

**AUXILIAR EN INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR DE
EDIFICIOS RESIDENCIALES “CAMINOS DEL BOSQUE”**

AUTOR: JORGE ALEXIS GONZALEZ CAMACHO

CÉDULA DE CIUDADANIA: 1061799837

CÓDIGO UNIVERSITARIO: 100417011024

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
POPAYÁN, CAUCA
MAYO**



**INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**AUXILIAR EN INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR DE
EDIFICIOS RESIDENCIALES “CAMINOS DEL BOSQUE”**



**UNIVERSIDAD
DEL CAUCA**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD PASANTÍA PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

DIRECTORA:

Ph.D. DENNY MARIANA TORRES ORTIZ



INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

NOTA DE ACEPTACIÓN

**Firma del presidente del
Jurado**

**Firma del
Jurado**

**Firma del
Director**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a mis padres, Magdalena Camacho Rivera y Jorge Enrique González Lame, por su apoyo incondicional, por inculcarme los valores necesarios para afrontar cada situación de la vida y por ser mi mayor inspiración. Gracias por brindarme el invaluable regalo de poder cursar la carrera de Ingeniería Civil en una de las mejores universidades de Colombia: la Universidad del Cauca.

A mi hermana, Lesly Alejandra González Camacho, por ser ejemplo e inspiración, por su apoyo constante y por motivarme desde el primer día. Sus consejos y anécdotas fueron fundamentales para afrontar las distintas situaciones que viví durante mi paso por la Universidad del Cauca.

Expreso mi sincero agradecimiento a la empresa AGV Ingeniería y Estructuras S.A.S., por brindarme la confianza y la oportunidad de realizar y culminar mi pasantía. Agradezco a cada uno de los trabajadores que compartieron conmigo su experiencia en obra, permitiéndome adquirir conocimientos nuevos y enriquecedores que aportan a mi formación como profesional competitivo.

A las ingenieras Natalia Agredo y Marcela Rivera, gracias por su acompañamiento, por compartir su conocimiento y por confiar en mí en este inicio de mi formación en el ámbito laboral. Su orientación fue clave para enfrentar con compromiso los desafíos propios de esta profesión.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, quienes con paciencia y dedicación entregan su conocimiento a cada estudiante, gracias por brindarme las bases técnicas necesarias para afrontar con seguridad mi vida profesional.

Finalmente, agradezco a la Universidad del Cauca por la formación académica y los aprendizajes recibidos. En especial, a la Ingeniera Denny Mariana Torres Ortiz, por su guía como mentora durante este proceso y por acompañarme en el desarrollo de este trabajo final.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	12
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4. ENTIDAD RECEPTORA.....	13
4.1. DATOS DE LA EMPRESA	13
4.2. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	13
4.3. CONTRATOS DE LA EMPRESA	15
5. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	16
6. METODOLOGÍA.....	17
6.1 EVALUCIÓN DE INICIO	19
6.2. ASIGNACIÓN DE TAREAS	23
6.3 DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	24
6.3.1. FORMATO DE HERRAMIENTAS	24
6.3.2. FORMATO DE RESANADORES	24
6.3.3. FORMATO DE LATEROS.....	30
6.3.3.1. CÁLCULO DE DUCTOLON	35
6.3.4. FORMATO VOLUMEN DE CONCRETO	41
6.3.5. APOYO EN OBRA.....	56
6.3.5.1. TOMA DE PLOMOS	56
6.3.5.2. TOMA DE NIVELES.....	61
6.3.5.3. LIBERACIÓN DE ACEROS	63
6.3.5.3.1. ALZADAS MUROS ESTRUCTURALES.....	64
6.3.5.4. VERIFICACIÓN DE FUNDICIONES.....	78
7. CONCLUSIONES.....	81
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA	82
9. ANEXOS	83

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logo AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S	13
Ilustración 2: Organigrama de la empresa AGV INGENIRIA Y ESTRUCTURAS S.A.S .	14
Ilustración 3: ubicación del proyecto	17
Ilustración 4. Planta de cimentación	20
Ilustración 5.Planta de muros estructurales primer piso.....	21
Ilustración 6.Planta de muros estructurales 2° a 10° piso	21
Ilustración 7. Avance de obra – Torre C desde diferentes ángulos.....	22
Ilustración 8. Distribución de apartamentos	23
Ilustración 9. Resanador realizando labores de reparación	25
Ilustración 10. Hormigqueo en muros estructurales	25
Ilustración 11. Corbatas utilizadas en formaletas (izquierda y centro), y orificio residual tras su retiro (derecha).....	26
Ilustración 12. Ejecución de dilataciones exteriores para prevenir agrietamientos	26
Ilustración 13. Alineación de carteras	27
Ilustración 14. Graficas de balance de materiales de resanadores mes 1 torre C.....	28
Ilustración 15. Graficas de balance de materiales de resanadores mes 2 torre C.....	28
Ilustración 16. Graficas de balance de materiales de resanadores mes 3 torre C.....	29
Ilustración 17. Graficas de balance de materiales de resanadores mes 3 torre D.....	30
Ilustración 18. Sistema de encofrado formaleta FORSA.....	31
Ilustración 19. Producto Anchorfix utilizado para anclaje de acero en obra.....	32
Ilustración 20. Ductolon revestimiento de corbatas.....	33
Ilustración 21. Graficas de balance de materiales de Lateros mes 1 torre C	33
Ilustración 22. Graficas de balance de materiales de Lateros mes 2 torre C	34
Ilustración 23.Graficas de balance de materiales de Lateros mes 3 torre D	34
Ilustración 24. Numeración de los muros estructurales.....	35
Ilustración 25. Distribución de apartamentos y elementos estructurales para el proceso de fundición (Fundición 1).	41
Ilustración 26. Segunda fundición: distribución de elementos estructurales a fundir.	42
Ilustración 27. Tercera fundición: apartamentos 3 y 4 mitad de losa de pasillo (losa 1) y gradas.....	42
Ilustración 28. Cuarta fundición: apartamentos 5 y 6, muro de 30 cm y losa 2.....	43
Ilustración 29. Culata 1.....	48
Ilustración 30. Culata 2.....	49
Ilustración 31. Culata 3.....	49
Ilustración 32. Código para cada elemento estructural.	54
Ilustración 33. Herramienta de automatización.	54
Ilustración 34. Función botón "OTRO ELEMENTO".....	55
Ilustración 35. Función botón "ELIMINAR"	55
Ilustración 36. Código para insertar fila.....	55
Ilustración 37. Código para eliminar fila.	56
Ilustración 38. Colocación de simbra	57
Ilustración 39. Modulación de apartamentos.....	57
Ilustración 40. Pasador metálico.....	58
Ilustración 41. Cuña metálica.	58
Ilustración 42. Trabajo en conjunto pasador y cuña.	58

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Ilustración 43. Pingrapa metálica.....	59
Ilustración 44. Función Pingrapa.	59
Ilustración 45. Caballete o uña alineadora.....	59
Ilustración 46. Mesa metálica.	60
Ilustración 47. Gatos metálicos o soportes metálicos.	60
Ilustración 48. Nivel de precisión.	61
Ilustración 49. Nivel laser.....	62
Ilustración 50. Posicionamiento del nivel de precisión en edificio contiguo.	62
Ilustración 51. Distribución uniforme del concreto de losa entrepiso.....	63
Ilustración 52. Alzadas de muros 1-2-3-4-5.....	64
Ilustración 53. Alzadas de muros 6-7-8-9-10.....	66
Ilustración 54. Elemento de borde EB1.....	67
Ilustración 55. Elemento de borde EB4.....	68
Ilustración 56. Alzadas de muros 11-12-13-13A-14.....	69
Ilustración 57. Elemento de borde EB3.....	70
Ilustración 58. Alzadas de muros 15-16-17-17A-18.....	72
Ilustración 59. Elemento de borde EB5.....	73
Ilustración 60. Alzadas de muros 19-20-21-22-23-24.....	74
Ilustración 61. Sección 1.....	75
Ilustración 62. Elemento de borde EB2.....	75
Ilustración 63. Detalle de grada tramo 1.	76
Ilustración 64. Detalle de grada tramo 2.	77
Ilustración 65. despiece de ventana.	77
Ilustración 66. Detalle esquina en planta.	78
Ilustración 67. Bomba de estacionaria.	79
Ilustración 68. Vaciado de concreto de apartamentos.....	79
Ilustración 69. Vibrado del concreto.....	80
Ilustración 70. Vaciado de concreto gradadas.	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Contratos de la empresa AGV INGENIRIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.....	16
Tabla 2. Formato utilizado para el control de herramienta.....	24
Tabla 3. Formato utilizado para el control de entrega de materiales a resanadores.....	27
Tabla 4. Formato utilizado para el control de entrega de materiales a lateros.....	31
Tabla 5. Número de corbatas por muro.....	36
Tabla 6. Formato para número de corbatas - Apto 1.....	36
Tabla 7. Formato para número de corbatas - Apto 2.....	37
Tabla 8. Código para espesor de muro.....	37
Tabla 9. Código Long de corbatas.....	38
Tabla 10. Código # CORBATAS.....	38
Tabla 11. Valor escogido.....	38
Tabla 12. Valor # corbatas automatizado.	38
Tabla 13. Formato para número de corbatas muros ascensor.....	39
Tabla 14. Formato para número de corbatas antepechos.	39
Tabla 15. Formato para número de corbatas muros de gradadas.....	39
Tabla 16. Cantidad de ductolón apto 1.....	40

