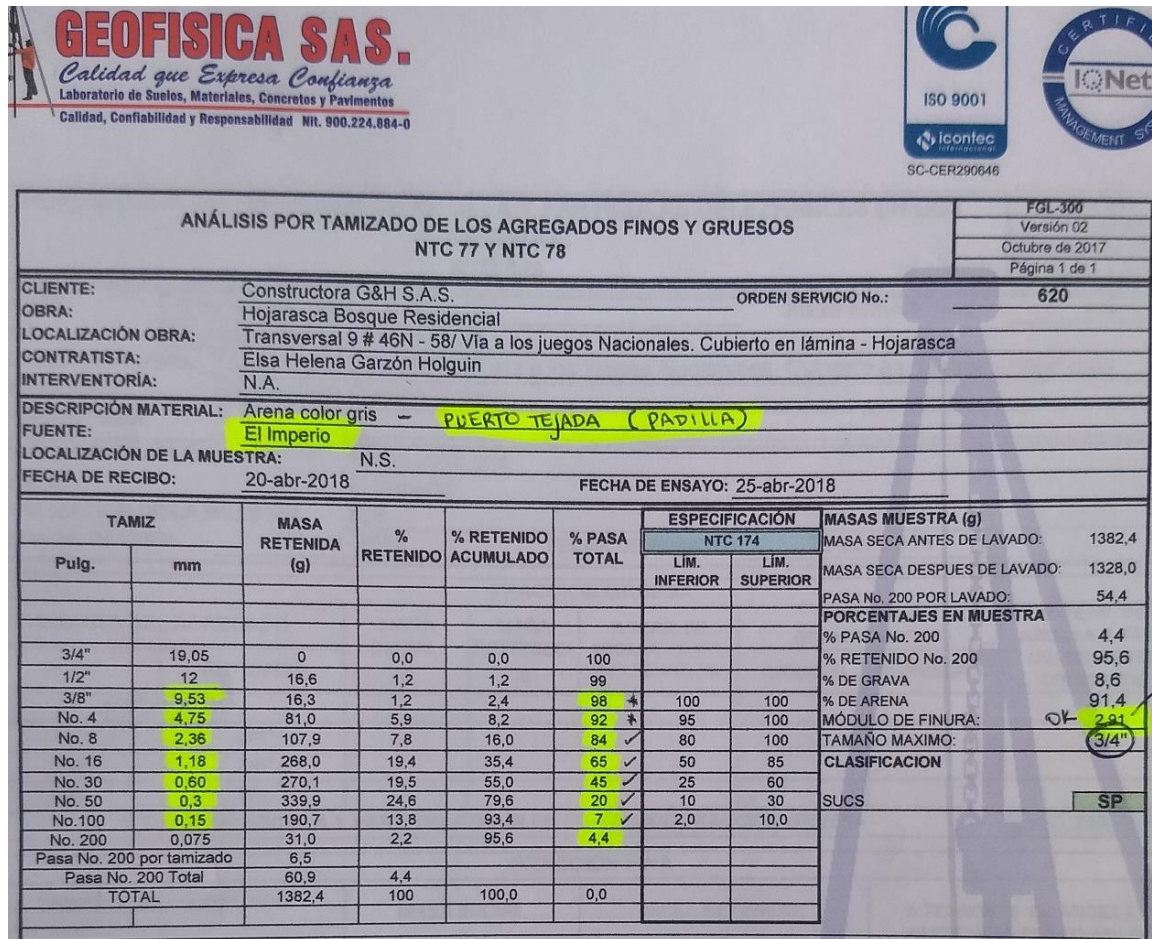


Figura 12. Análisis granulométrico de la arena⁸

La Figura 13, muestra tres curvas granulométricas, las rojas corresponden a las especificaciones contenidas en la norma y la negra al material usado en obra, de esto se concluyó que el agregado tiene un comportamiento cercano a las especificaciones considerándose un material aceptable, pues es una arena con una buena apariencia y buen aporte a la resistencia del concreto, además fue óptima para trabajar en obra ya que el concreto es hidráulico y colocado en cada elemento estructural manualmente.

⁸ Resultados de ensayo, laboratorio Geofísica SAS, 25 de abril 2018.

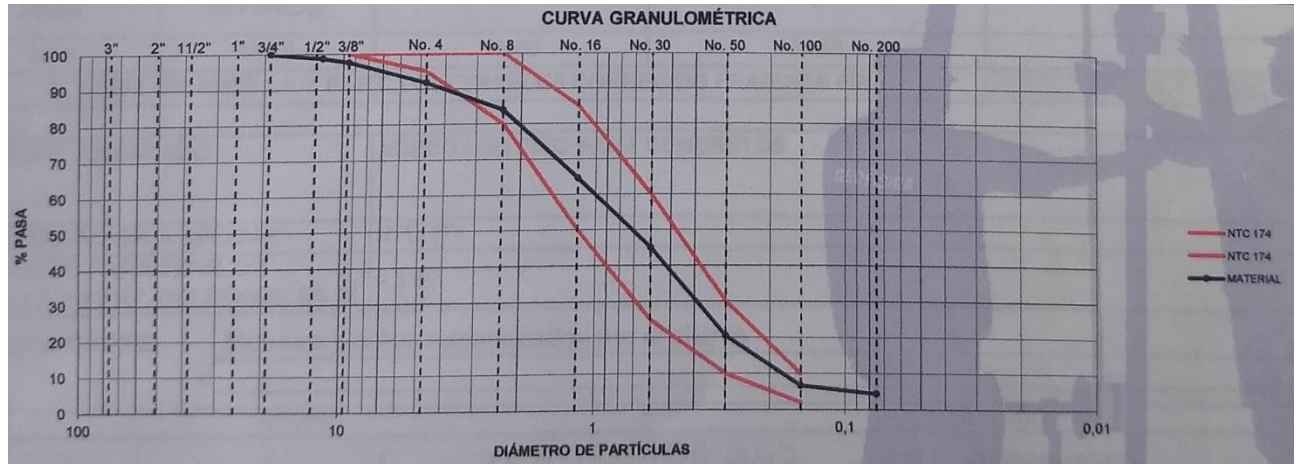


Figura 13. Curva granulométrica agregado fino⁹

6.1.3.2.2 Agregado grueso

Agregado grueso de 3/4" (19,050 mm): este agregado grueso consiste en una grava o una combinación de grava o agregado triturado, cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5mm y generalmente entre 9.5 mm y 38mm. El agregado que se utilizó es producto del triturando de roca de cantera; ya que los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario en la mezcla pues representan el 80-90% del peso total del concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo.

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

El triturado usado en obra es el de la *figura 14* suministrado por Galíndez (Patía, Cauca) y como tamaño máximo 1".

⁹ Curva granulométrica, laboratorio Geofísica SAS, 25 de abril 2018.



Figura 14. Agregado grueso

6.1.3.2.2.1 Especificaciones y normas para el agregado grueso

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

Como se puede observar en la *figura 15*, el Triturado de Galíndez se ajustó a la gradación establecida en la norma cumpliendo con la especificación, se logró concluir que la granulometría del triturado es aceptable pues tiene el 0% de tamiz pasa No 200 y se determinó que el triturado está libre de finos y se considera como un material limpio y libre de polvo.

Grava tipo GP ya que presenta sobre tamaños y grava limpia pues menos del 5% del material pasa el tamiz nº 200. (Se pidió una nueva muestra que no presentara sobre tamaños para ser estudiada).



GEOFISICA SAS.
Calidad que Expresa Confianza
 Laboratorio de Suelos, Materiales, Concretos y Pavimentos
 Calidad, Confiabilidad y Responsabilidad Nit. 900.224.884-0



ANÁLISIS POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS NTC 77 Y NTC 78						FGL-300		
						Versión 02		
						Octubre de 2017		
						Página 1 de 1		
CLIENTE:		Constructora G&H S.A.S.			ORDEN SERVICIO No.:		747	
OBRA:		Hojarasca Bosque Residencial						
LOCALIZACIÓN OBRA:		Transversal 9 # 46N - 58/ Vía a los Juegos Nacionales. Cubierto en lámina - Hojarasca						
CONTRATISTA:		Elsa Helena Garzón Holguín						
INTERVENTORÍA:		N.A.						
DESCRIPCIÓN MATERIAL:		Triturado para concreto						
FUENTE:		Galindez						
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA:		Stock en obra						
FECHA DE RECIBO:		11-may-2018		FECHA DE ENSAYO: 15-may-2018				
Pulg.	mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA TOTAL	ESPECIFICACIÓN		MASAS MUESTRA (g)
						LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR	
						Ag. No. 5 - NTC 174		MASA SECA ANTES DE LAVADO: 4279,3
								MASA SECA DESPUES DE LAVADO: 4277,7
								PASA 3/8" POR LAVADO: 1,6
								PORCENTAJES EN MUESTRA
11/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100	100	100	% PASA No. 200 NA
1"	25,40	222,0	5,2	5,2	95	90	100	% RETENIDO No. 200 NA
3/4"	19,05	2478,0	57,9	63,1	37	20	55	% DE GRAVA NA
1/2"	12,70	1574,0	36,8	99,9	0	0	10	% DE ARENA NA
3/8"	9,53	0,0	0,0	99,9	0	0	5	MÓDULO DE FINURA: NA
Pasa 3/8" por tamizado		3,7						TAMAÑO MÁXIMO: 11/2"
Pasa 3/8" Total		5,3	0,1					CLASIFICACION: No cumple T.M
TOTAL		4279,3	100	100	0,0			SUCS: GP

Figura 15. Análisis granulométrico de la grava¹⁰

En la figura 16 se puede apreciar el comportamiento de nuestro material, sujetándose a los valores de la norma y haciendo de este un buen material para concreto.

¹⁰ Resultados de ensayo, laboratorio Geofísica SAS, 15 de mayo 2018.

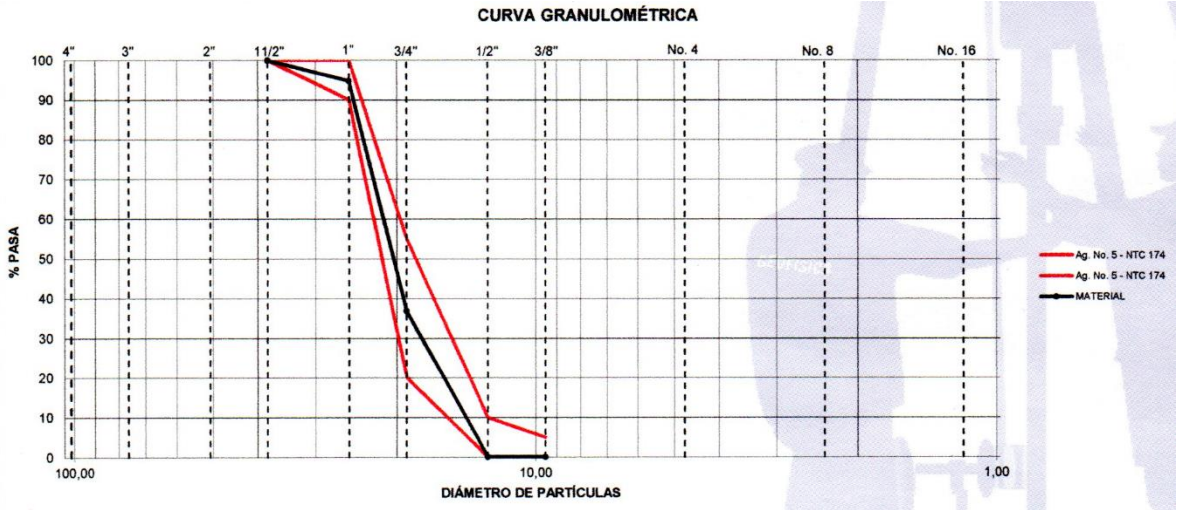


Figura 16. Curva granulométrica agregado grueso¹¹

6.1.3.2.2.2 Chequeo del tamaño máximo nominal¹²

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

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{a. } \frac{1}{5} * 40 \text{ cm} = 8 \text{ cm} \\ \text{b. } \frac{1}{3} * 7 \text{ cm} = 2.3 \text{ cm} \\ \text{c. } \frac{3}{4} * 8 \text{ cm} = 6 \text{ cm} \end{array} \right\} > 1.905 \text{ cm OK}$$

Figura 17. Chequeo del tamaño máximo nominal

¹¹ Curva granulométrica, laboratorio Geofísica SAS, 15 de mayo 2018.

¹² Norma sismo resistente del 2010 (NSR-10). Título C.3.3.2

Basados en los anteriores cálculos el Tamaño Máximo Nominal del agregado es menor que las tres condiciones anteriores ($\text{TMN} = 3/4'' = 1.9 \text{ cm} < 8 \text{ cm} < 2.3 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$), con estas condiciones se busca que el concreto logre una buena adherencia con el acero, donde no se presentes obstrucciones al momento del vaciado sin generar hormigueros, vacíos o segregación de la mezcla.

6.1.3.2.3 Agua en la mezcla

El agua se caracteriza por ser uno de los componentes más importantes en la dosificación del concreto, pues de acuerdo a la relación A/C (0.57)¹³ se analiza la manejabilidad de la mezcla y la resistencia que esta aporta al concreto. Una vez endurecido el concreto el agua aporta al proceso de curado, lo que desarrolla en el concreto una resistencia adicional. Se recomendó que el agua cumpliera con los requerimientos que se encuentran en la norma NSR-10 (C.3.4), y en ese orden de ideas en la obra se utilizó agua del acueducto de Popayán, *figura 18*.

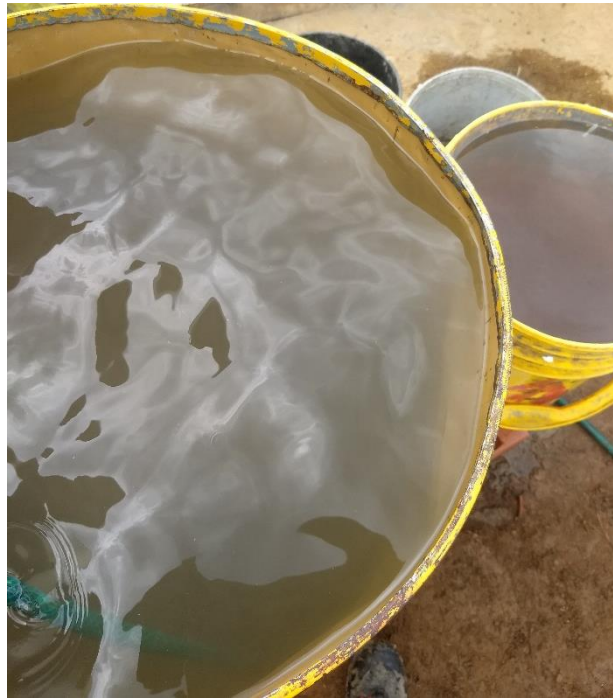


Figura 18. Agua para el concreto

¹³ Valor recomendado de A/C, Código colombiano de construcciones sismo-resistentes. Decreto 1400 de 1984. Capítulos C.4 y C.5. Bogotá (Colombia). 1984.



6.1.3.2.4 Aditivos

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

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

6.1.3.2.4.1 Plastocrete DM: El plastocrete DM se usó en la preparación del concreto en obra para cimentaciones y nos brinda diferentes funcionalidades; la primera de estas es como reductor de la permeabilidad, esto se da por su doble efecto de reducción de agua e inclusión de aire, la segunda es que incrementa la manejabilidad de la mezcla facilitando su colocación (el tipo de colocación del concreto es mediante buggies) y compactación; y como última funcionalidad es aumentar las resistencias mecánicas a todas las edades y reduce el riesgo de hormigueros ya que se logra darle un mejor acabado a los elementos estructurales; de esta manera se logró obtener una mezcla que cumple con los requerimientos dados por la normatividad y mayor economía.

En las *figuras 19 y 20* se enseña el aditivo, el cual viene líquido, color café oscuro, que tiene una acción plastificante sobre la mezcla, facilitando la colocación y el vibrado del concreto. Se puede aprovechar su efecto plastificante para reducir hasta en un 8% el agua de amasado de acuerdo con el asentamiento requerido. Disminuye la permeabilidad y proporciona durabilidad.



Figura19. Coloración aditivo plastocrete DM



Figura 20. Aditivo plastocrete DM

6.1.3.2.4.2 Plastocrete 169 HE: El uso que se le otorgó al Plastocrete 169 HE en la obra, particularmente fue en las losas de entepiso y pantallas en concreto reforzado, lo que facilitó la colocación de la mezcla y el desencofrado rápido ya que incrementó la resistencia inicial.

Es un aditivo líquido, que permite reducir el agua de amasado y acelera las resistencias iniciales y finales del concreto, modificando levemente el tiempo de fraguado su presentación era tambor como se muestra en la *figura 21*.



Figura 21. Aditivo plastocrete 169 HE

6.1.3.2.4.3 Sikaplast 328: Su utilización fue dada en la fundición de cimentación, losas de entepiso y vigas de amarre como reductor de agua ya que lo puede lograr hasta en un 30% obteniendo una mezcla manejable, ligeramente más viscosa y menos segregable, mejora también el acabado del concreto y provoca un incremento en las resistencias mecánicas del concreto a todas las edades.

Es un aditivo líquido, compuesto por resinas sintéticas y polímeros de última generación. Este compuesto se caracteriza por ser un excelente reductor de agua, pero al mismo tiempo cuenta con un sostenimiento de la plasticidad en el tiempo, superior a los superplastificantes tradicionales. No contiene cloruros. Véase *figura 22* su presentación en tambor.



Figura 22. Aditivo sikaplast 328

6.1.3.2.4.4 Sikadur 32: Eficaz en la fundición de las losas de entrepiso, aportando la correcta adherencia entre el concreto ya fundido y el siguiente tramo de losa que se procedió a fundir.

Es un adhesivo epóxico de dos componentes, libre de solventes. Garantiza una pega perfecta entre concreto fresco y endurecido. *Figura 23*, la presentación del aditivo.



Figura 23. Aditivo sikadur 32



6.1.3.2.5 Dosificación de los materiales.

En la búsqueda de cumplir con las especificaciones, se trabaja un concreto con resistencia $f'c = 21$ Mpa (3000 psi), en este orden de ideas es de gran importancia la supervisión de las cantidades de material que requiere la mezcla de concreto; de esta manera se calcularon las siguientes proporciones:

Para la medida estándar en la cual se usan cajones, *figura 24*, de $0.34 \times 0.34 \times 0.34$ (m) se trabaja con una proporción en volumen C: AF: AG (*cemento: agregado fino: agregado grueso*) de 1: 2: 3 para un rango probable de resistencia a la compresión (28 días) entre $210-226 \text{ kg/cm}^2$ o 3000-3224 PSI, con el cual se trabajó; se determina las cantidades de la proporción de los materiales en cajones.

- Para las vigas y losa de cimentación la proporción es, 1:2:3 para una aproximación de 28 litros de agua con el uso de aditivo PLASTOCRETE DM con una cantidad de 230 cm^3
- Para losa de entrepiso la proporción es, 1:2:3 para una aproximación de 23 litros de agua con el uso de aditivo plastocrete 169 HE con una cantidad de 300 cm^3 y sikaplast 328 con una cantidad de 130 cm^3
- Para vigas de amarre la proporción es, 1:3:2 para una aproximación de 24 litros de agua con el uso de aditivo Sikaplast 328 con una cantidad de 200 cm^3

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



Figura 24. Cajones para agregados

6.1.3.2.6 Chequeo de la manejabilidad.

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

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

6.1.3.2.6.1 Ensayo de Asentamiento

Dentro de las propiedades más importantes en el concreto se encuentra la manejabilidad, pues esta determina la capacidad de colocación y consolidación apropiada en el momento de fundir diferentes tipos de elementos, de esta manera la manejabilidad puede ser medida de diferentes formas, en obra la manera más

práctica y basados en la norma técnica Colombia NTC 396 y la INV E-404 estipula el ensayo de asentamiento del cono como uno de los métodos más utilizados para determinar esta característica en el concreto.

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

6.1.3.2.6.2 Procedimiento del ensayo en obra

Se tomó una muestra representativa de las características y propiedades de la mezcla de concreto que se está produciendo. Esta mezcla es vaciada al molde, el cual se encuentra en una superficie plana; en tres capas y cada una de ellas es compactada con 25 golpes utilizando la varilla lisa. Después de llenado se enrasa la parte superior y se levanta el molde de manera vertical y se procede a medir el asentamiento. Las *figuras 25 a la 28* muestran el procedimiento seguido.



Figura 25. Vaciado del concreto



Figura 26. Compactación Cono abrams



Figura 27. Enrase del molde



Figura 28. Lectura del asentamiento

6.1.3.2.7 Resistencia a la compresión del concreto

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

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

La resistencia de diseño para el proyecto HOJARASCA es de **21 Mpa**

6.1.3.2.7.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión del concreto

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

6.1.3.2.7.1.1 Procedimiento del ensayo en obra

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

Figura 29, equipo necesario:

Moldes: Para este caso los moldes que se utilizaron son de acero y estaban cubiertos ligeramente con aceite mineral o un agente separador de encofrado no reactivo.

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

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



Figura 29. Equipo para toma de muestras del concreto

Para la toma del concreto, *figura 30*, se hace en un tiempo intermedio de vaciado del concreto con el fin de que la muestra sea un poco más representativa ya que la calidad de la mezcla debe ser constante, los moldes se colocan en una superficie horizontal y nivelada donde no se produzca algún tipo de vibración,

luego se vacía el concreto en el interior del molde de tal manera que al depositarlo se haga con una buena distribución y evitar la segregación, el molde se llena en 3 capas de igual volumen compactadas con 25 penetraciones empleando la varilla, de manera distribuida y en espiral. Llenado el molde se procede a dar de 10 a 15 golpes con el mazo de goma para que las burbujas de aire incorporado se liberen del espécimen, se procede a enrasar y dar un acabado con llana metálica para que tenga una buena superficie al momento de ensayarlos.



Figura 30. Toma de cilindros de concreto

Cada uno de los 8 cilindros se referencia, se llevan al lugar de almacenamiento el cual es libre de humedad, *figura 31*, las muestras se protegen con el fin de conservar sus propiedades para luego ser ensayados en el laboratorio de la empresa GEOFISICA determinar su resistencia de acuerdo a lo especificado en el diseño.



Figura 31. Curado de cilindros de concreto

6.1.3.2.7.2 Resistencias a la Compresión del concreto de la obra “Hojarasca”

Para determinar si el concreto cumple con la resistencia de diseño de 21 Mpa, se analizaron los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de los seis cilindros que fueron tomados en obra acatando lo estipulado en la NSR-10. Esta información está resumida en las *tablas 4,5,6 y 7*.



Tabla 4. Resultado resistencias para vigas de cimentación

FECHA DE TOMA	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	HORA INICIO	HORA FIN	ASENTAMIENTO	AGUA	PROPORCIÓN	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
22-jun-18	CASA 90	V.C CASA 90	3:30 p. m.	7:00 p. m.	3.5 cm	33 LT	1:2:3	25.50
23-jun-18	CASA 89	V.C CASA 89	9:00 a. m.	12:00 p. m.	5.4 cm	33 LT	1:2:3	26.20
23-jun-18	CASA 33 Y 32	V.C CASA 33-32	10:00 a. m.	4:00 p. m.	3.4 cm	33 LT	1:2:3	26.00
29-jun-18	CASA 87 Y 88	V.C 87-88	1:00 p. m.	7:00 p. m.	2.5 cm	26 LT	1:2:3	27.75
30-jun-18	CASA 31 Y 30	V.C 31-30	8:40 a. m.	4:00 p. m.	4.5 cm	25 LT	1:2:3	28.25
5-jul-18	CASA 29 Y 28	V.C 29-28	1:00 p. m.	6:00 p. m.	3.6 cm	24 1/2 LT	1:2:3	24.70
7-jul-18	CASA 86 Y 85	V.C 86-85	11:00 a. m.	5:00 p. m.	4 cm	24 LT	1:2:3	27.05
11-jul-18	CASA 26 Y 27	V.C 26-27	7:30 a. m.	12:30 p. m.	4.7 cm	25 LT	1:2:3	28.35
13-jul-18	CASA 84 Y 83	V.C 84-83	7:30 a. m.	12:30 p. m.	5 cm	26 LT	1:2:3	29.25
14-jul-18	CASA 24 Y 25	V.C 24-25	10:00 a. m.	3:00 p. m.	3.5 cm	24 LT	1:2:3	33.35
14-jul-18	CASA 81 Y 82	V.C 81-82	3:15 p. m.	7:00 p. m.	8.7 cm	26 LT	1:2:3	28.90
25-jul-18	CASA 62	V.C 62	2:40 p. m.	5:40 p. m.	5.2 cm	26 LT	1:2:3	21.65
26-jul-18	CASA 63	V.C 63	7:20 a. m.	9:00 a. m.	7.7 cm	26 LT	1:2:3	21.25
1-ago-18	CASA 43 Y 44	V.C 43-44	10:15 a. m.	3:30 a. m.	3.4 cm	21.5 LT	1:2:3	23.00
2-ago-18	CASA 64 Y 65	V.C 64-65	8:00 a. m.	12:00 p. m.	5.2 cm	22 LT	1:2:3	22.30
7-ago-18	CASA 66 Y 67	V.C 66-67	7:30 a. m.	12:00 p. m.	5.1 cm	24.5 LT	1:2:3	24.70
7-ago-18	CASA 45 Y 46	V.C 45-46	7:30 a. m.	12:00 p. m.	5.5 cm	24 LT	1:2:3	21.85
10-ago-18	CASA 47 Y 48	V.C 47-48	9:30 a. m.	1:30 p. m.	4.5 cm	25 LT	1:2:3	21.75
10-ago-18	CASA 68 Y 69	V.C 68-69	2:30 a. m.	4:30 p. m.	5.1 cm	23 LT	1:2:3	23.05
15-ago-18	CASA 70 Y 71	V.C 70-71	2:50 p. m.	6:30 p. m.	5.6 cm	23 LT	1:2:3	23.70
15-ago-18	CASA 49 Y 50	V.C 49-50	9:30 a. m.	2:00 p. m.	6.3 cm	24.5 LT	1:2:3	25.55
20-ago-18	CASA 52 Y 51	V.C 52-51	7:30 a. m.	12:00 p. m.	5.7 cm	24 LT	1:2:3	23.55
6-sep-18	CASA 91	V.C 91	2:30 p. m.	5:30 p. m.	6.4 cm	23 LT	1:2:3	28.55
8-sep-18	CASA 96	V.C 96	8:30 a. m.	12:00 p. m.	7 cm	26 LT	1:2:3	29.25
13-sep-18	CASA 92	V.C 92	9:00 a. m.	1:00 p. m.	4.4 cm	22 LT	1:2:3	32.70
13-sep-18	CASA 97	V.C 97	9:00 a. m.	1:00 p. m.	3.4 cm	24.5 LT	1:2:3	25.80
14-sep-18	CASA 98	V.C 98	1:00 p. m.	4:00 p. m.	6 cm	20 LT	1:2:3	28.40
19-sep-18	CASA 99	V.C 99	3:15 p. m.	5:00 p. m.	3.8 cm	24 LT	1:2:3	28.95
20-sep-18	CASA 93	V.C 93	9:00 a. m.	1:00 p. m.	6.75 cm	20 LT	1:2:3	29.35
27-sep-18	CASA 94 y 95	V.C 94-95	9:00 a. m.	12:00 p. m.	8.9 cm	22 LT	1:2:3	26.05