Tabla 17. Cantidad de ductolón por cada piso de la edificación.	40
Tabla 18. Formato en Excel para cálculo de volumen de concreto por elemento estructural del apto 1.....	44
Tabla 19. Lista desplegable de elementos de piso.....	44
Tabla 20. Lista de denominaciones para el apartamento 1.	45
Tabla 21. tabla de fundiciones pisos 2 a 10	46
Tabla 22. Código fundición 1 por piso del 2 a 10.	46
Tabla 23. Condiciones verdaderas.....	47
Tabla 24. Tabla de fundiciones piso 1.	47
Tabla 25. Código fundición 1 piso 1	48
Tabla 26. Volumen de concreto para azotea	50
Tabla 27. Tabla de fundiciones para la azotea.	50
Tabla 28. Código fundición 1 azotea.....	51
Tabla 29. Comparación de volumen de concreto	51
Tabla 30. Lista de elementos estructurales.....	52
Tabla 31. Lista desplegable elementos estructurales.....	53
Tabla 32. Volumen del elemento estructural seleccionado.....	53
Tabla 33. Formato para número de corbatas - Apto 3.	83
Tabla 34. Formato para número de corbatas - Apto 4.	83
Tabla 35. Formato para número de corbatas - Apto 5.....	83
Tabla 36. Formato para número de corbatas - Apto 6.....	84
Tabla 37. Formato para número de corbatas - Apto 7	84
Tabla 38. Formato para número de corbatas - Apto 8.....	84
Tabla 39. Cantidad de ductolón apto 2.....	85
Tabla 40. Cantidad de ductolón apto 3.....	85
Tabla 41. Cantidad de ductolón apto 4.....	85
Tabla 42. Cantidad de ductolón apto 5.....	85
Tabla 43. Cantidad de ductolón apto 6.....	85
Tabla 44. Cantidad de ductolón apto 7.....	86
Tabla 45. Cantidad de ductolón apto 8.....	86
Tabla 46. Cantidad de ductolón ascensor.	86
Tabla 47. Cantidad de ductolón pasillo (antepechos).....	86
Tabla 48. Cantidad de ductolón muros de grada.....	86
Tabla 49. Volumen de concreto apto 2.....	87
Tabla 50. Lista de denominación apto 2.....	87
Tabla 51. Volumen de concreto apto 3.....	88
Tabla 52. Lista de denominación apto 3.....	88
Tabla 53. Volumen de concreto apto 4.....	88
Tabla 54. Lista de denominación apto 4.....	89
Tabla 55. Volumen de concreto apto 5.....	89
Tabla 56. Lista de denominación apto 5.....	89
Tabla 57. Volumen de concreto apto 6.....	90
Tabla 58. Lista de denominación apto 6.....	90
Tabla 59. Volumen de concreto apto 7.....	90
Tabla 60. Lista de denominación apto 7.....	91
Tabla 61. Volumen de concreto apto 8.....	91
Tabla 62. Lista de denominación apto 8.....	92
Tabla 63. Volumen de concreto ascensor.	92
Tabla 64. Lista de denominación ascensor.	92



INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Tabla 65. Volumen de concreto pasillo.....	93
Tabla 66. Lista de denominación pasillos.....	93
Tabla 67. Volumen de concreto grada.....	93
Tabla 68. Lista de denominación gradas.....	93
Tabla 69. Código fundición 2 por piso del 2 a 10.	94
Tabla 70. Código fundición 3 por piso del 2 a 10.	94
Tabla 71. Código fundición 4 por piso del 2 a 10.	94
Tabla 72. Código fundición 2 piso 1	95
Tabla 73. Código fundición 3 piso 1.	95
Tabla 74. Código fundición 4 piso 1.	95
Tabla 75. Código fundición 2 Azotea.....	95
Tabla 76. Código fundición 3 Azotea.....	96

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad del Cauca con el objetivo de que el estudiante refuerce sus conocimientos universitarios adquiridos a lo largo de toda su carrera, mediante la resolución N°820 de octubre del 2014 del consejo de facultad de Ingeniería civil. “permite a los estudiantes de ingeniería civil efectuar el trabajo de grado, en la modalidad práctica profesional (pasantía) en determinada empresa o entidad” (Civil, 2014).

Este informe tiene como objetivo exponer el proceso de la práctica profesional como auxiliar de ingeniería civil, llevada a cabo en la modalidad de pasantía. La práctica profesional se realizó en la empresa AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S. en la obra “CAMINOS DEL BOSQUE”, en la construcción de dos edificios ubicados en calle 52 norte # 21-02 variante norte. Este proyecto es el resultado de la aplicación de los conocimientos aprendidos como: lectura y verificación de planos, cálculo de volumen de concreto, liberación de acero, además de nuevos conocimientos como toma de plomos, toma de niveles y la creación de balances de materiales, muy importantes para la planeación y ejecución de la obra.

La experiencia alcanzada durante la participación de este proyecto de construcción fue muy valiosa no solamente por el aprendizaje, sino también, por la contribución del conocimiento para que las comunidades locales pudieran tener una provisión de vivienda de alta calidad. Es importante destacar que la experiencia permitió la formación de una base sólida para comprender los desafíos en campo y saber actuar de manera consecuente y eficaz en futuras obras de construcción civil.

2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de grado en modalidad de pasantía como auxiliar de ingeniería en la empresa AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S, fue realizado para cumplir con los requisitos establecidos para obtener el título profesional de ingeniería civil de la Universidad del Cauca (Civil, 2014) (Consejo Superior, 2012).

La pasantía fue ejecutada durante 3 meses en el proyecto de construcción de dos edificios residenciales de diez pisos, cada piso con ocho apartamentos. El diseño y la construcción de estos edificios fueron pensados considerando factores como la sostenibilidad, la comodidad y seguridad de los futuros residentes. Además, el proyecto cumplió con todas las regulaciones y códigos de construcción locales y nacionales como lo son la Norma técnica Colombiana, NTC (ICONTEC, 2020), Norma Sismo Resisten de 2010, (NSR-10, 2010).

El proyecto representó un desafío y una oportunidad para aplicar y expandir los conocimientos logrados durante los cursos de estudio de ingeniería civil para cumplir cabalmente con las tareas asignadas por la empresa. es importante destacar la formación y capacitación como ingeniero civil es de gran contribución para la sociedad, porque ayuda a las personas a tener construcciones civiles más sostenibles y de mejor calidad.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar las competencias adquiridas durante la formación académica en la Universidad del Cauca como futuro ingeniero civil, apoyando como auxiliar en la obra con contrato N° 0.31 del 19 de diciembre de 2023 para la construcción de viviendas multifamiliar de edificios residenciales Caminos del Bosque cuyo objetivo es el “Suministro de mano de obra calificada, materiales, herramientas y equipos necesarios para la construcción de la estructura de la torre C y D, desde el apartamento 101 al 1008 con sistema de encofrado mano portable metálico”.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Colaborar en la actualización de balance de material de obra, teniendo en cuenta las actividades necesarias para la ejecución de la zona asignada al pasante.
- Apoyar en la actualización de las cantidades de volumen de concreto para los elementos del edificio en la zona asignada.
- Verificar, cerciorarse y estar presente en cada una de las fundiciones correspondientes al edificio asignado al pasante y dar soluciones a posibles inconvenientes durante la fundición.

4. ENTIDAD RECEPTORA

AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S, empresa dedicada a la construcción de edificios residenciales, constituida el 12- 07- 2017, la forma jurídica de la empresa es sociedad por acciones simplificada.



Ilustración 1. Logo AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S

Fuente: Recursos de la empresa AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S

4.1. DATOS DE LA EMPRESA

A continuación, se presenta información más detallada sobre la empresa.

Nombre o razón social: AGV INGENIERIA ESTRUCTURAS S.A.S

Representante legal: YISSEL NATALIA AGREDO VELASCO

NIT: 901.096.894-8

Dirección: PARQUE INDUSTRIAL MANZANA C LOTE 1

Teléfono: 3107009919 – 313353913

Correo electrónico: contabilidad@agvingenieria.com.co

4.2. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

En la ilustración 2 se muestra el organigrama de la empresa AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S. en donde:

Gerencia general: Es responsable de la toma de decisiones estratégicas, la supervisión general de todas las áreas de la empresa y la dirección de los objetivos corporativos.

Gerencia técnica: Esta área se encarga de supervisar y coordinar todos los aspectos técnicos de los proyectos, incluyendo la planificación, diseño y ejecución de obras. También se responsabiliza de la calidad técnica y el cumplimiento de normativas.

Interventoría y dirección de obra: Esta área tiene como función supervisar y controlar la ejecución de los proyectos, asegurando que se cumplan los plazos, costos y especificaciones técnicas. También se encarga de la gestión de contratos y la resolución de problemas en obra.

Dirección de obra: Responsable de la ejecución directa de los proyectos en campo. Coordina a los equipos de trabajo, supervisa la calidad de la construcción y asegura el cumplimiento de los planes de obra.

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Personal de almacén: Encargado de la gestión y control de materiales, herramientas y equipos utilizados en las obras. Asegura que los recursos estén disponibles cuando se necesiten y lleva un registro de inventarios.

Profesional en seguridad y salud en el trabajo (SST): Responsables de garantizar que se cumplan las normas de seguridad y salud ocupacional en todas las áreas de la empresa. Realizan inspecciones, capacitaciones y gestionan riesgos laborales.

Ingeniero (A) residente: Es el ingeniero responsable de supervisar y garantizar que los aspectos estructurales de las obras se ejecuten según los diseños y normativas. Resuelve problemas técnicos relacionados con la estructura.

Maestro de obra: Líder directo de los equipos de trabajo en campo. Supervisa a los oficiales y ayudantes, asegurando que las tareas se realicen correctamente y en el tiempo previsto.

Oficiales: Trabajadores especializados en tareas específicas de construcción, como albañilería, carpintería, electricidad, etc. Ejecutan las labores asignadas bajo la supervisión del maestro de obra.

Ayudantes: Personal de apoyo que asiste a los oficiales en las tareas de construcción. Realizan labores menos especializadas pero esenciales para el avance de la obra.