Tabla 5. Resultado resistencias para losas de cimentación

FECHA DE TOMA	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	HORA INICIO	HORA FIN	ASENTAMIENTO	AGUA	PROPORCIÓN	RESISTENCIA 28 DIAS (Mpa)
26-jun-18	CASA 90 Y 89	L.C CASA 90-89	1:00 p. m.	5:40 p. m.	7 cm	33 LT	1:2:3	21.45
27-jun-18	CASA 33 Y 32	L.C 33-32	8:00 a. m.	2:00 p. m.	7.5 cm	30 LT	1:2:3	25.95
2-jul-18	CASA 87 Y 88	L.C 87-88	1:00 p. m.	4:30 p. m.	7 cm	22 LT	1:2:3	29.50
3-jul-18	CASA 31 Y 30	L.C 31-30	11:00 a. m.	4:30 p. m.	7 cm	26 LT	1:2:3	27.45
7-jul-18	CASA 29 Y 28	L.C 29-28	7:10 a. m.	12:00 p. m.	5.2 cm	29 LT	1:2.5:3	19.30
9-jul-18	CASA 86 Y 85	L.C 86-85	7:40 a. m.	1:00 p. m.	8 cm	30 LT	1:2:3	20.90
12-jul-18	CASA 26 Y 27	L.C 26-27	1:00 p. m.	5:00 p. m.	6 cm	31 LT	1:2.5:3	17.5
14-jul-18	CASA 84 Y 83	L.C 84-83	11:45 a. m.	2:45 p. m.	9 cm	27 LT	1:2:3	31.75
17-jul-18	CASA 24 Y 25	L.C 24-25	7:10 a. m.	12:40 p. m.	7.3 cm	28 LT	1:2:3	18.15
17-jul-18	CASA 81 Y 82	L.C 81-82	8:30 a. m.	2:00 p. m.	7.4 cm	27 LT	1:2:3	24.55
3-ago-18	CASA 43 Y 44	L.C 43-44	8:15 a. m.	12:15 p. m.	3.9 cm	21 LT	1:2:3	25.70
4-ago-18	CASA 64 Y 65	L.C 64-65	9:00 a. m.	12:30 p. m.	4.3 cm	21 LT	1:2:3	22.85
8-ago-18	CASA 45 Y 46	L.C 45-46	3:00 p. m.	5:46 p. m.	5.4 cm	24.5 LT	1:2:3	22.45
11-ago-18	CASA 47 Y 48	L.C 47-48	10:00 a. m.	3:00 p. m.	4.5 cm	26 LT	1:2:3	21.75
13-ago-18	CASA 68 Y 69	L.C 68-69	2:30 a. m.	4:30 p. m.	6.8 cm	26 LT	1:2:3	20.90
16-ago-18	CASA 49 Y 50	L.C 49-50	1:00 p. m.	4:50 p. m.	6.8 cm	24.5 LT	1:2:3	22.75
21-ago-18	CASA 70 Y 71	L.C 70-71	8:15 a. m.	2:00 p. m.	5 cm	24 LT	1:2:3	33.70
21-ago-18	CASA 52 Y 51	L.C 52-51	2:00 p. m.	5:00 p. m.	6.8 cm	25 LT	1:2:3	30.05
8-sep-18	CASA 91	L.C 91	9:30 a. m.	11:30 a. m.	6.9 cm	22 LT	1:2:3	32.15
11-sep-18	CASA 96	L.C 96	9:00 a. m.	11:30 a. m.	5.7 cm	24 LT	1:2:3	26.65
15-sep-18	CASA 92	L.C 92	10:00 a. m.	12:30 p. m.	3.1 cm	19 LT	1:2:3	31.15
18-sep-18	CASA 97-98	L.C 97-98	9:30 a. m.	3:30 p. m.	4 cm	24 LT	1:2:3	29.50
21-sep-18	CASA 93	L.C 93	10:00 a. m.	12:30 p. m.	6 cm	23 LT	1:2:3	26.10
24-sep-18	CASA 100	L.C 100	3:30 p. m.	6:00 p. m.	7.6 cm	25 LT	1:2:3	29.25
29-sep-18	CASA 94 y 95	L.C 94-95	9:00 a. m.	12:00 p. m.	7.16 cm	24 LT	1:2:3	24.95



Tabla 6. Resultado resistencias para losas de entrepiso

FECHA DE TOMA	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	HORA INICIO	HORA FIN	ASENTAMIENTO	AGUA	PROPORCIÓN	RESISTENCIA 3 DIAS (Mpa)	RESISTENCIA 28 DIAS (Mpa)
7-ago-18	CASA 32 Y 33	L.E 32-33	10:00 a. m.	3:00 p. m.	6.5 cm	24 LT	1:2:3	14.25	22.40
11-ago-18	CASA 30 Y 31	L.E 30-31	8:00 a. m.	1:30 p. m.	7 cm	25 LT	1:2:3	18.2	27.45
20-ago-18	CASA 89 Y 90	L.E 89-90	2:00 p. m.	5:00 p. m.	5.9 cm	23.5 LT	1:2:3	16.7	27.95
22-ago-18	CASA 29 Y 28	L.E 29-28	10:00 a. m.	7:00 p. m.	8 cm	23 LT	1:2:3	15.2	26.90
27-ago-18	CASA 88 Y 87	L.E 88-87	8:30 a. m.	5:00 p. m.	3.7 cm	24.5 LT	1:2:3	8.5	25.80
29-ago-18	CASA 26 Y 27	L.E 26-27	9:00 a. m.	6:00 p. m.	6.5 cm	21.5 LT	1:2:3	14.35	28.50
30-ago-18	CASA 86 Y 85	L.E 86-85	8:00 a. m.	5:00 p. m.	3.8 cm	24 LT	1:2:3	21.3	35.85
3-sep-18	CASA 84 Y 83	L.E 84-83	8:00 a. m.	4:00 p. m.	4 cm	24 LT	1:2:3	11.95	25.95
6-sep-18	CASA 24 Y 25	L.E 24-25	8:00 a. m.	4:00 p. m.	7 cm	24 LT	1:2:3	18.5	29.65
6-sep-18	CASA 43 Y 44	L.E 43-44	8:00 a. m.	5:00 p. m.	5 cm	25 LT	1:2:3	17.1	21.7
7-sep-18	CASA 62 Y 63	L.E 62-63	8:30 a. m.	12:00 p. m.	4 cm	24 LT	1:2:3	14.25	32.40
10-sep-18	CASA 81 Y 82	L.E 81-82	8:30 a. m.	12:00 p. m.	5.5 cm	24.5 LT	1:2:3	11.65	29.05
18-sep-18	CASA 64 Y 65	L.E 64-65	10:00 a. m.	5:20 p. m.	12.7 cm	21 LT	1:2:3	16.9	37.35
18-sep-18	CASA 45 Y 46	L.E 45-46	9:20 a. m.	4:40 p. m.	12.7 cm	24 LT	1:2:3	17.15	34.65
18-sep-18	CASA 49 Y 50	L.E 49-50	9:20 a. m.	5:10 p. m.	15.2 cm	21.5 LT	1:2:3	19.1	34.00
19-sep-18	CASA 66 Y 67	L.E 66-67	10:00 a. m.	5:30 p. m.	7.7 cm	21 LT	1:2:3	21.4	29.95
24-sep-18	CASA 68 Y 69	L.E 68-69	10:00 a. m.	5:30 p. m.	5 cm	23 LT	1:2:3	16.2	27.80
25-sep-18	CASA 52 Y 51	L.E 52-51	10:00 a. m.	5:30 p. m.	4.5 cm	24 LT	1:2:3	9.45	24.50
26-sep-18	CASA 47 Y 48	L.E 47-48	10:00 a. m.	5:30 p. m.	4.5 cm	24 LT	1:2:3	18.8	30.35
28-sep-18	CASA 70 Y 71	L.E 70-71	8:00 a. m.	2:30 p. m.	7.2 cm	23.5 LT	1:2:3	13.05	22.85



Tabla 7. Resultado resistencias para pantallas

FECHA DE TOMA	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	HORA INICIO	HORA FIN	ASENTAMIENTO	AGUA	PROPORCIÓN	RESISTENCIA 28 DIAS (Mpa)
26-jul-18	PANTALLA M3	P.C. M3	3:30 p. m.	6:00 p. m.	5.6 cm	28 LT	1:2:3	22.50
1-sep-18	CASA 91-92	P.C 91-92	9:00 a. m.	1:00 p. m.	2.85 cm	21 LT	1:2:3	30.70
1-sep-18	CASA 96-97-98	P.C 96-97-98	9:00 a. m.	1:00 p. m.	3.9 cm	26 LT	1:2:3	30.90
5-sep-18	CASA 99-100	P.C 99-100	2:00 p. m.	5:00 p. m.	7.4 cm	21 LT	1:2:3	26.05



De los resultados mostrados anteriormente en las tablas, podemos determinar que el concreto ha desarrollado resistencias superiores a las de diseño y en algunos casos muy cercanas al valor estipulado, esto puede deberse a irregularidades en el momento de realizar la toma de muestras o errores humanos en el laboratorio por la anotación de resultados; Como también hay resultados en los cuales sobrepasa en un 150% la resistencia requerida lo cual demuestra que el concreto puede desarrollar un poco más de resistencia a mayor edad de ensayo.

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

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

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

- a. Los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días son de
Vigas de cimentación: 25.9, 26.9, 28.2, 28, 22.2, 22.8, 24.1, 27.1, 29, y 28.1 MPa
Losa de cimentación: 25.6, 22.6, 22.5, 24.4, 21.7, 28.8, 30, 28.3 MPa
Losa de entrepiso: 25.9, 27.1, 30.5, 27.7, 35.3, 27.4 MPa
Pantallas: 28 MPa

Para los casos expuestos, de esta manera se puede concluir que cumple con los requisitos.

- b. Para el segundo requisito, se evaluó el valor más bajo de resistencia de la siguiente manera:
 $21 \text{ MPa} - 3.5 \text{ MPa} = 17.5 \text{ MPa}$.



De los valores obtenidos, el menor valor de resistencia fue de 17.5 Mpa, por lo cual es igual al mínimo valor estipulado por la NSR-10 en el numeral b y así cumplir con este requisito.

Los asentamientos, según la consistencia que era media (plástica), se esperaban entre 5cm y 10 cm para vigas, losas (cimentación y entrepiso) y pantallas; con concretos colocados manualmente y secciones simplemente reforzadas con vibración. Según los resultados obtenidos, el 63% cumple lo especificado, el 4% está por encima y el 33% por debajo del rango.

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

6.2 CAPÍTULO 2: CONSTRUCCIÓN MURO DE CONTENCIÓN

El tipo de muro que se empleó fue en voladizo, este resiste el empuje de tierra por medio de una pantalla vertical empotrada en una losa horizontal (zapata), ambos adecuadamente reforzados para resistir los momentos y fuerzas cortantes a que están sujetos. El construido es en forma de L.

6.2.1 Título 1: Colocación de refuerzos

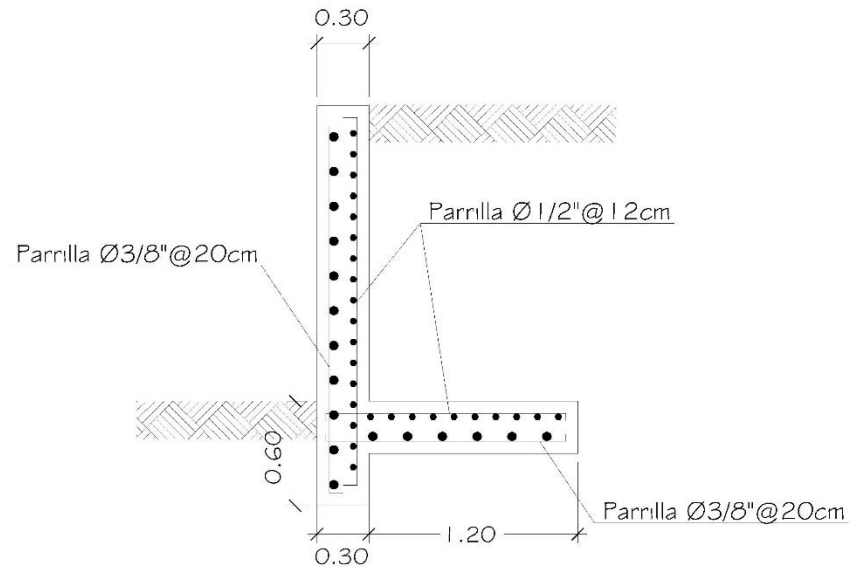
6.2.1.1 Muro de contención manzana 5

El suministro del refuerzo se realiza dependiendo de las especificaciones y despieces estipulados en los planos estructurales, una de las actividades desarrolladas fue el chequeo del acero según lo especificado en el plano para el muro de contención de las casas de la manzana 5.