A continuación, se ilustra el organigrama de la empresa:

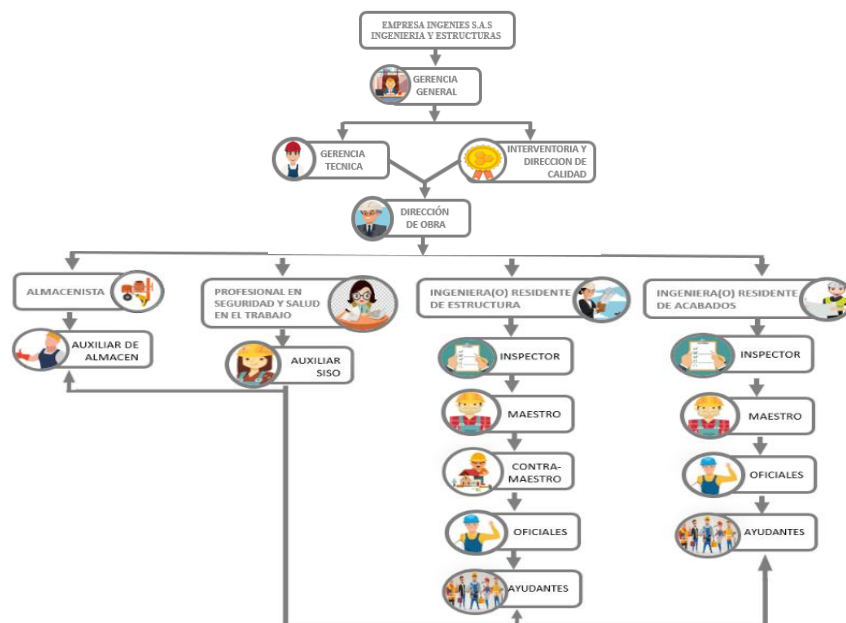


Ilustración 2: Organigrama de la empresa AGV INGENIRIA Y ESTRUCTURAS S.A.S
Fuente: Recursos de la empresa AGV INGENIRIA Y ESTRUCTURAS S.A.S

4.3. CONTRATOS DE LA EMPRESA

Durante la ejecución de la obra “CAMINOS DEL BOSQUE” la empresa AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S. Realizo 2 tipos de contratos diferentes:

CONTRATO 1

Este contrato fue elaborado para construcción de los parqueaderos de los módulos 3-4-5-6 y 7, a continuación, son descritos las especificaciones del contrato:

GENERALIDADES DEL PROYECTO: obra de construcción de infraestructura de viviendas multifamiliar.

CONTRATO DE OBRA N°: 031 del 19 de diciembre de 2023 suscrito por GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S - GRACOL

OBJETO: “suministro de mano de obra calificada, materiales y equipos necesarios para la construcción de la cimentación y estructura del parqueadero del módulo 3-4-5-6 y 7 ubicado en la ciudad de Popayán”

CONTRATISTA: AGV INGENIRIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

CONTRATANTE: GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S – GRACOL

NIT: 900.343.892-1

VALOR DEL CONTRATO: \$727.765.046 IVA incluido

PLAZO DE EJECUCIÓN: Trecientos sesenta y nueve (369) días calendario

CONTRATO 2

Este contrato fue elaborado para construcción de la estructura de la torre C y D del proyecto caminos del bosque, a continuación, son descritos las especificaciones del contrato:

GENERALIDADES DEL PROYECTO: obra de construcción de infraestructura de viviendas multifamiliar.

CONTRATO DE OBRA N°: 031 del 19 de diciembre de 2023 suscrito por GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S - GRACOL

OBJETO: “Suministro de mano de obra calificada, materiales, herramientas y equipos necesarios para la construcción de la estructura de la torre C y D, desde el apartamento 101 al 1008 con sistema de encofrado mano portable metálico, del proyecto caminos del bosque de la ciudad de Popayán”

CONTRATISTA: AGV INGENIRIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

CONTRATANTE: GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S – GRACOL

NIT: 900.343.892-1

VALOR DEL CONTRATO: \$ 864.00.000 IVA incluido

PLAZO DE EJECUCIÓN: Doscientos dos (202) días calendario.

la Tabla 1 muestra el resumen de los contratos de la empresa para la obra “CAMINOS DEL BOSQUE”.

TIPO	CONTRATOS DE LA EMPRESA					
	CONTRATANTE	CONTRATISTA	OBRA	OBJETO	VALOR DEL CONTRATO	DURACIÓN DEL CONTRATO
1	GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S - GRACOL	AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S	CAMINOS DEL BOSQUE	SUMINISTRO DE MANO DE OBRA CALIFICADA, MATERIALES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DEL PARQUEADERO DEL MODULO 3-4-5-6 Y 7 UBICADO EN LA CIUDAD DE POPAYAN	\$727.765.046 IVA INCLUIDO	TRECIENTOS SESENTA Y NUEVE (369) DIAS CALENDARIO
2	GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S - GRACOL	AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S	CAMINOS DEL BOSQUE	SUMINISTRO DE MANO DE OBRA CALIFICADA, MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA TORRE C Y D, DESDE EL APARTAMENTO 101 AL 1008 CON SISITEMA DE ENCONFRADO MANO PORTABLE METALICO	\$864.000.000 IVA INCLUIDO	DOCIENTOS DOS (202) DIAS CALENDARIO

Tabla 1: Contratos de la empresa AGV INGENIRIA Y ESTRUCTURAS S.A.S
Fuente: Recursos de la empresa AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

5. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Como características generales del proyecto, se contemplaba la construcción de dos edificios residenciales, cada uno con 10 pisos y capacidad para 8 apartamentos por piso, utilizando un sistema estructural de muros en concreto fundidos monolíticamente. Cada apartamento contaba con una alcoba principal con baño, una alcoba auxiliar, baño social, sala, cocina y espacio para lavadero.

En cuanto a las especificaciones de los materiales, se empleaba acero corrugado $F_y=420$ MPa (4200 kg/cm^2) para diámetros iguales o mayores a #3, cumpliendo con la norma ASTM A-706. También se utilizaba acero liso $F_y=420$ MPa (4200 kg/cm^2) para barras #2. En el caso de las mallas, se consideraba un acero con $F_y \geq 420$ MPa (4200 kg/cm^2), conforme al ítem C.3.5.3.10.

Respecto al concreto, se presetaron variaciones según el nivel del edificio: del nivel 1 al 3 se usaba concreto autocompactante de $F'_c=35$ MPa (5000 psi), del nivel 4 al 6 de $F'_c=28$ MPa (4000 psi), y del nivel 7 al 10, así como en las culatas, de $F'_c=21$ MPa (3000 psi). Para las gradas, se especificaba el uso de concreto plástico con una resistencia de $F'_c=21$ MPa (3000 psi).

Los trabajos realizados debían cumplir las siguientes normas técnicas:

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

- El refuerzo debía cumplir con C.21.1.5 (NTC 2289 – NTC 2043) (ICONTEC, 2020)
- Norma ASTM A-706. C.3.5.3.4. (ICONTEC, 2020)
- Norma ASTM A-706. C.3.5.3.5 – C.3.5.3.10 (ICONTEC, 2020)
- Relación a/mc para mezclas de concreto C.4.3.1: según la clase de exposición, para garantizar durabilidad (NSR-10, 2010)
- Curado del concreto C.5.11: el concreto debe mantenerse húmedo por lo menos 7 días después de la fundición. (NSR-10, 2010)
- Agregados C.3.3.2: tamaño máximo nominal del agregado grueso. (NSR-10, 2010)
- Supervisión técnica de acuerdo con el título C – 1.1.2 de la norma NSR-10 (NSR-10, 2010)

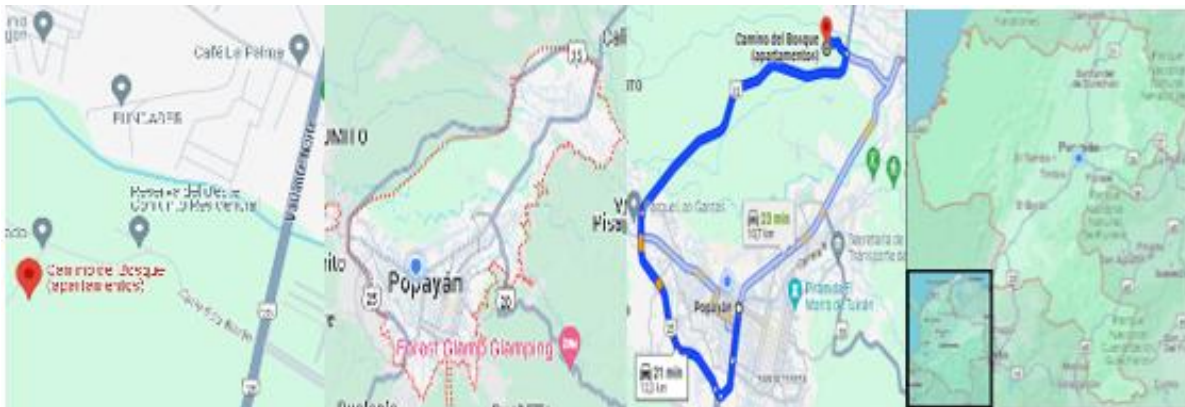


Ilustración 3: ubicación del proyecto
Fuente: elaboración propia a partir de Google maps

6. METODOLOGÍA

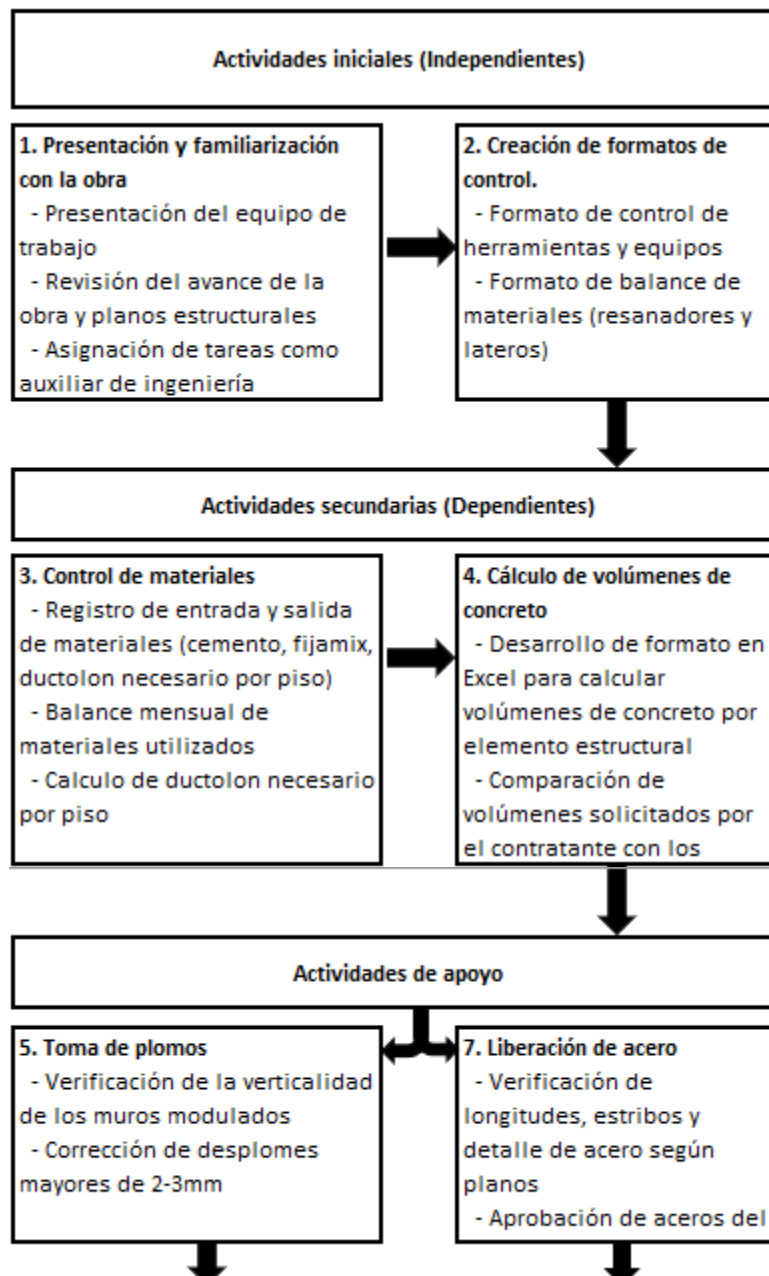
El trabajo de grado en la modalidad pasantía se desarrolló a partir del doce de septiembre del año 2024 hasta el doce de enero del 2024, en la empresa AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S, en la ciudad de Popayán, con el objetivo de realizar la construcción de 2 edificios por el sistema de muros estructurales, por el método de formaleta metálica “FORSA” y otras actividades a realizar en la obra como apoyo de la ingeniera Marcela Rivera, quien era la ingeniera residente de la obra, el progreso de la pasantía se llevó a cabo a través de las siguientes actividades.

- Se realizó y se hizo uso de un formato para llevar un correcto control sobre la herramienta menor y equipos de trabajo de la empresa AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S.
- Se efectuó un control sobre la entrada y salida de los materiales utilizados en el proyecto, se creó un formato funcional y se hizo la comparación semana a semana sobre los mismos, para finalmente realizar un balance de materiales para cada torre terminada.
- Se llevó a cabo un formato el cual calcula los volúmenes de concreto por cada elemento del edificio, donde se tuvo en cuenta, los apartamentos, las gradas, el ascensor y pasillo.
- Se brindo apoyo en la toma de plomos de los elementos del edificio armados en formaleta metálica, para garantizar una correcta fundición.

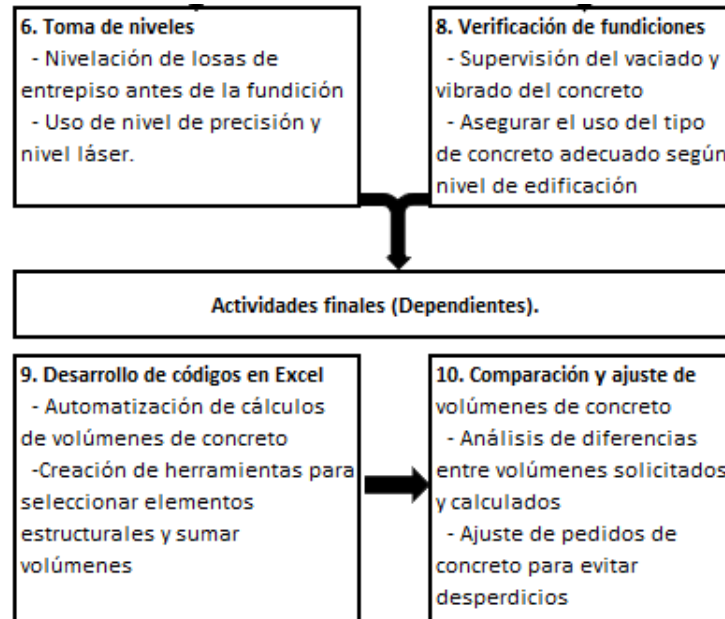
INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

- Se desempeño como apoyo en la toma de niveles de losa de cada uno de los apartamentos listos para fundición.
- Se efectuó la correcta liberación de aceros de los apartamentos según las especificaciones de los planos.

Para tener mayor claridad y un correcto orden con respecto a las actividades realizadas, se presenta a continuación un flujograma de las actividades tanto independientes como dependientes.



INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA



6.1 EVALUCIÓN DE INICIO

En el primer día de la pasantía, se realizó la presentación del equipo de trabajo de INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S., desde la ingeniera residente de obra hasta los distintos trabajadores involucrados en el proyecto “CAMINOS DEL BOSQUE”. Entre ellos se encontraban lateros, herreros, simbradores, palomeros, resanadores, oficiales, ayudantes. Finalizada la presentación, la ingeniera residente explicó el funcionamiento general de la obra, su estado de avance y las funciones que debía asumir como pasante dentro del proyecto.

En ese momento, la cimentación ya se encontraba finalizada. Esta consistía en una placa aligerada de cimentación compuesta por 24 vigas y 15 viguetas diferentes, conformando así la base estructural sobre la cual se desarrollaría el resto de la edificación, como se observa en la Ilustración 4.

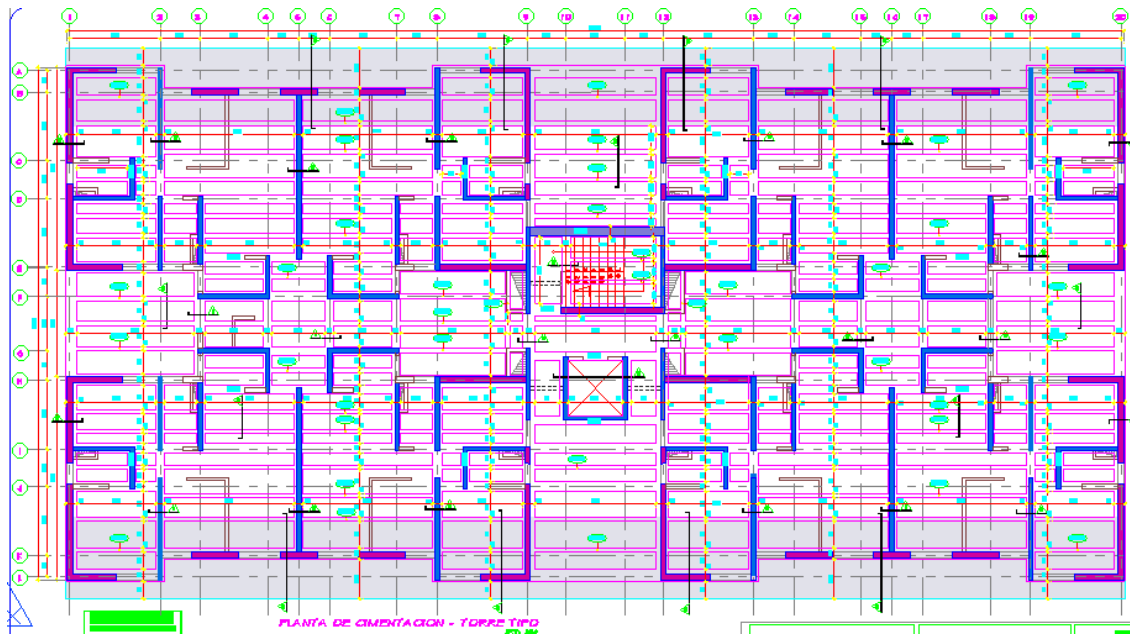


Ilustración 4. Planta de cimentación
Fuente: (GRACOL, 2021)

Para comprender la distribución y disposición de los elementos estructurales de la edificación, a continuación, se presenta la planta de muros estructurales correspondiente al primer piso del proyecto. En la ilustración 5 se pueden identificar los muros que conforman la estructura principal de la torre, así como el núcleo central de circulación vertical (escaleras).

La representación gráfica emplea una codificación por colores que permite diferenciar el tipo de muro según su espesor: los muros de color azul corresponden a elementos con un espesor de 15cm, los de color magenta tienen un espesor de 20cm, mientras que un muro azul de tonalidad distinta indica un espesor de 30cm. Por su parte, los elementos en rojo corresponden a la estructura de escaleras del edificio. Esta visualización facilitará la lectura del sistema estructural empleado en la edificación y permite analizar la modulación espacial y el comportamiento estructural de cada elemento.