Figura 32. Aceros del muro

Los chequeos realizados en este proceso son: que se cumpla el diámetro de las barras que en el ejemplo de la *figura 32* son: pantalla con una parrilla de diámetro $3/8$ " cada 20 cm (borde del talud) y parrilla de diámetro $1/2$ " cada 12 cm (hacia el interior); en la parte del talón parrilla de diámetro $3/8$ " cada 20 cm y parrilla de diámetro $1/2$ " cada 12 cm (hacia el interior). Además de esto que cumpla con las dimensiones especificadas en la *figura 33*.



$H=2.3$ m

RECUBRIMIENTOS DE 7 cm

MURO DE CONTENCIÓN EN FORMA DE "L"

MANZANA 5 CASAS DE LA 91 A LA 100

Figura 33. Diseño muro de contención

6.2.2 Título 2: Encofrado

En el proceso de encofrado, *figura 34*, se realizó el chequeo de los plomos en la pantalla, para que el muro conserve su verticalidad, antes de colocar la formaleta se chequean los ejes y alineamientos.



Figura 34. Colocación de formaletas

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

En la obra se trabajó con formaletas de madera (tableros). *Figura 35*, a cada una de las piezas se les aplicó grasa para impedir que la formaleta se adhiera al concreto y permita un fácil desmonte.



Figura 35. Engrase de formaletas

6.2.3 Título 3: Fundición

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

En la fundición del muro se debe hacer un seguimiento exhaustivo en la cantidad de agua que requiere la mezcla, pues esta es la afecta de manera directa la manejabilidad y resistencia del concreto. Es importante que al momento de fundir estos elementos estructurales se adicione el aditivo en las proporciones establecidas ya nombradas.

En la obra se utilizó una mezcladora de trompo, *figura 36*; su accionamiento es totalmente manual. Una vez los materiales, están en la olla, se supervisó que el tiempo de mezcla estuviera entre un minuto y un minuto y medio, esto con el fin de

garantizar una mezcla homogénea, un adecuado recubrimiento de los agregados por la pasta de cemento y con ello un concreto de resistencia satisfactoria.



Figura 36. Mezcladora de concreto

6.2.3.1 Transporte, colocación y vibrado del concreto

El concreto se transportó en buggies con ayuda del personal de obra de manera práctica y segura; sin ocasionar distancias que provocaran segregación.

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

El vibrado se realiza internamente con vibrador eléctrico, *figura 37*. Fue necesario con un martillo de caucho dar algunos golpes alrededor de la formaleta con el fin de evitar que se presenten hormigueros en el concreto en sitios donde el vibrador

no tiene alcance y se supervisa el tiempo de vibrado el cual no debe ser prolongado, en las zonas cercanas a los refuerzos el vibrador debe entrar en una posición totalmente vertical y asegurar una buena adherencia entre los dos materiales.



Figura 37. Vibrado del concreto en pantallas

6.2.4 Título 4: Desencofrado y curado

En el proceso de desencofrar los elementos ya fundidos, *figura 38*, se debe chequear nuevamente que el elemento quede bien plomado. Facilita el retiro de las formaletas metálicas el engrase que se realizó antes de la fundición.

El curado en pantallas se realizó adicionando agua después de la fundición.



Figura 38. Desencofrado en pantalla

6.3 CAPÍTULO 3: CIMENTACIÓN

6.3.1 Título 1: Localización

Una vez se hayan hecho las instalaciones sanitarias (*figuras 39 y 40*), se procede a la interpretación de los planos y figurado del acero, fleje de estribos y armado de castillos.



Figura 39. Instalaciones sanitarias



Figura 40. Cajas de inspección

En el terreno se localizan las vigas de cimentación trazando los ejes por medio de hilos y posteriormente se trazan de igual manera las vigas con su respectiva dimensión. Una vez se tenga la ubicación de estas, se realiza la excavación, *figura 41*, de acuerdo a las dimensiones especificadas en el plano estructural y se funde la capa de solado de limpieza *figura 42*, de 10 cm de espesor.



Figura 41. Excavación de vigas de cimentación



Figura 42. Solado de limpieza

6.3.2 Título 2: Colocación del acero de refuerzo

Normalmente el refuerzo de vigas se arma antes de colocarlo en sus sitios respectivos, la configuración de los castillos se hace de acuerdo con las especificaciones del diseño estructural. El Amarre de flejes se hace con alambre negro el cual se manipula con un instrumento llamado “Bichiroque”, luego se amarra y asegura a ellas un refuerzo vertical para el arranque posterior de la mampostería (Arranque dovelas).

Figura 43, se supervisó la colocación en cuanto al espaciamiento de estribos; el número de varillas y su diámetro de acuerdo a los detalles de cada viga, los traslapos y se tuvo cuidado de que los ganchos quedaran intercalados entre sí y se ubicaran en la parte superior de la viga para que así no se generen planos de falla por los esfuerzos a tensión que se producen en la parte inferior de dicho elemento.



Figura 43. Colocación del refuerzo en vigas

Luego, *figura 44*, se procedió a localizar la formaleta teniendo como guía los ejes de la viga, se colocan a plomo las tablas en las orillas, y se clavan listones en la parte superior para que el ancho de la viga se mantenga uniforme, verificando el cumplimiento tanto en las dimensiones como los recubrimientos que para vigas son de 5cm.

Se clava y arriostra el encofrado en las orillas para que resistan el empuje lateral del hormigón durante el vaciado.



Figura 44. Formaleta en madera

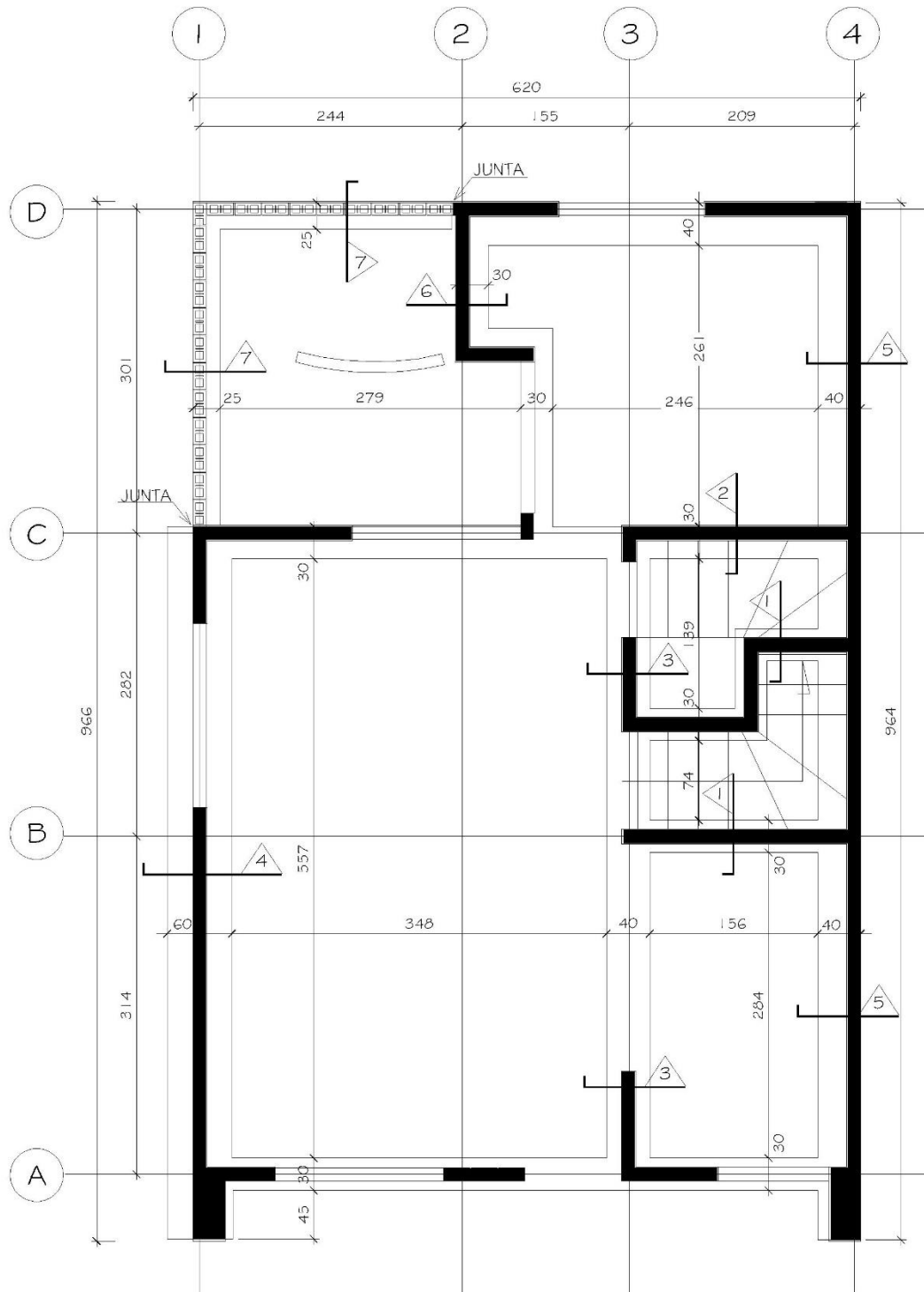


Figura 45. Planta de cimentación¹⁴

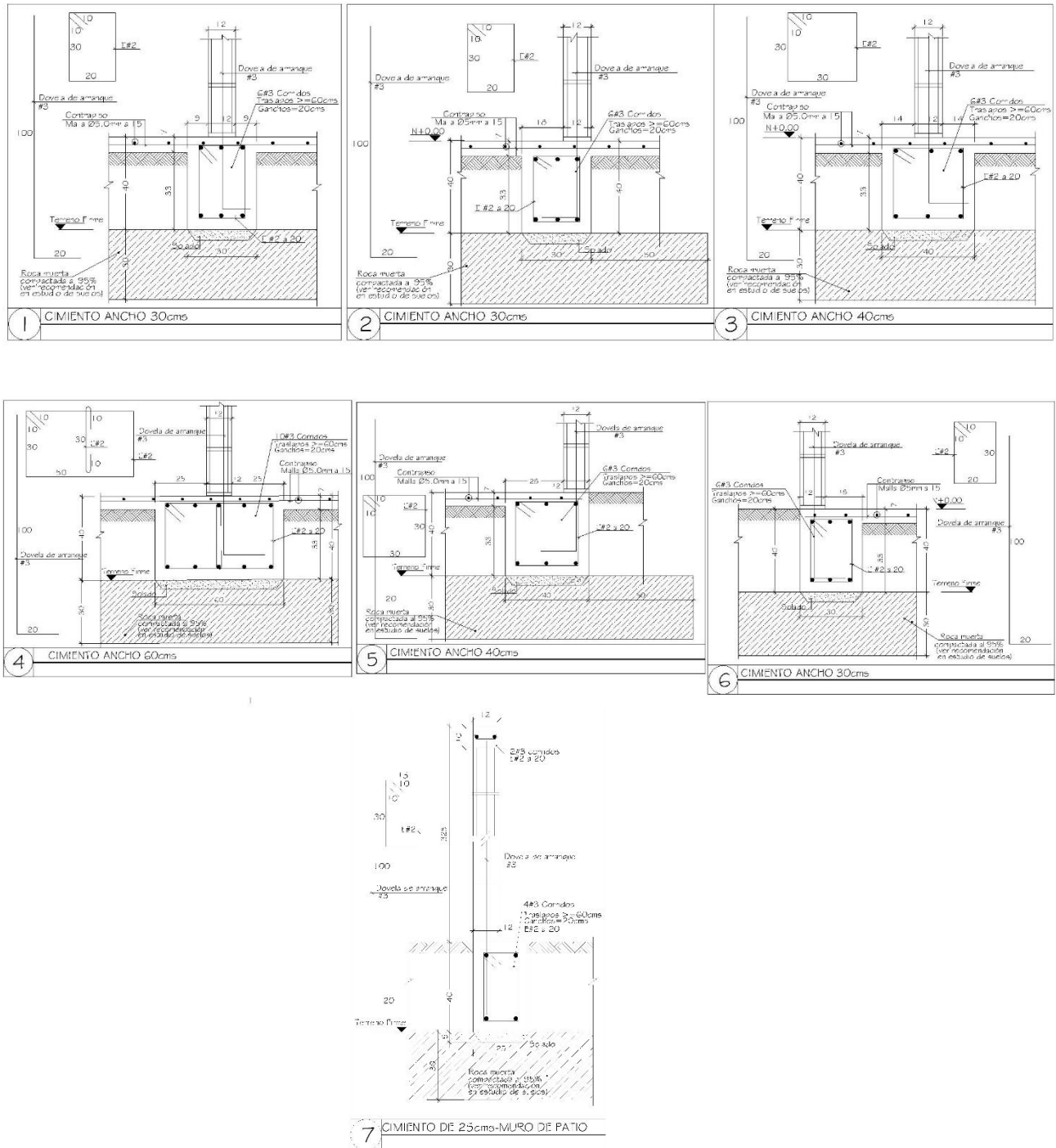


Figura 46. Despiece de vigas

En las *figura 45* y *figura 46* se puede apreciar las dimensiones de las vigas principales de la estructura, el número de barras por tramo, su diámetro y sus respectivos traslajos.

6.3.3 Título 3: Fundición vigas de cimentación

Con el acero y la formaleta puesta se continúa con la fundición de las vigas. En esta etapa, hay que tener cuidado con el buen vibrado del concreto, como con las demás fundiciones. El vibrador de concreto hace que la mezcla quede homogénea y no hallan vacíos al interior del concreto.