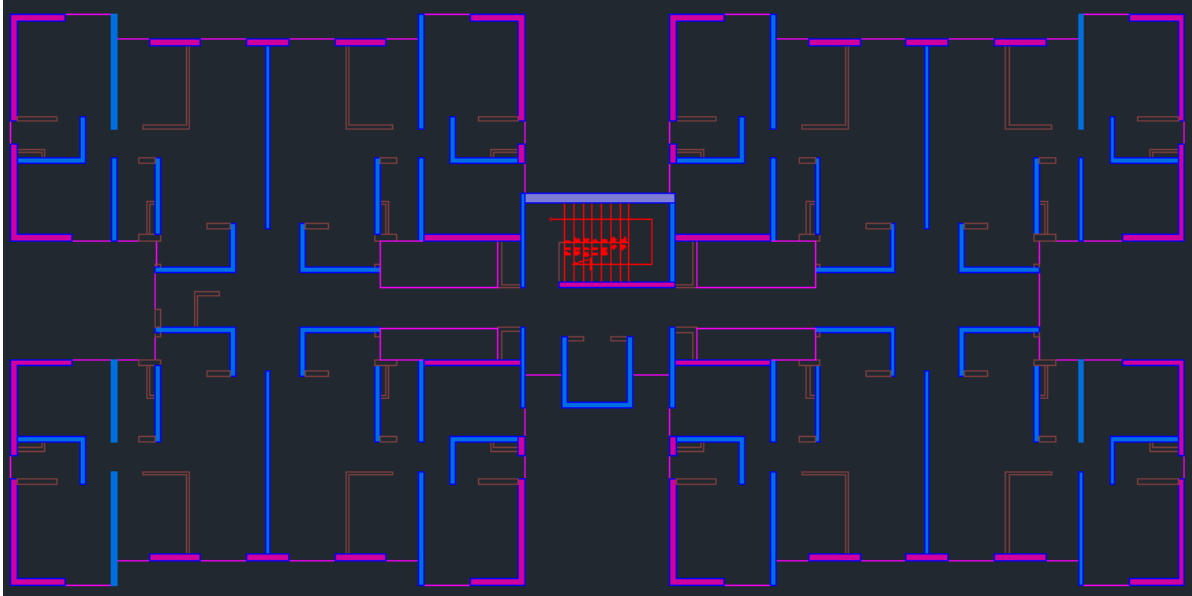


Ilustración 5. Planta de muros estructurales primer piso
Fuente: (GRACOL, 2021)

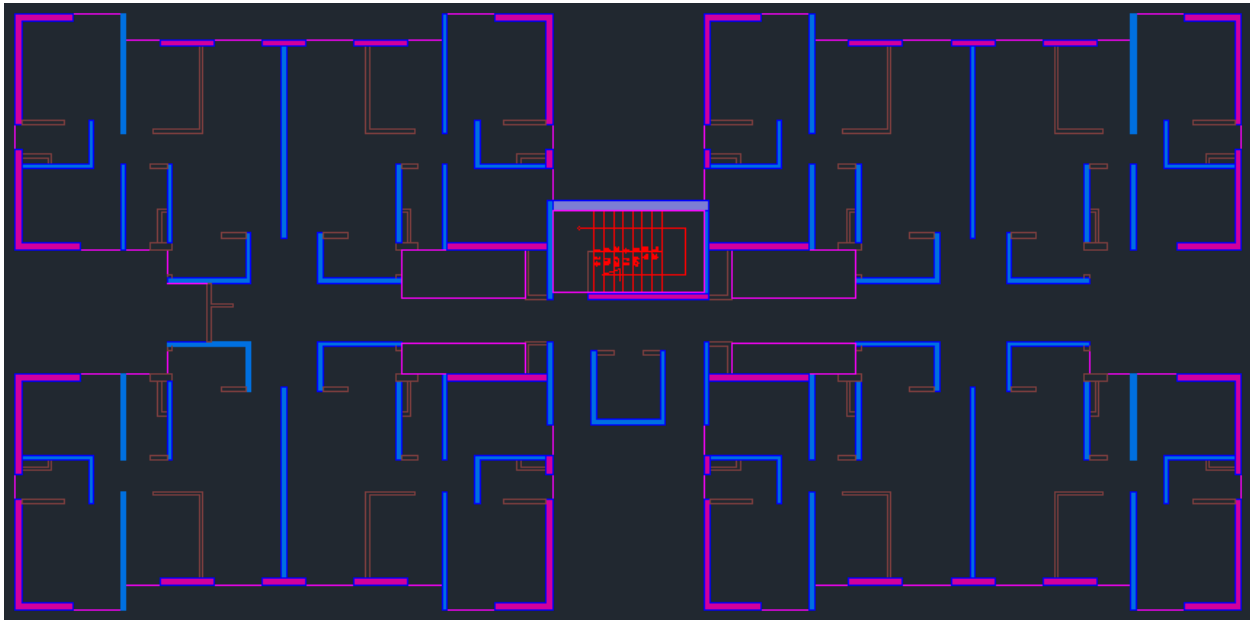


Ilustración 6. Planta de muros estructurales 2° a 10° piso
Fuente: Fuente: (GRACOL, 2021)

Además, la obra ya tenía apartamentos fundidos hasta el segundo piso de la edificación. Se indicó que cada uno de estos apartamentos se había fundido de manera individual, es decir, uno a la vez. Sin embargo, se planteó un cambio en la metodología, con la intención de fundir dos apartamentos por día en adelante.

En esta etapa de la construcción, la torre C presentaba avances significativos. Ya se había alcanzado el segundo piso completamente fundido, y se ejecutaban las actividades

correspondientes al tercer piso, incluyendo la modulación de la losa y la construcción de muros estructurales. La Ilustración 7 muestra el estado de esta torre desde dos perspectivas diferentes.



Ilustración 7. Avance de obra – Torre C desde diferentes ángulos
Fuente: Propia

Con el avance de la construcción y el inicio de la fundición del tercer piso, fue necesario establecer una secuencia clara para la fundición de los apartamentos y de los elementos estructurales asociados. Esta planificación tenía como objetivo garantizar una ejecución organizada, continua y segura de las actividades constructivas. A continuación, se describe el orden definido para dichas actividades.

Inicialmente, los apartamentos fueron numerados del 1 al 8 en sentido horario, como se observa en la ilustración 8. Sin embargo, la secuencia adoptada para la función no correspondía exactamente a dicha numeración. Para las actividades de fundición, se comenzaba, se comenzaba con el apartamento número 7, seguido por el número 8, manteniendo siempre un orden sistemático en el proceso.

Adicionalmente. Se estableció que algunas zonas estructurales se fundieran de manera conjunta debido a su ubicación estratégica y fundición estructural. Por ejemplo, cuando se fundía el apartamento número 8, también se ejecutaban los muros del núcleo de circulación vertical, es decir, los correspondientes al ascensor. De manera similar, la fundición del apartamento número 5 incluía también los muros estructurales de las gradas, por su conexión directa y necesidad de ejecución simultánea.

En cuanto a la losa del pasillo, esta se dividía en dos partes: la primera mitad, comprendida entre los ejes F-G y 4-9, se fundía en conjunto con el apartamento 4; la segunda mitad, ubicada entre los ejes F-G y 9-18, se ejecutaban junto con el apartamento número 6. Esta división permitía optimizar el proceso constructivo y asegurar la continuidad estructural entre los elementos.

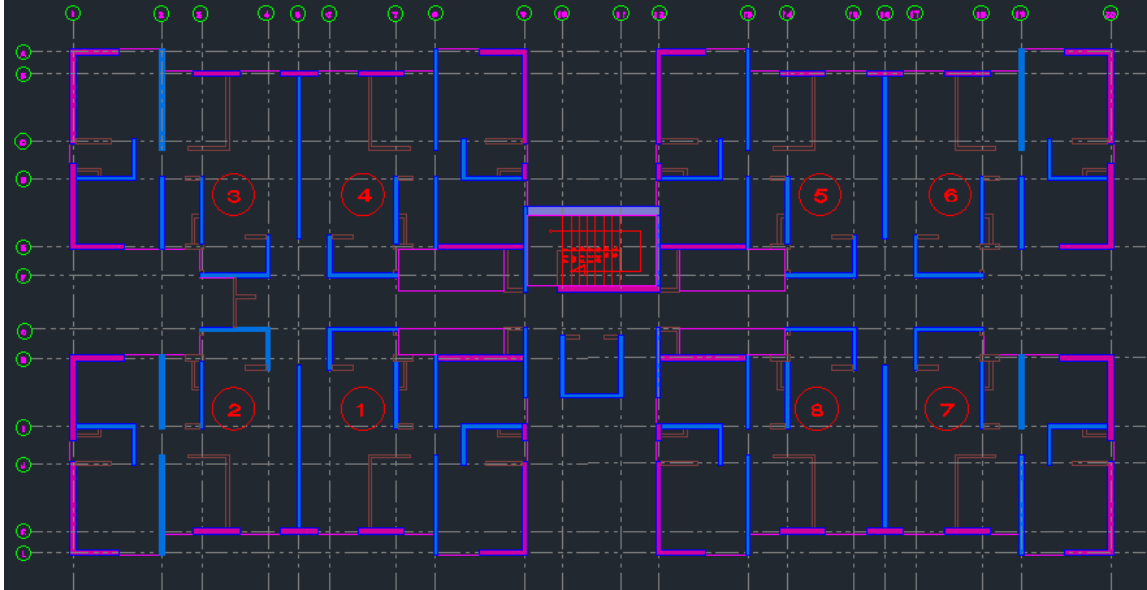


Ilustración 8. Distribución de apartamentos

Fuente: (GRACOL, 2021)

Por otra parte, se estableció un procedimiento para la recepción de los apartamentos ya modulados por parte de los trabajadores (lateros). Este procedimiento consistía en verificar que los muros estuvieran debidamente plomados, que la distancia entre la lata y simbra fuera la adecuada, y que los niveles de los apartamentos se encontraran en orden.

De manera complementaria, se revisaban las condiciones del acero que se utilizaría en los apartamentos próximos a ser modulados, siguiendo las especificaciones de los planos proporcionados por GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S – GRACOL.

6.2. ASIGNACIÓN DE TAREAS

Debido al incremento progresivo en el número de apartamentos que se debían modular por día (hasta unidades diarias), fue necesario reorganizar y distribuir las funciones dentro del equipo de trabajo. Este aumento en la carga operativa implicó la asignación de responsabilidades adicionales por parte de la ingeniera residente, quien requirió apoyo para garantizar la eficiencia en el desarrollo de las actividades constructivas.

Para llevar un control eficiente del ingreso y egreso tanto de herramientas como de materiales de construcción, se implementaron formatos específicos. Además, se estableció un sistema de seguimiento mensual de inventarios que facilitaba el control del uso de materiales. Estos formatos fueron diligenciados directamente por quien suscribe este informe, en cumplimiento de las funciones asignadas durante la práctica profesional.