La fundición se hace utilizando un trompo mezclador de concreto, ver *figura 47*; se emplean dos cajones de arena, tres de triturado, un saco de cemento, agua y aditivo. Se añade el agregado grueso y parte del agua a emplear, luego se añade el agregado fino, el cemento y el resto del agua con el aditivo. Una vez lista la mezcla se vierte en carretillas y se traslada en estas hasta el lugar de vaciado, *figura 48* y *49*.



Figura 47. Preparación del concreto



Figura 48. Vaciado en Vigas



Figura 49. Vigas fundidas con arranque de dovelas

6.3.4 Título 4: Refuerzo losa de cimentación

De acuerdo con lo dispuesto en el diseño estructural se colocan las mallas electrosoldadas cubriendo toda el área correspondiente a la losa.

Figura 50, el tipo de malla para esta losa tiene un diámetro de 5 mm, conformando cuadros o retículas de 15x15cm. Estas mallas deben tener traslapos como mínimo de 30 centímetros y se asegura el traslapo amarrando las mallas entre sí como mínimo en tres puntos sobre cada una.

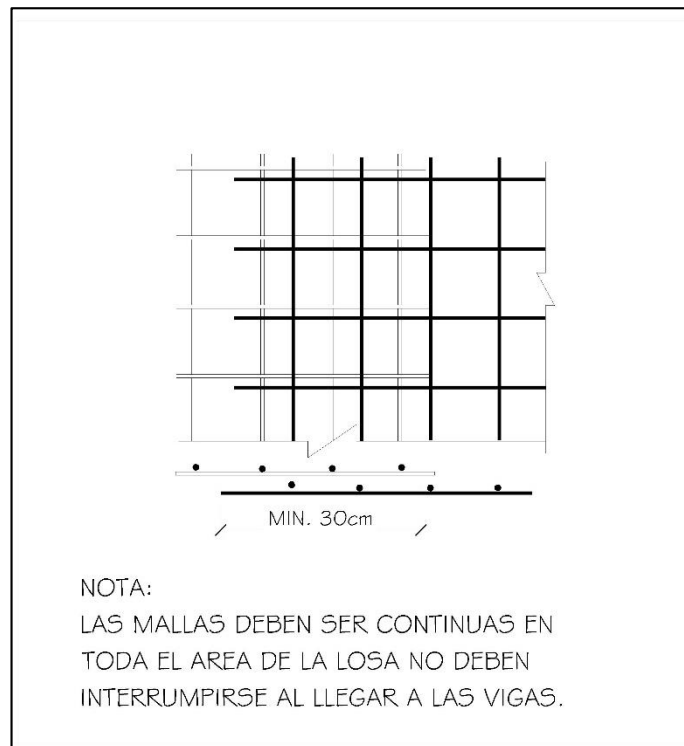


Figura 50. Detalle de mallas electrosoldadas

El aseguramiento de la posición de las mallas se hace de diferentes formas, amarrándolas entre sí por lo menos en dos puntos, amarrándolas a los refuerzos de las vigas de cimentación y al arranque del refuerzo de la mampostería. Todos estos amarres se hacen con alambre negro.

Para garantizar el recubrimiento inferior y lateral que debe tener la malla de refuerzo se colocan “panelas” de concreto fabricadas en obra que son fácilmente embebidas por el concreto y dan continuidad monolítica a la losa en estos puntos.

6.3.5 Título 5: Tendido de Instalaciones

De acuerdo con lo especificado en el diseño de estos elementos se configura en sitio las redes hidráulicas, de gas y de electricidad, su localización se hace generalmente referenciada a elementos como intersecciones de vigas o límites de sección o coordinación modular manejada en obra, ver *figura 51*.

A medida que se va avanzando en la configuración de la red, los tramos de tubería se amarran con alambre negro a las mallas o a los arranques de dovelas para asegurar su posición.



Figura 51. Tendido de instalaciones



6.3.6 Título 6: Fundición losa de cimentación

Con el fin de controlar la altura de la capa de concreto se localizan una serie de elementos verticales, generalmente refuerzos de 3/8" y longitudes entre los 30 y 40cm, los cuales van perfectamente alineados entre sí y localizados interna, perimetral y externamente al área de la losa. Estos refuerzos hincados verticalmente van marcados en dos puntos, uno exactamente a nivel superior de la placa para el control y otro a una altura previamente fijada sobre la marca anterior el cual sirve de nivel guía.

En la marca superior de cada refuerzo se amarra un hilo, el cual pasa por varios refuerzos alineados definiendo un lineamiento perfectamente horizontal para el control de altura de la placa. La separación entre el hilo y el nivel superior de la placa ésta previamente determinada y se hace el control de este valor en varios puntos sobre la placa midiendo la distancia correspondiente, exactamente en la vara guía se observa la posición del concreto respecto a la marca inferior.

Para la fundición de las losas de cimentación se utilizó la proporción ya nombrada 1:2:3 para una aproximación de 25 litros de agua con el uso de aditivo Plastocrete DM una cantidad de 230 cm^3 .

El cemento utilizado en el proceso es Argos tipo 1, en ese orden de ideas la interpretación de ésta proporción consiste en 1 bulto de cemento por 2 cajones de arena y 3 de triturado; Estos materiales se colocan en la mezcladora mecánica y una vez listo el concreto es enviado mediante buggies hasta el sitio de vaciado.

Se realiza el afinado y alisado de la superficie para dar un mejor aspecto final a la capa de concreto, de modo que quede sin irregularidades superficiales. Se realiza esta actividad con llana metálica y palustre. A medida que se afina el concreto se comprueba el nivel para asegurar y garantizar que la altura de la losa sea la especificada y que esta sea constante en toda el área fundida. Esta actividad se hace utilizando cinta métrica y haciendo el control de medida a partir de la horizontal de referencia.

El curado de la losa de cimentación, *figura 52*, normalmente se hace sólo durante el día y durante tres días consecutivos, y la frecuencia de riego no es constante ya que depende de las condiciones ambientales.



Figura 52. Losa de cimentación terminada

6.4 CAPÍTULO 4: VIGAS Y LOSA DE ENTREPISO

Para la losa de entrepiso se empleó el diseño de una losa aligerada y la fundición de esta se realizó concreto fabricado en obra.

6.4.1 Título 1: Encofrado

El proceso constructivo de las losas de entrepiso consiste en crear un encofrado (*figura 53*), capaz de soportar las cargas que se generan y con la rigidez necesaria para la fundición de la losa, este sistema se arma con parales o puntales metálicos, también conocidos como “gatos” (*figura 54*) y sobre los cuales se apoyan cerchas metálicas. El sistema metálico es armado de tal manera que sobre él se coloquen tableros de madera los cuales brindan la horizontalidad a la losa, permiten el arme del refuerzo y posteriormente el vaciado del concreto, estos tableros tienen dimensiones de 1.40 x 0.70 m.



Figura 53. Entablero para losa



Figura 54. Nivel manguera para gatos



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

6.4.2 Título 2: Colocación del acero de refuerzo

En el momento que se realizó el entablado perfectamente nivelado y rigidizado, se procedió a colocar el acero de refuerzo para las vigas, en el cual se siguen los planos estructurales cumpliendo con el despiece.

Figura 55, para el armado del acero en las vigas se debe tener en cuenta el traslape de las varillas, basado en los criterios aprendidos en el pregrado se trabaja para que el traslape en la parte superior de la viga se cumpla que se alejen de la mayor influencia del cortante, es decir, alejado de los nudos y para el traslape inferior se supervisó que no se encuentre en la zona del mayor momento que se genera en estos elementos estructurales, es decir, en el centro de la luz de las vigas.

De igual manera se supervisó la colocación en cuanto a cantidad de estribos indicados en los planos, cuidando que los ganchos queden intercalados entre sí y se ubiquen en la parte superior de la viga para que no se generen planos de falla por los esfuerzos a tensión que se producen en la parte inferior de dicho elemento (*figura 56*). Luego se procedió a encofrar las vigas con la formaleta metálica, realizando las respectivas cimbras y cumpliendo tanto con las dimensiones como los recubrimientos que para vigas que son de 5cm.



Figura 55. Flejado del acero de refuerzo para vigas



Figura 56. Colocación acero de refuerzo en vigas

En la *figura 57* se puede apreciar las dimensiones de la viga principal de la estructura, el número de barras por tramo, su diámetro, longitud de la barra y sus respectivos traslapes.

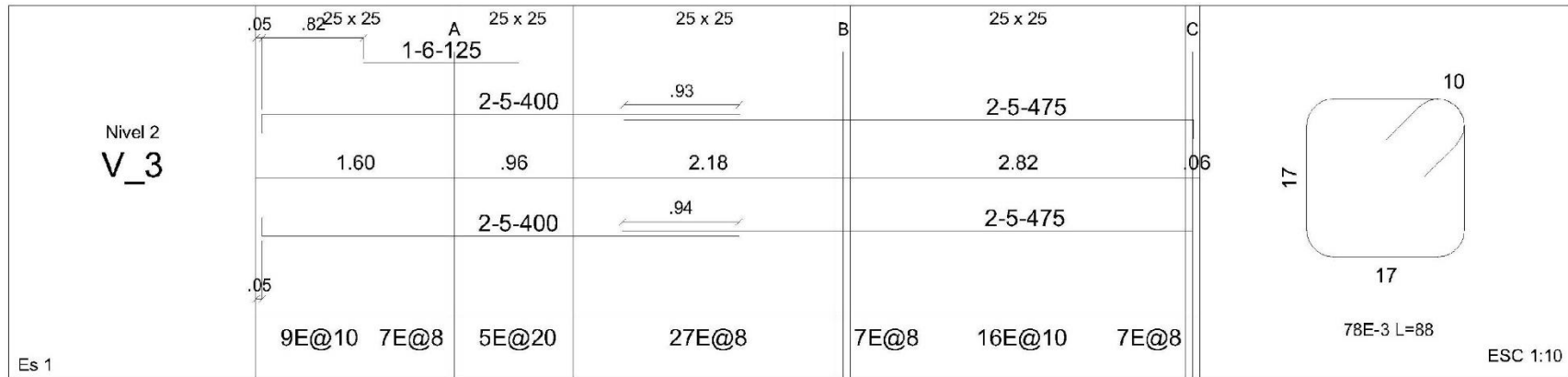


Figura 57. Despiece de vigas ¹⁵

¹⁵ Planos estructurales Hojarasca

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

Para las losas de entrepiso, se supervisó el armado de los nervios (*figura 58*), la distancia entre cada uno, el sentido en que trabajan al distribuir sus cargas y tanto cantidad como separación de los ganchos tipo “s” (*figura 59*), los cuales unen los dos aceros longitudinales que lo componen.



Figura 58. Nervios en las losas

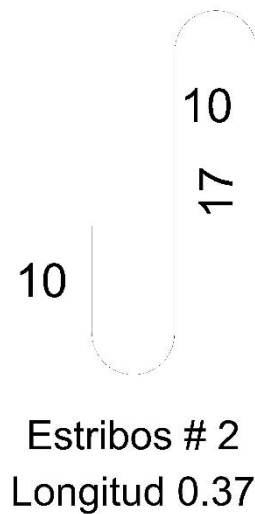


Figura 59. Estribos para nervios de losa

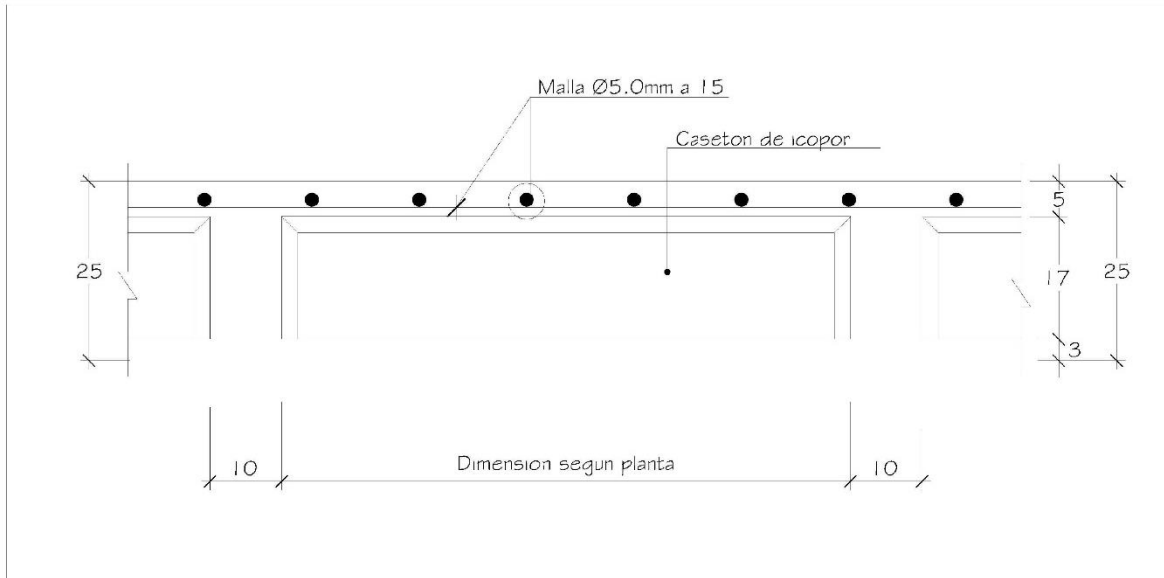


Figura 60. Detalles de refuerzo en las losas de entrepiso

Figura 60, para el refuerzo de retracción y variación de temperatura, se diseñó una malla electrosoldada (MES) diámetro 5 mm de 15 x 15cm, el cual se coloca sobre los elementos aligerantes con el fin de garantizar tanto el recubrimiento y el espesor de la losa. se usan "panelas" de concreto fabricadas en obra para aislar los aceros de la formaleta para éste fin, véase *figura 61*.