También fue necesario supervisar la cantidad de ductolón utilizada, material empleado para recubrir las corbatas metálicas y permitir su retiro posterior sin comprometer los elementos estructurales. Esta supervisión tuvo como objetivo optimizar el uso del material, reducir desperdicios y mejorar el control sobre los recursos empleados.

Además, se diseñaron formatos para el monitoreo del volumen de concreto utilizado en cada etapa de fundición, así como para el seguimiento del avance en la instalación de elementos estructurales como antepechos, muros de ascensor, muros de gradas y losa de pasillo.

Dentro de las actividades asignadas, también se incluyó la verificación de la correcta liberación del acero en los apartamentos listos para ser encofrados, así como la toma de niveles y plomos, asegurando el cumplimiento de los parámetros requeridos para una fundición adecuada.

6.3 DESARROLLO DE ACTIVIDADES

6.3.1. FORMATO DE HERRAMIENTAS

Una de las primeras actividades que se me asignó consistió en diseñar un formato destinado al control de entrada y salida de herramientas menores y equipo del almacén. Este formato tiene como objetivo central llevar un registro organizado que permita identificar el flujo de herramientas dentro del proyecto, asegurando así su trazabilidad y disponibilidad

FORMATO DE ENTREGA Y DEVOLUCION DE HERRAMIENTA							
HERRAMIENTA	NOMBRE	FIRMA	FECHA ENTREGA	HORA	FECHA DEVUELVO	HORA	FIRMA

Tabla 2. Formato utilizado para el control de herramienta

Fuente: Propia

Este formato (tabla 2) permite registrar datos clave como el tipo de herramienta utilizada, el nombre del trabajador que la solicita, su firma, así como la fecha y la hora tanto de entrega como de devolución. También se consigna la firma del trabajador que entrega la herramienta, con el fin de garantizar la responsabilidad sobre el uso adecuado de los elementos.

Adicionalmente, este control facilita la identificación de inconsistencias, como herramientas que no retornan, salidas no justificadas o ingresos de nuevo material, permitiendo tomar medidas correctivas de forma oportuna y manteniendo una gestión eficiente de los recursos del almacén.

Por otra parte, se establece un balance mensual de los materiales de construcción utilizados en obra. Para una mejor organización y control, los materiales se clasifican en dos grupos: aquellos empleados por el equipo de resane y los utilizados por el personal encargado de la instalación de formaleta metálica. Debido a esta diferenciación, se desarrollaron dos formatos específicos que permiten llevar un control detallado de las cantidades utilizadas, lo cual facilita la gestión del inventario, evita desperdicios y asegura el abastecimiento oportuno según las necesidades de cada frente de trabajo.

6.3.2. FORMATO DE RESANADORES

En la obra se cuenta con un equipo de resanadores, cuya función principal es corregir imperfecciones en los elementos de concreto fundido. Estas fallas pueden presentarse por falta de vibrado adecuado durante la fundición, lo que provoca la aparición de burbujas de aire, conocidas como “hormigueo”, o por errores en el alineamiento y escuadra de las carteras. Además, se encargan de realizar las dilataciones exteriores para prevenir agrietamientos y

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

deformaciones, así como de resanar los agujeros que quedan tras retirar las corbatas de los muros. También son responsables de verificar que las carteras queden correctamente alineadas y a escuadra con relación al codal. Para llevar a cabo estas tareas, utilizan materiales como cemento, cal, pegacort y fijamix, que permiten una correcta adherencia, sellado e impermeabilización de las superficies intervenidas.

En la Ilustración 9 se observa dos trabajadores (resanadores) realizando labores de reparación por imperfecciones que quedan tras cada fundición.



Ilustración 9. Resanador realizando labores de reparación

Fuente: Propia

Cuando el concreto premezclado no presenta fluidez adecuada al momento de su colocación, y no se aplica correctamente la vibración mecánica, se generan imperfecciones superficiales en los elementos fundidos. Este defecto, conocido como “hormigueo” (Ilustración 10), consiste en la presencia de vacíos o burbujas que afectan tanto la estética como el desempeño del concreto. Estas fallas deben ser corregidas por los resanadores mediante procedimientos específicos de reparación.



Ilustración 10. Hormigueo en muros estructurales

Fuente: Propia

Ya que la formaleta hace uso de corbatas (elementos metálicos que permiten mantener las dimensiones exactas requeridas para el muro), durante la fundición dichas corbatas quedan embebidas en el concreto. Al ser retiradas posteriormente, generan un orificio transversal que atraviesa el muro de lado a lado, el cual debe ser corregido para garantizar un acabado uniforme y evitar filtraciones. Para esta reparación se emplean materiales como cemento, cal o pegacort, que aseguran una unión sólida y resistente.

A continuación, se muestran imágenes donde se observan las corbatas en función durante el armado de la formaleta, así como el orificio resultante tras su remoción:



Ilustración 11. Corbatas utilizadas en formaletas (izquierda y centro), y orificio residual tras su retiro (derecha)
Fuente: Propia

De igual manera, los resanadores se encargan de ejecutar las dilataciones exteriores de la torre (Ilustración 12), con el fin de prevenir agrietamientos estructurales y deformaciones causadas por variaciones térmicas. Para esta actividad se emplean materiales como cemento y fijamix, los cuales permiten el sellado efectivo de juntas, garantizando impermeabilidad y durabilidad.



Ilustración 12. Ejecución de dilataciones exteriores para prevenir agrietamientos
Fuente: Propia

Finalmente, los resanadores también verifican que las carteras se encuentren correctamente alineadas y a escuadra con respecto al codal, asegurando que el proceso de encofrado cumpla con los parámetros geométricos establecidos (Ilustración 13).



Ilustración 13. Alineación de carteras
Fuente: Propia

Para controlar la salida de materiales utilizados por los resanadores, se implementa un formato manual (Tabla 3) en el cual se registra la información correspondiente a cada retiro del almacén. Este incluye el nombre del trabajador encargado, los materiales entregados (como cemento, fijamix y cal), la fecha y hora del retiro, así como la firma del responsable.

Inicialmente, el formato consideraba el uso de cal como uno de los materiales principales; sin embargo, este fue reemplazado posteriormente por Pegacort, debido a su mayor efectividad y rendimiento en obra. Esta modificación se refleja en una actualización del formato utilizada a partir de ese momento.

A través de estos registros se elaboran balances mensuales que permiten monitorear el consumo semanal de materiales. Para cada mes se consolida la información por semanas, lo que facilita identificar tendencias de gasto y ajustar el suministro según las necesidades operativas.

FORMATO DE RESANADORES						
NOMBRE	CEMENTO	FUJAMIX	PEGACORT	fecha	hora	firma

Tabla 3. Formato utilizado para el control de entrega de materiales a resanadores
Fuente: Propia

Con el objetivo de realizar un control detallado del consumo de materiales empleados en las actividades de resane, se diseñaron formatos de registro diario y posteriormente se elaboraron balances mensuales de materiales mediante gráficas en Excel. Estas gráficas permiten visualizar

de forma clara la variación semanal en el uso de los insumos, facilitando así la planificación y la toma de decisiones en obra.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada mes:

En el mes 1 se evidencia el comportamiento en el consumo de cemento, cal y fijamix, materiales empleados durante las semanas correspondientes, como se muestra en la Ilustración 14.

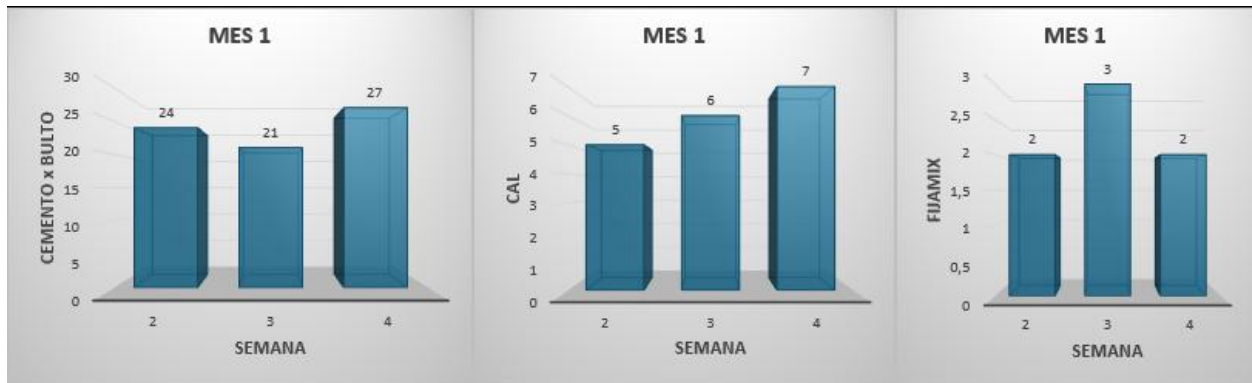


Ilustración 14. Gráficas de balance de materiales de resanadores mes 1 torre C

Fuente: Propia

Durante el mes 1, se observa en las gráficas que:

- En la segunda semana de este mes se utilizaron 24 bultos de cemento, en la tercera 21 bultos y en la cuarta 27 bultos, evidenciando un aumento progresivo en el consumo y teniendo un total de 72 bultos de cemento.
- En cuanto al uso de cal, se registró un consumo de 5 bolsas en la segunda semana, aumentando a 6 bolsas en la tercera y 7 bolsas en la cuarta semana. Evidenciando un aumento progresivo para un total de 18 bolsas.
- Respecto al fijamix, se reporta un consumo durante la primera semana de 2 bolsas, en la tercera semana se utilizaron 3 bolsas y en la cuarta 2 bolsas, reflejando una estabilidad con respecto al consumo de este material.