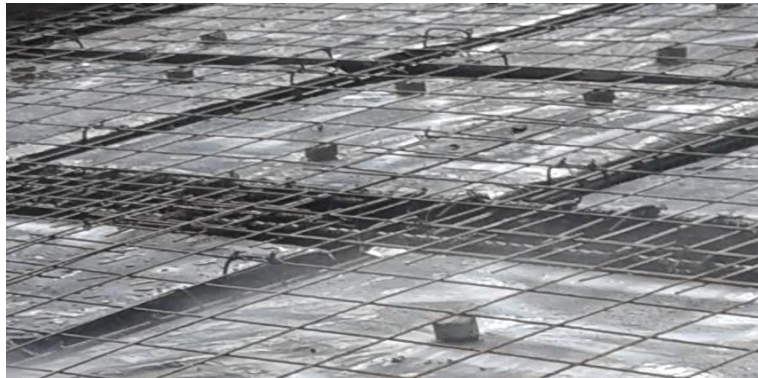


Figura 61. Panelas de concreto en las mallas (MES)

6.4.3 Título 3: Instalación de los elementos aligerantes

Como su nombre lo indica, este tipo de losas requieren elementos aligerantes (losa aligerada) con el propósito de reducir su peso propio y para éste fin se utilizaron casetones fabricados en icopor con las medidas necesarias según el plano estructural, *figuras 62 y 63*. Estos elementos además de darle dicha característica a la losa funcionan como formaleta para la fundición de los nervios.



Figura 62. Casetones de icopor



Figura 63. Colocación de casetones

6.4.4 Título 4: Instalaciones eléctricas

Para la ubicación de elementos tales como puntos de iluminación, interruptores, tomacorriente, salidas de televisión, teléfonos y en general todos los que conforman la dotación eléctrica fueron especificados en los planos arquitectónicos. Las especificaciones en la construcción del sistema eléctrico tanto en cielo como en losa, se estipularon en los planos eléctricos diseñados para la edificación; ver *figura 64*. Las recomendaciones más relevantes que se tuvieron en cuenta son:

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



Figura 64. Tubería eléctrica embebida en la losa

6.4.5 Título 5: Instalaciones hidráulicas y sanitarias

La instalación de tuberías hidráulicas (*figura 65*) se realizó sujeta a los planos hidráulicos, en el cual se especifica diámetros de tubería para agua caliente CPVC 1/2" y para agua fría PVC de 1/2" y 3/4", tipos de adaptadores, codos, tapones, bujes, mezcladores de duchas etc.



Figura 65. Red hidráulica

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

Las tuberías sanitarias se ubican por cielo, es decir, se sujetan con platinas ancladas a la losa en cada piso, las tuberías de desagüe de los aparatos van por dentro de la losa (*figura 66*). Las tuberías utilizadas son PVC SANITARIAS para las líneas que van colgadas de la losa (*figura 67*), en diámetros 4" para las líneas que van enterradas se utilizó tipo PVC NOVAFORT, diámetros 4".



Figura 66. Red hidráulica embebida



Figura 67. Red hidráulica por cielo

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

En obra y con base en los diseños arquitectónicos se generan espacios llamados buitrones, ver *figura 68*, por los cuales se envía los bajantes y la tubería desde la cimentación hasta la cubierta.



Figura 68. Buitrón para tuberías

6.4.6 Título 6: Fundición

Antes de comenzar la fundición usualmente se suelen taponar las perforaciones de la mampostería para evitar el desborde y filtración del concreto por estos espacios. Este taponamiento se hace generalmente con papel.

Para la fundición de las losas de entrepiso y vigas embebidas se utilizó la proporción ya nombrada 1:2:3 para una aproximación de 23.5 litros de agua con el uso de aditivo Plastocrete 169 HE con una cantidad de 300 cm^3 y sikaplast 328 con una cantidad de 130 cm^3 .

El cemento utilizado en el proceso es Argos tipo 1, en ese orden de ideas la interpretación de ésta proporción consiste en 1 bulto de cemento por 2 cajones de arena y 3 de triturado; *figura 69*, estos materiales se colocan en la mezcladora mecánica y son enviados mediante buggies.



Figura 69. Materiales para fundición de losas

6.4.6.1 Transporte y Colocación

Se tiene previsto el sistema de ascenso hasta el nivel requerido (segundo nivel); en este caso se emplean rampas en madera, ver *figura 70* y *71*.

Para asegurar que el nivel de la placa sea uniforme en toda el área fundida. Se suele emplear el arranque del refuerzo de mampostería para este propósito.



Figura 70. Rampa madera para ascenso del concreto



Figura 71. Vaciado del concreto en losa

6.4.6.2 Vibrado de la losa

Para realizar este procedimiento (*figura 72*) se utilizaron vibradores eléctricos, supervisando los tiempos de vibrado y que el personal que realiza dicha actividad introduzca el vibrador con la mayor verticalidad posible, evitando tocar la formaleta o los aceros de refuerzo para no generar segregación.



Figura 72. Vibrada losa de entrepiso

6.4.6.3 Acabado

Ya elaborado el proceso de vibrado y vaciado del concreto por sectores alcanzando el nivel determinado por guías (*figura 73*), utilizando codales, *figura 74*, se le da uniformidad a la losa retirando los excesos de concreto y creando una superficie plana, después de esto la losa debe quedar con un buen terminado para luego colocar el piso primario, esto se logra pasando llanas metálicas y así crear una superficie lisa (*figura 75*).



Figura 73. Nivel de losa con hilo guía



Figura 74. Acabado de losa con codal



Figura 75. Losa de entrepiso terminada

6.4.6.4 Curado

El curado consiste en aplicar a las losas, suficiente cantidad de agua, *figura 76*, esparciéndola con una manguera, procurando humedecer la totalidad de la superficie de la losa. Se realiza mínimo durante tres días consecutivos y para mantener la superficie húmeda se extendió arena.



Figura 76. Curado de losas

6.5 CAPÍTULO 5: ESCALERAS

6.5.1 Título 1: Diseño estructural

Se analizan los planos estructurales de la escalera, siendo esta una escalera de dos tramos, ver *figuras 77 y 78*.

La escalera vence una altura de 2.85 m, la contrahuella tendrá una altura de 0.175 m. En total son 14 peldaños y por lo general la huella tiene 0.28 m excepto las que arman el abanico (descanso). Tiene un ancho de 0.90 m.

Estas dimensiones cumplen con lo estipulado en la NSR-10 capítulo K¹⁶ donde especifica que el ancho mínimo de huella debe ser de 280 mm y la altura de la contrahuella no debe ser menor a 100 mm ni mayor de 180 mm.

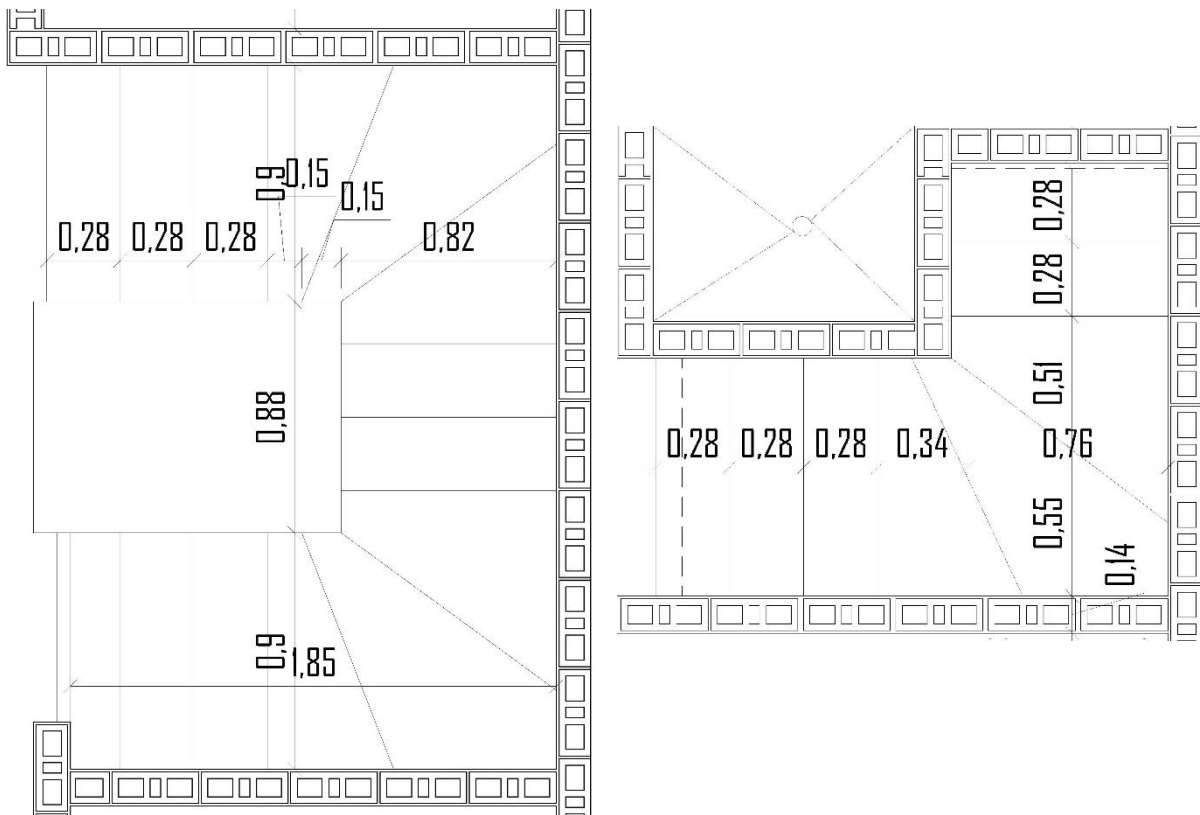


Figura 77. Diseño Arquitectónico escalera

¹⁶ Literal K.3.8.3.4 Huella y contrahuella. Inciso a y b

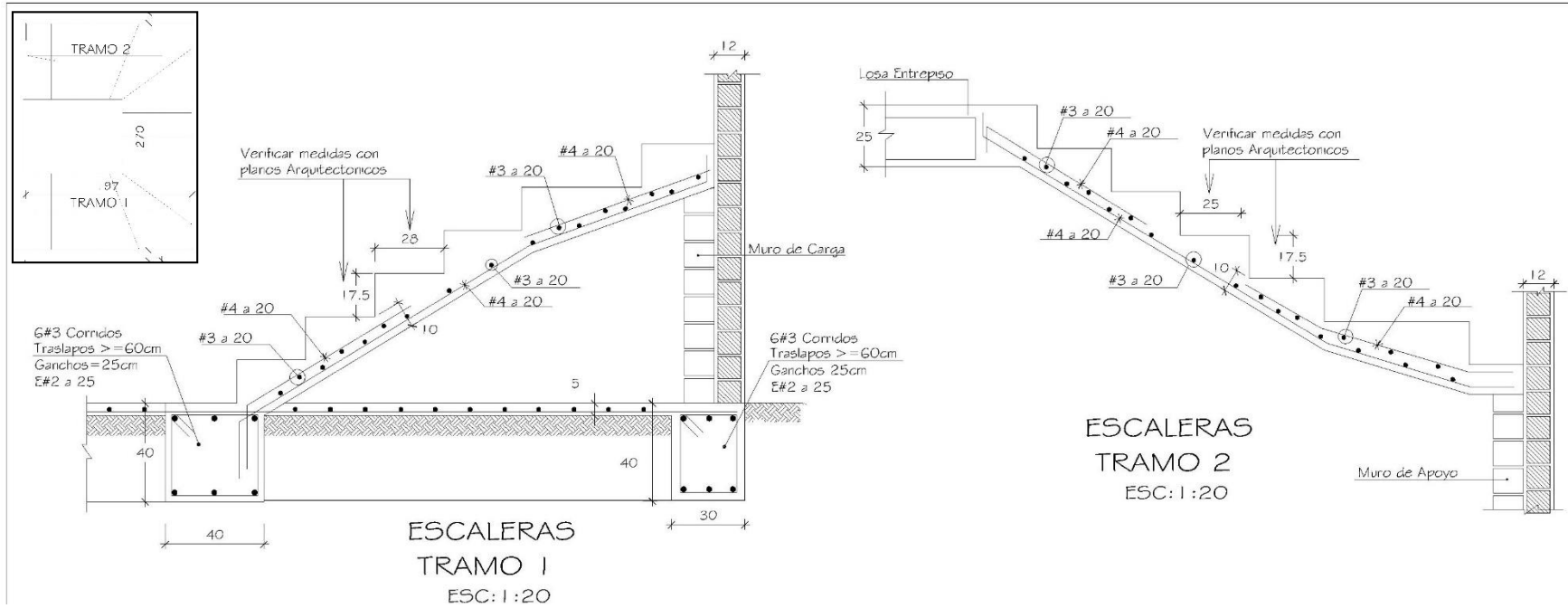


Figura 78. Diseño Estructural escalera

6.5.2 Título 2: Encofrado de la escalera

Primero se realiza el trazado o ubicación de la escalera, sobre la superficie del muro que se encuentra a un extremo de la escalera, se marca el inicio y el fin del tramo a trazar. A la distancia vertical, se le divide entre el número de contrapasos; y a la distancia horizontal, se le divide entre el número de pasos. Con estos puntos de referencia y la ayuda de una cinta métrica y un nivel, se hace el trazo respectivo.

Luego se traza el fondo de escalera, teniendo en cuenta que el espesor que especifique los planos. Para el encofrado siguiendo la línea que marca el fondo de la escalera, se arma la rampa que servirá de base para el encofrado, ver *figura 79*. Para conseguir la inclinación se utiliza cuñas y los paralelos intermedios para salvar el vano y prevenir que la madera se parta por el peso del concreto, se utiliza una tabla en los laterales del espesor del fondo de la escalera y pon unos trozos de tabla a modo de codal para mantener el aplomo. La formaleta deberá estar debidamente inmunizada con ACPM¹⁷ para facilitar el desencofrado.



Figura 79. Encofrado escalera

¹⁷ Aceite combustible para motores

6.5.3 Título 3: Refuerzo de escalera

Se realiza el corte y figuración del acero. Se colocan las varillas de resistencia tal como lo especifiquen los planos. Estas barras van ancladas en el arranque de la escalera y en la parte superior de la losa. Luego, se colocan las varillas de distribución perpendiculares a las de resistencia amarrándolas sobre éstas. Se revisa los separadores para recubrimiento.

Luego, *figura 80*, se prepara con tablonces los peldaños que se necesitan de un tamaño superior al ancho de la escalera y se clavan.



Figura 80. Refuerzo escalera

6.5.4 Título 4: Fundición de escalera

Para el vaciado del concreto en una escalera, el concreto se coloca iniciando en el arranque o sea en la parte más baja y chuzando el concreto con una varilla o con un vibrador de aguja el cual se coloca en forma perpendicular, ver *figura 81*.

Se emplea una dosificación 1:2:3 y se usa triturado de $\frac{1}{2}$

Luego se le hace el curado pertinente y se desencofra (*figura 82*) después de los 10 días como mínimo después de fundida la escalera.



Figura 81. Fundición gradas



Figura 82. Escalera desencofrada

6.6 CAPÍTULO 6: MAMPOSTERÍA REFORZADA

Para el desarrollo constructivo de los muros en las casas, se debe tener en cuenta que el fin es como muros estructurales estipulados en el diseño arquitectónico, lo que quiere decir que estos elementos aportan resistencia a la estructura y se debe garantizar que sean elementos lo suficientemente rígidos, capaces de soportar un evento sísmico.

6.6.1 Título 1: Unidades de mampostería

El bloque estructural (*figura 83*), tiene las siguientes dimensiones:

Largo: 29cm, alto: 21cm y ancho: 12cm.

Largo: 24cm, alto: 6.5 cm y ancho: 12cm.

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



Figura 83. Ladrillo estructural



Figura 84. Almacenamiento del ladrillo



6.6.2 Título 2: Mezclas que se requieren

6.6.2.1 Mortero de pega

Es el elemento que une las unidades de mampostería a través de las juntas horizontales y verticales (y en los tabiques transversales), en función de su capacidad de adherencia. Debe tener una buena plasticidad y consistencia para poderlo colocar de la manera adecuada. Véase *figura 85*.

6.6.2.1.1 Materiales

Por lo general está constituido por cemento, arena fina, cal y agua (y aditivos si es necesario).

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

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

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

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

6.6.2.1.2 Dosificación

La proporción utilizada en el mortero de pega es 1:3, es decir 1 bulto de cemento por 3 cajones de arena y adición de Cal: 0.5 bultos por 1 bulto de cemento.

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

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



Figura 85. Mezcla manual mortero de pega

6.6.2.2 Mortero de inyección

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

6.6.2.2.1 Materiales

Para el mortero de inyección se cemento, arena, triturado de 3/8” y agua.

6.6.2.2.2 Dosificación

Para el mortero de inyección se utiliza la proporción en volumen 1:2.5:2 lo que indica que por 1 bulto de cemento se adicionan 2 ½ cajones de arena y 2 cajones de triturado 3/8”.

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

6.6.3 Título 3: Refuerzo

6.6.3.1 Refuerzo Horizontal

Este refuerzo se colocó a medida que se levantaba el muro, el refuerzo utilizado son grafiles 4mm ubicados cada 2 hiladas y en toda la longitud del muro (*figura 86*), de esta manera en total son 4 hiladas reforzadas en una altura de muro 2.6 m.

Además de ello se usan conectores (*figura 87*), en la unión entre dos muros consecutivos, cada dos hiladas.



Figura 86. Referencia grafiles cada dos hiladas



Figura 87. Conectores entre muros

6.6.3.2 Refuerzo Vertical

Para la colocación del refuerzo vertical, se usaron varillas de 3/8" a una distancia no mayor a 1.2 m, este refuerzo en los muros de primer piso (*figura 88*), viene con ganchos amarrado al refuerzo de las vigas de cimentación y en los pisos

superiores al refuerzo del muro y al refuerzo de la viga anillo que se encuentra inmediatamente por debajo.



Figura 88. Refuerzo vertical en varilla 3/8" y anclajes

6.6.4 Título 4: Levantamiento del muro

6.6.4.1 Localización

Esta actividad se conoce comúnmente como “Replanteo de Muros”. En obra la localización de muros del primer piso, vanos de puertas y ventanas y demás se realiza rápidamente con la ayuda de los caballetes, sobre los cuales se extienden los hilos de guía entre extremos de la terraza (*figura 89*).

Con los hilos guía puestos se define el ancho del muro efectuándose la cimbra correspondiente, ver *figura 90*.

Se garantiza escuadras y las medidas indicadas, pues al no realizar este procedimiento bien, todos los errores se verán reflejados en el momento de colocar la cerámica.



Figura 89. Hilos guía sobre ejes



Figura 90. Cimbra localización de muros

Para muros de niveles superiores la localización usualmente se hace por medio de guías en madera provenientes del piso inmediatamente inferior para indicar los extremos de muros, estas guías tienen marcas que permiten ubicar con precisión el ancho del muro y trazar luego la cimbra, y se complementan haciendo referencia de ubicación del muro con la prolongación dejada del refuerzo de mampostería. En la *figura 91* se muestran los planos empleados en mampostería.

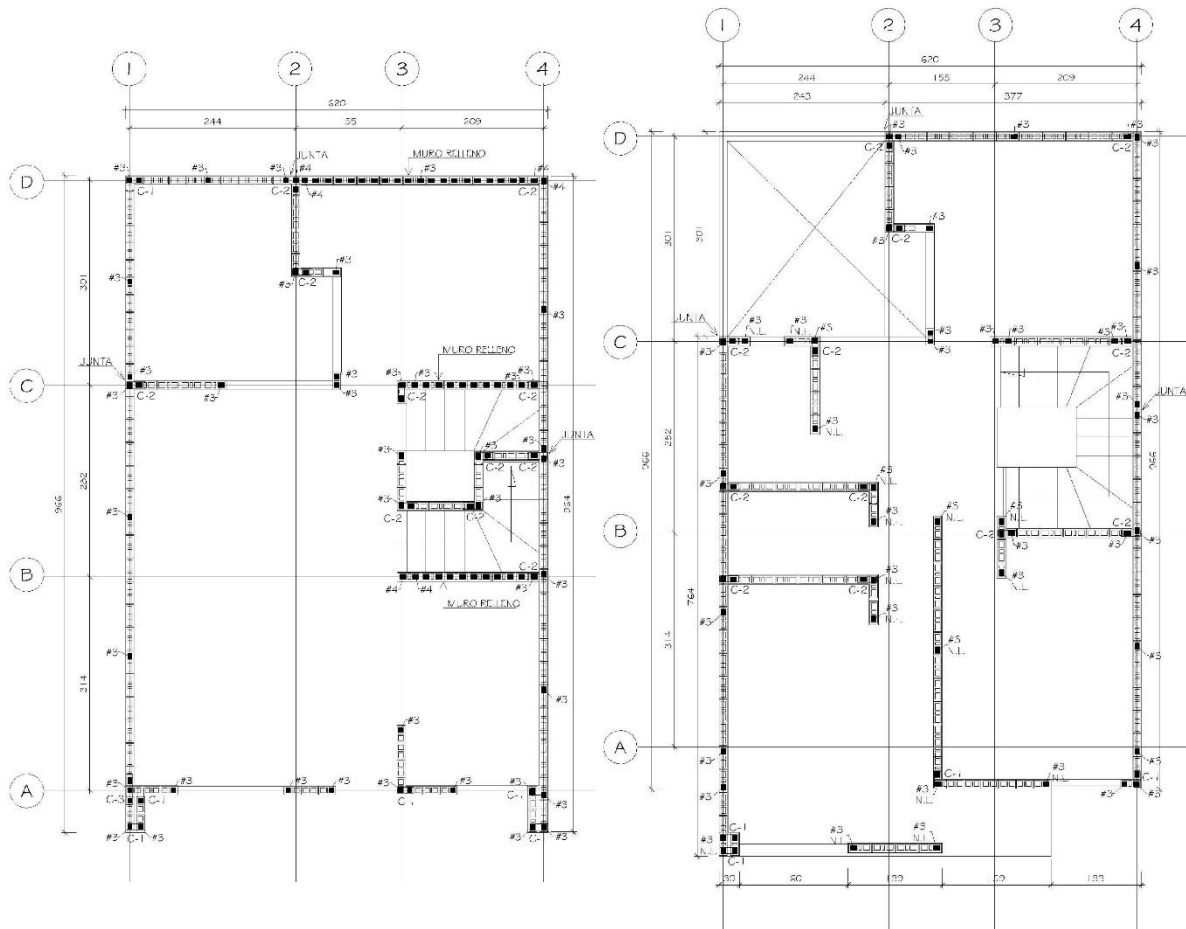


Figura 91. Planos de mampostería¹⁸

6.6.4.2 Transporte, corte refuerzos

Se llevan los ladrillos necesarios desde el punto de acopio temporal o permanente, en carretillas. El acceso a niveles superiores se hace mediante rampas de madera en carretillas.

Figura 92, de acuerdo con las especificaciones estructurales se hacen los cortes de varillas para el refuerzo vertical y de grafiles para el refuerzo horizontal especificado.

¹⁸ Planos mampostería Hojarasca

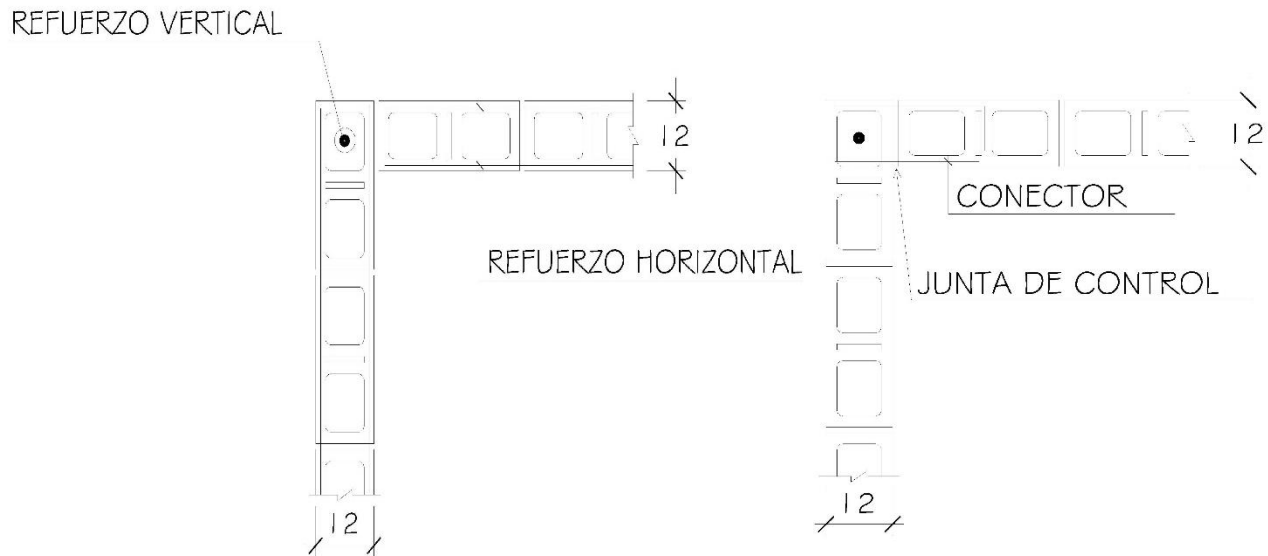


Figura 92. Detalle refuerzos mampostería

6.6.4.3 Preparación de mezcla

El mortero de pega empleado normalmente para el levante de mampostería, independientemente de que se trate de muro estructural o de fachada, es mortero con proporción de componentes 1:3. La mezcla por lo general se hace en un punto fijo de la obra cercano y en la medida posible equidistante a los lugares donde fuera necesario transportarlo, lo cual es hecho por los ayudantes mediante el uso de carretillas y baldes.

6.6.4.4 Montaje de guías

Ya ubicados los ejes de los muros se procede a colocar codales a los extremos y pasar hilos de tal forma que conserve la horizontalidad del muro garantizando que estén a escuadra generando un ángulo de 90° y que cada hilada colocada conserve su verticalidad chequeando constantemente los plomos a medida que avanza la pega, ver *figura 93*.



Figura 93. Escuadras y plomos en la construcción de muros

6.6.4.5 Montaje de hiladas

Después de tener los alineamientos definidos se colocan las unidades de mampostería de tal forma que cada pieza quede modulada para que exista continuidad en las celdas a fundir y un buen acabado en el muro, cuidando que se coloque el mortero de pega y de inyección en las caras de unión del ladrillo y celdas especificadas (*figura 94*).