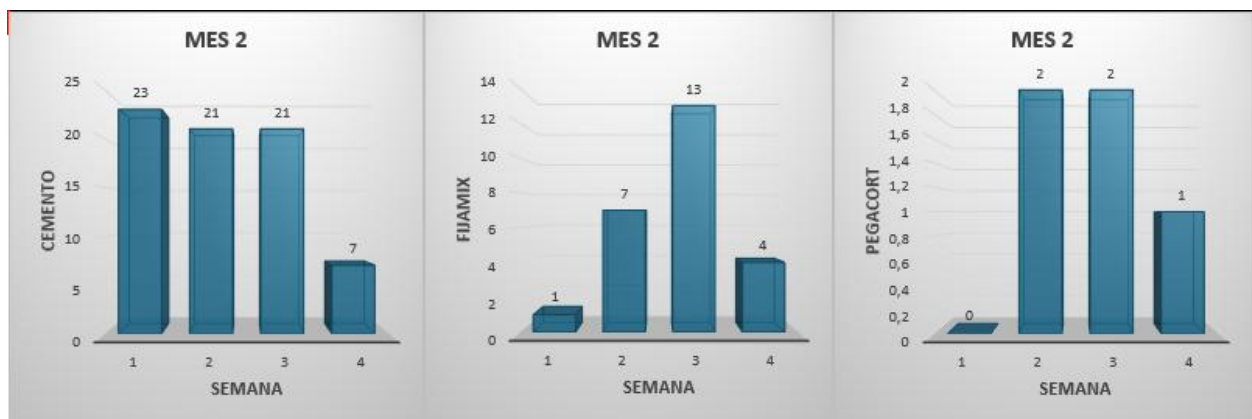


Ilustración 15. Gráficas de balance de materiales de resanadores mes 2 torre C

Fuente: Propia

En el mes 2 (Ilustración 15), el comportamiento de los materiales fue el siguiente:

- El consumo de cemento se mantuvo estable, con 23 bultos en la primera semana, 21 bultos en la segunda, 21 en la tercera y 7 bultos en la cuarta semana. Esta disminución final coincide con la conclusión de actividades en la torre C.
- El fijamix tuvo un comportamiento irregular debido a problemas de suministro: hubo consumo de 1 bolsa en la primera semana, mientras que en la segunda se utilizaron 7 bolsas, en la tercera 13 bolsas y en la cuarta 7 bolsas. Este aumento atípico responde a ajustes en la transición de materiales, donde la cal fue reemplazada de manera definitiva.
- La cal dejó de utilizarse progresivamente, y en el segundo mes se completó la transición al pegacort, lo cual se refleja en la disminución de consumo de cal y el aumento en el uso del fijamix.

Finalmente, respecto al material pegacort en el mes 2, se evidenció que:

- No hubo consumo en la semana 1 debido al proceso de transición.
- En la semana 2 se utilizaron 2 bolsas, en la semana 3 nuevamente 2 bolsas y en la semana 4 solo 1 bolsa, indicando una estabilización en el consumo conforme se ajustaban las cantidades requeridas para la obra.

Se presentan dos grupos de gráficas, correspondientes al cierre de actividades en la Torre C (Ilustración 16) y el inicio de labores en la Torre D (Ilustración 17), donde se realizó un seguimiento diferenciado para cada estructura, buscando establecer patrones de consumo aplicables a proyectos futuros.

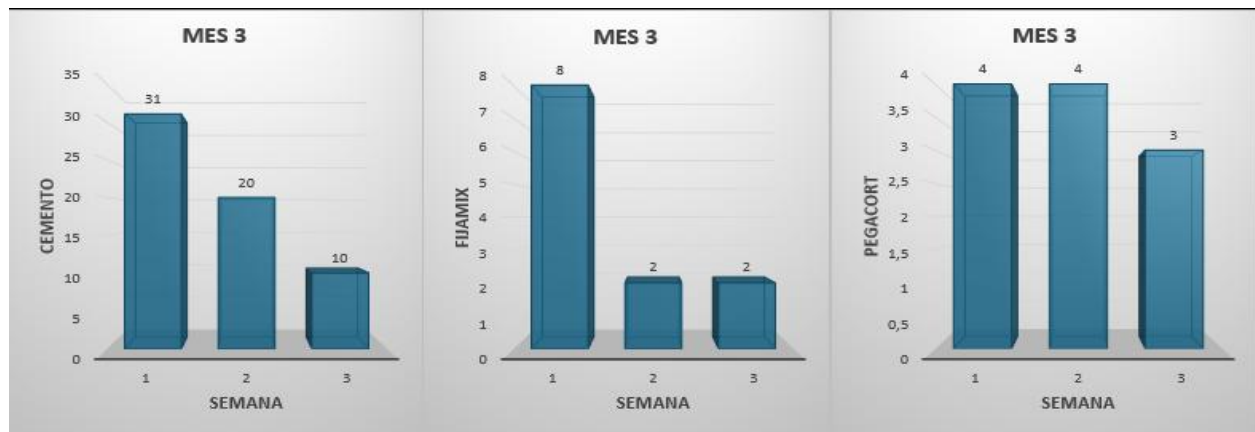


Ilustración 16. Gráficas de balance de materiales de resanadores mes 3 torre C
Fuente: Propia

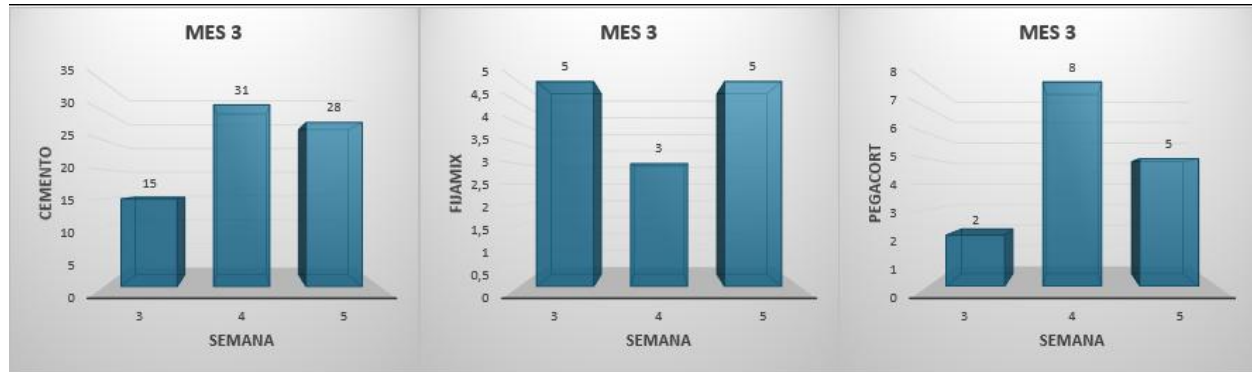


Ilustración 17. Graficas de balance de materiales de resanadores mes 3 torre D
Fuente: Propia

Ya que durante este periodo se terminó el proceso de resane en la Torre C y se inició en la Torre D. Por esta razón, se optó por separar el balance de materiales, con el fin de identificar de manera precisa el consumo específico de cada torre y así contar con valores de referencia útiles para futuras obras.

En la Ilustración 16, correspondiente al mes 3 de la Torre C, se evidencia:

- que en la primera semana se utilizaron 31 bultos de cemento, en la segunda 20 bultos, y en la tercera 10 bultos.
- Para el material fijamix, se registraron 8 bolsas en la primera semana, y 2 bolsas tanto en la segunda como en la tercera semana.
- En cuanto al pegacort, se utilizaron 4 bolsas en la primera semana, 4 bolsas en la segunda, y 3 bolsas en la tercera semana.

Por otro lado, en la Ilustración 17, que corresponde a la Torre D, se observa que:

- En la tercera semana se gastaron 15 bultos de cemento, 5 bolsas de fijamix y 2 bolsas de pegacort.
- En la cuarta semana, el consumo fue de 31 bultos de cemento, 3 bolsas de fijamix y 8 bolsas de pegacort, siendo este último más utilizado debido a que el proveedor de fijamix no contaba con suficiente inventario, lo cual obligó a suplir la necesidad con pegacort.
- Finalmente, en la quinta semana se emplearon 28 bultos de cemento, 5 bolsas de fijamix y 5 bolsas de pegacort.

Una de las principales conclusiones derivadas del registro diario de consumo de materiales fue que, en promedio, por cada dos apartamentos fundidos se requerían aproximadamente 4 a 5 bultos de cemento, 1 bolsa de fijamix y 1 bolsa de pegacort, información clave para la planeación de futuras obras.

6.3.3. FORMATO DE LATEROS

Se presenta el método mediante el cual se realiza la modulación de los muros y la losa de los apartamentos. En este caso, se emplea el sistema de encofrado metálico "FORSA", el cual consiste en un sistema industrializado de moldes metálicos reutilizables que permiten formar de manera rápida y precisa las paredes y losas de concreto en edificaciones de vivienda. Este

sistema garantiza un acabado de alta calidad y una considerable reducción en los tiempos de construcción.

Para la modulación, se requieren 9 lateros por cada apartamento, por lo que, al trabajar simultáneamente en 2 apartamentos, se necesitan un total de 18 lateros. Además, se debe considerar el personal adicional encargado de la modulación de los muros del ascensor, los muros de gradas y la losa de pasillo, lo que incrementa el total a 21 lateros.

Estos trabajadores, además de realizar la modulación de los muros y losas, son responsables del vaciado del concreto y de garantizar la correcta nivelación de la losa de entrepiso.