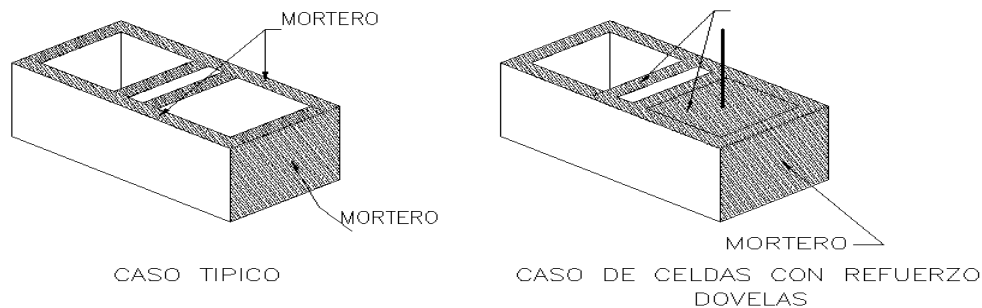


Figura 94. Especificaciones para colocación de mortero

Una vez terminado el muro, se limpia con palustre o llanas. Luego, se pasa una espuma húmeda.

Por último, es necesario curar el muro par que las juntas adquieran la suficiente resistencia humedeciendo la superficie con una brocha o esponja empapada de agua.

6.6.4.6 Fundición de dovelas

Se abre un pequeño orificio llamado “ratonera” o “ventana de limpieza”, *figura 95*, de sección 11x8 cm (realmente su práctica es de forma irregular) en la parte inferior (a nivel de la losa) del bloque de la primera hilada cuya perforación interna hará parte de las celdas para las dovelas; se hace con el fin de permitir la evacuación y retiro de escombros en el momento en que se limpien las celdas.

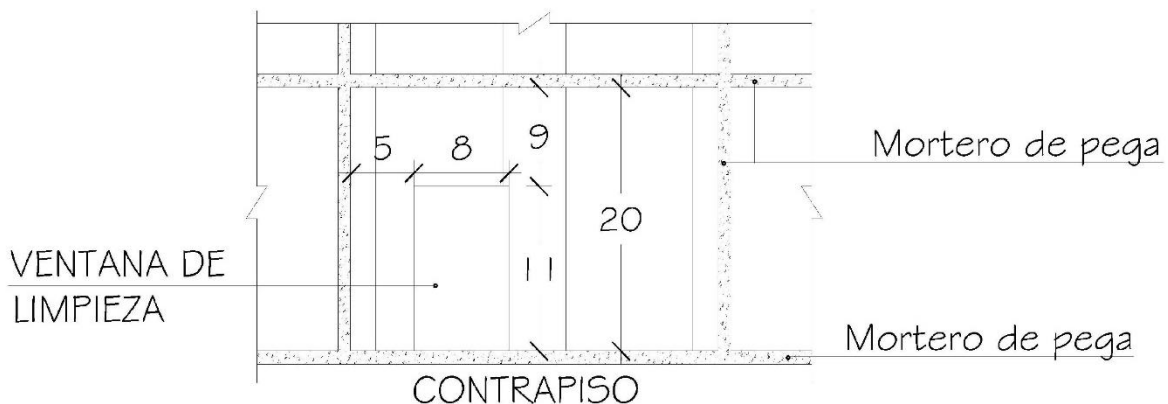


Figura 95. Detalle ventana de limpieza

Se realiza la limpieza de las celdas (*figura 96*), con una varilla calibre $\frac{1}{2}$ ", de longitud mayor a la altura de piso y extremos redondeados para no punzonar los bloques. Esta varilla se introduce en las perforaciones verticales y alineadas de los bloques que conformarán las celdas, con el fin de retirar el mortero de pega endurecido o cualquier otro elemento que obstaculice la colocación del refuerzo y la fundida del grouting, estos escombros se desprenden fácilmente ante la acción de la varilla manipulada por un ayudante de obra, y son retirados por la ratonera. Finalmente se lava con agua la celda.



Figura 96. Limpieza de celdas

De acuerdo con las especificaciones estructurales se coloca el refuerzo en los diámetros indicados dentro de las perforaciones de los bloques que conforman las celdas para las dovelas.

Se sella previamente la ratonera colocando una tabla o un bloque de ladrillo, para evitar que el grouting que se vacía en las celdas salga por este espacio. *Figura 97*, a medida que se vacía el grouting se hace un suave movimiento circular del refuerzo con el fin de reducir los vacíos u hormigueros en la mezcla.



Figura 97. Fundición de dovelas con grouting

Una vez fundidas las dovelas se procede también a fundir las columnetas.

6.6.5 Título 5: Chequeos en mampostería

Para el chequeo de la mampostería reforzada se empleó un formato, *figura 101*, para cada casa. Los ítems de chequeo y los criterios de aceptación son:

Replanteo (localización según planos), escuadra (máx. 5mm) *figura 99*, variación del plomo del muro (máx. 5mm) *figura 100*, inspección visual del mortero de pega (que se garantice adherencia y resistencia al rayado), calidad del acabado (rebitado y unidades de mampostería sin fisuras o afectaciones), espesor máximo de juntas de pega (10 mm \pm 4mm), embebido del refuerzo (garantizar recubrimiento), grafiles (posición, cada 2 hiladas y sobre el tabique) *figura 98*, conectores (posición, cada 2 hiladas y sobre el tabique), dovelas (cuantía según diseño), ventanas de inspección-limpieza y refuerzo (libre de rebabas, residuos mediante sondeo y asegurar refuerzo contra desplazamientos); dovelas (mortero

de relleno, garantizar el llenado total de la dovela) y columnetas (garantizar instalación de conectores y traslapeo de refuerzo vertical según plano).

Adicional a este formato se adjunta un plano para identificar detalles de corrección.



Figura 98. Chequeo de Grafiles



Figura 99. Chequeo escuadra



Figura 100. Chequeo de uniformidad y plomada





Garzón Holguín		CHEQUEO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL			C-FOR-04	
		CONSTRUCCIÓN			Versión: 1	
					28 de julio de 2018	
					Página de	
PROYECTO:	HOJARASCA BOSQUE RESIDENCIAL	ACTIVIDAD:	CONTRATISTA:			
TIPO DE OBRA		Casa <input type="checkbox"/> Apto <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> ¿Cuál?		NOMENCLATURA:		
ITEM CHEQUEADO Y CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CHEQUEA		OBSERVACIONES	FECHAS		
	SÍ	NO		REVISIÓN	CORRECCIÓN	
Replanteo (Localización según planos)						
Escuadra (máximo 5 mm)						
Variación del plomo del muro en mampostería (máximo 5 mm)						
Inspección visual de mortero de pega (Que se garantice adherencia y resistencia al rayado)						
Calidad del acabado (Revitado y unidades de mampostería sin fisuras o afectaciones)						
Espesor máximo de Juntas de pega (10mm ± 4mm)						
Embebido del refuerzo (Garantizar recubrimiento)						
Grafiles (Posición, cada 2 hiladas y sobre el tabique)						
Conectores (Posición, cada 2 hiladas y sobre el tabique)						
Dovelas (Cuantía según diseño)						
Ventanas de inspección de dovelas con refuerzo (ratoneras)-Dimensiones: mín. 7.5 cm x 7.5 cm. y máx. 10 cm. x 10 cm						
Ventanas de inspección-Limpieza y refuerzo (libre de rebabas, residuos mediante sondeo y asegurar refuerzo contra desplazamientos)						
Dovelas (Mortero de relleno, garantizar el llenado total de la dovela)						
Columnetas (Garantizar instalación de conectores y traslape de refuerzo vertical según plano)						

*EL PLANO ANEXO HACE PARTE INTEGRAL DEL FORMATO. REVISAR PARA IDENTIFICAR DETALLES DE CORRECCIÓN

RESIDENTE	CONTRATISTA
Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:

Figura 101. Formato chequeo mampostería¹⁹

¹⁹ Formato chequeo mampostería estructural. G&H. Hojarasca



6.7 CAPÍTULO 7: SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial es un subprograma de salud ocupacional que reúne a las actividades destinadas a la identificación y al control de las causas de los accidentes. Su objetivo es mantener un ambiente laboral adecuado, mediante el control de los actos inseguros y condiciones ambientales peligrosas que potencialmente puede causar daño a la integridad física del trabajador o a los recursos de la empresa. Entre sus actividades se pueden mencionar:

- Programa de inducción.
- Visitas de inspección.
- Elaboración y establecimiento de normas de higienes y seguridad para los diferentes trabajadores.
- Planes de emergencia.
- Análisis del panorama de riesgos.
- Programas de manejo de residuos peligrosos.
- Programas de orden, limpieza y aseo.
- Dotación de elementos de protección personal.
- Investigación de accidentes.

Durante el tiempo de pasantía se hizo inspección del uso de los elementos de protección personal (*figura 102*); como el casco, guantes, gafas, botas con puntera, tapa oídos, tapabocas para los trabajadores presentes en obra durante las fundiciones, acarreo de materiales, pega de ladrillo, excavaciones y limpieza de la zona. Además, se tuvo en cuenta el uso de arnés e instalación de la línea de seguridad para trabajos en altura.

También se observó que cada maestro de obra dejara ordenada la herramienta, limpia y aseada la zona de trabajo; llevando los residuos ya fuese para reciclaje (*figura 103*) o al acopio de escombros.

Figura 104 y 105, toda la obra debía tener señalización ya que esto evita la presencia de accidentes.



Figura 102. Elementos de protección personal



Figura 103. Zona de reciclaje



Figura 104. Señalización en alturas



Figura 105. Señalización de excavaciones



7. CONCLUSIONES

- Para un estudiante de ingeniería civil es muy importante afianzar la formación académica con una práctica profesional en una empresa constructora reconocida, que permita aprender de muchas situaciones reales que en la vida universitaria no es posible estudiarlas a fondo, y reforzar la formación en la parte administrativa, con el fin de obtener una experiencia inicial muy valiosa para poder desempeñarse profesionalmente en algún campo específico de la ingeniería civil.
- El ejercicio de pasante en la Constructora GARZÓN & HOLGUÍN permitió aplicar el conocimiento adquirido en el pregrado y afianzarlo con la experiencia profesional ya que en obra a diario se presentan retos ingenieriles que deben ser resueltos por el ingeniero residente teniendo en cuenta que el ámbito constructivo es muy amplio y está en constante cambio e innovación. El tiempo en obra fortalece cualidades como puntualidad, responsabilidad, destreza visual, habilidad para el manejo de personal, criterio para la toma de decisiones, contribuyendo en la formación del carácter profesional necesario para el campo laboral.
- En la búsqueda del cumplimiento con la norma de diseño y construcción que rigen en Colombia NSR-10, se logró realizar el análisis en los valores de resistencias del concreto hecho en obra, lo que permite determinar que el concreto logró alcanzar los estados de resistencia a la compresión óptimos para que la estructura cumpla con los requerimientos de construcción, arrojando valores que incluso llegar a sobrepasar más del 100% de la resistencia requerida, lo que indica que se fabricó un concreto de buena calidad.
- Para el concreto hecho en obra, el seguimiento y la supervisión de las cantidades de material es de suma importancia, pues la dosificación 1:2:3 determinó su durabilidad, economía y resistencia para lo cual fue diseñada, de igual manera la calidad de los materiales que se usaron intervinieron determinantemente en los valores obtenidos ya que en algunos casos no había disponibilidad de materiales como la arena con una perfecta



gradación, pero basados en aspectos técnicos concebidos en la experiencia del trabajo en obra se logró controlar dichos inconvenientes.

- Como auxiliar del ingeniero residente, el seguimiento a los procesos constructivos fue satisfactorio, logrando resolver inconvenientes que se presentan en el avance de obra como lo es en la colocación de aceros, cumpliendo con los requerimientos de diseño, alineamientos y traslapes que dispone una buena interpretación de los planos.
- La labor desempeñada en gran parte de la pasantía fue de revisión. Cabe resaltar que un buen proceso de interventoría permite construir y entregar un producto de calidad, debido a que regularmente se encuentran errores en los procesos constructivos como lo es el amarre de acero, localización de elementos y fundición de elementos estructurales en concreto.
- En el uso de las nuevas tecnologías del concreto como lo son los aditivos, se observó un buen comportamiento del concreto ante estos agentes, agilizando procesos de fundición, mejorando el comportamiento de los morteros y concretos, garantizando un buen curado en los elementos fundidos y de esta manera optimizar la mayoría de las actividades realizadas en la obra.
- El trabajo en obras civiles es considerado un trabajo de alto riesgo, por lo cual fue de gran importancia la capacitación y aprendizaje en el manejo de elementos de seguridad industrial, supervisión del personal que desarrolla actividades en alturas, cumpliendo con las medidas de seguridad en corredores, vacíos, rutas de evacuación y conceptos básicos que hacen de una obra un lugar seguro tanto para los trabajadores como para la empresa.



8. RECOMENDACIONES

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



9. BIBLIOGRAFIA

- Mg. Rivera L. Gerardo A. Concreto Simple. Universidad del Cauca.
- Constructora G&H S.A
<https://garzonholguin.com/>
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10
- Manual SIKA.
<https://col.sika.com/>
- Diseños, planos y documentos internos proyecto “Hojarasca – Bosque Residencial”
- NTC, Normas Técnicas Colombianas
- Apuntes pregrado Construcción I y II, Materiales I y II.