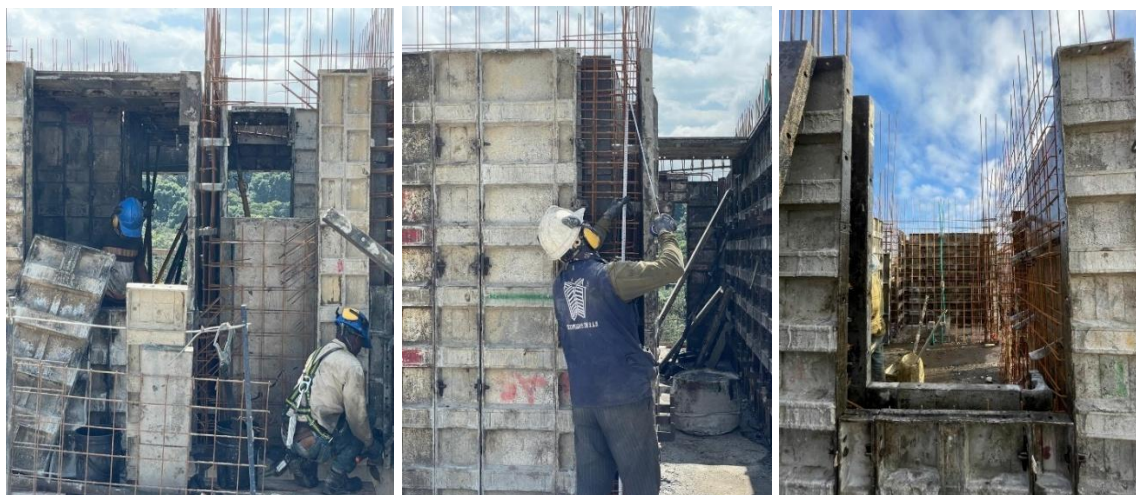


Ilustración 18. Sistema de encofrado formaleta FORSA

Fuente: Propia

En las imágenes (Ilustración 18) se observa el proceso de instalación del sistema FORSA, donde los lateros posicionan los paneles metálicos para formar los muros de los apartamentos, así como parte de la preparación de los muros de gradas y losa de pasillo.

Se implementó un formato para el registro de entrega de materiales a los lateros (Tabla 4), en el cual se consignaban los siguientes datos: nombre del trabajador, tipo de material recibido (ACPM, Anchorfix, Ductolon), fecha, hora y firma de recepción. Este formato permitía llevar un control detallado del consumo de materiales críticos para la actividad de modulación y vaciado de muros y losas.

FORMATO LATEROS						
NOMBRE	ACPM poma	ANCHOFIX	DUCTOLON	FECHA	HORA	FIRMA

Tabla 4. Formato utilizado para el control de entrega de materiales a lateros.

Fuente: Propia

El ACPM era utilizado en el sistema de encofrado metálico FORSA para lubricar la cara del panel que estaría en contacto con el concreto, facilitando así el posterior desmolde y asegurando un

mejor acabado superficial del concreto. Dado el uso constante de ACPM en la obra, era necesario registrar diariamente su distribución para evitar desperdicios y garantizar la disponibilidad del material.

El producto Anchorfix se empleaba para el anclaje del acero en las gradas (Ilustración 20), un procedimiento que no se realizaba a diario, sino únicamente cuando se instalaban las gradas. Por esta razón, también se llevó un registro controlado de su entrega, evitando pérdidas y optimizando su uso.



Ilustración 19. Producto Anchorfix utilizado para anclaje de acero en obra.

Fuente: Propia

Finalmente, el Ductolón, suministrado en rollos de 500 metros lineales, era utilizado diariamente en obra para recubrir las corbatas metálicas (Ilustración 20). Estas corbatas, que varían en tamaño según el espesor del muro a modular, cumplen la función de mantener la formaleta de los muros en el espesor requerido, conforme a las especificaciones de los planos. Recubrir las corbatas con ductolón evitaba que estas quedaran embebidas en el concreto, lo que facilitaba su posterior retiro tras el desencofrado de los muros fundidos, además de prevenir daños en las corbatas y extender su vida útil. El consumo de ductolón también era registrado en el formato de control de materiales para los lateros, permitiendo llevar un control eficiente sobre su entrega y uso en obra.



Ilustración 20. Ductolon revestimiento de corbatas

Fuente: Propia

Gracias al formato de lateros tabla 4, se logró hacer un balance de cada uno de los materiales mencionados anteriormente, se hizo de manera mensual y además se tuvo en cuenta los gastos por cada semana, como se muestra en la Ilustración 21.

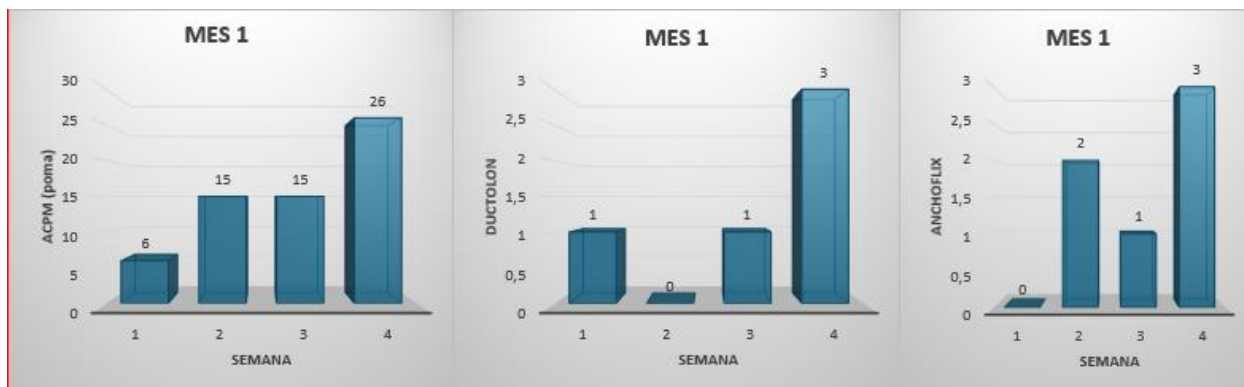


Ilustración 21. Graficas de balance de materiales de Lateros mes 1 torre C

Fuente: Propia

Se puede observar en la Ilustración 21 que durante la primera semana del mes 1 los valores de consumo son bajos para los tres materiales (ACPM, ductolón y anchorfix), lo cual se relaciona con la reciente implementación del formato de control de entrega. En las semanas siguientes, especialmente en la tercera y cuarta, se evidencia un incremento progresivo en el uso del ACPM y el ductolón, lo que indica un mayor ritmo de trabajo en la modulación de muros. El consumo de anchorfix se mantiene más estable, reflejando su uso puntual en tareas específicas como el anclaje de gradas.

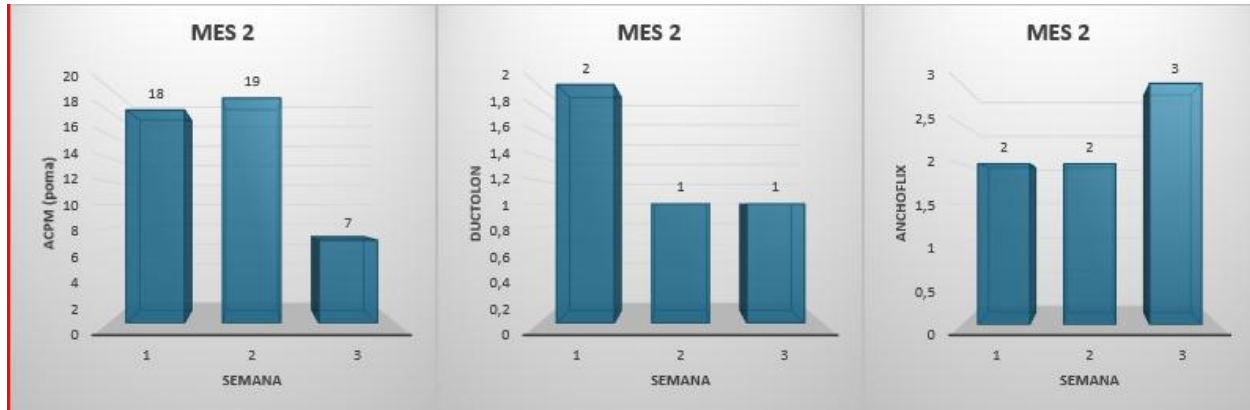


Ilustración 22. Gráficas de balance de materiales de Lateros mes 2 torre C
Fuente: Propia

La Ilustración 22, correspondiente al mes 2, se aprecia una estabilización en el patrón de consumo. El ACPM presenta una demanda constante a lo largo del mes, mientras que el ductolón muestra una ligera disminución en la segunda semana, asociada a una menor actividad en la instalación de formaletas. El anchorfix, por su parte, mantiene un comportamiento regular, dado que su uso sigue limitado a momentos específicos del proceso constructivo. Esta información permitió ajustar las cantidades semanales de suministro y reducir el desperdicio de materiales.

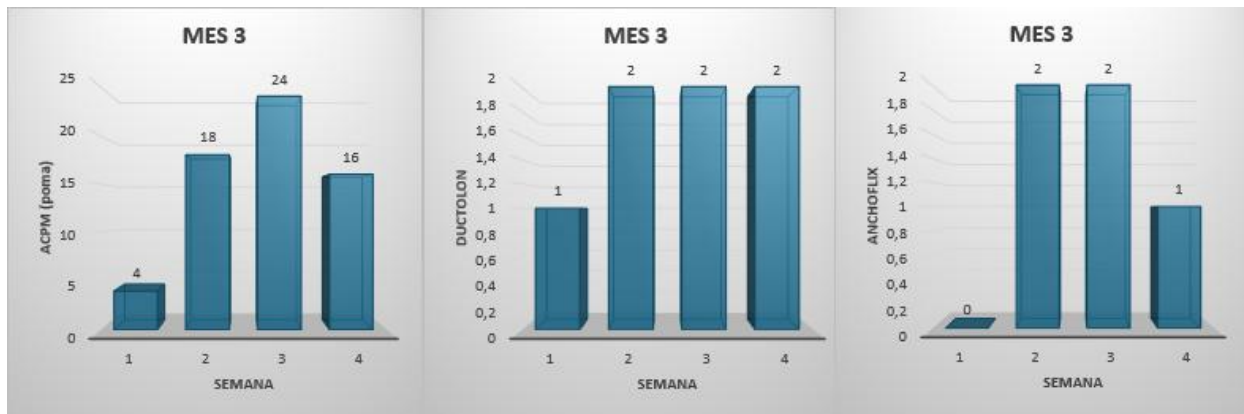


Ilustración 23. Gráficas de balance de materiales de Lateros mes 3 torre D
Fuente: Propia

El análisis de los datos registrados en el formato de lateros (Ilustración 23) permitió identificar patrones de consumo diario de materiales durante el mes 3 en la torre D. En la primera gráfica (ACPM), se observa que el consumo se mantuvo relativamente estable entre las semanas, con un ligero incremento en la semana 2, lo que puede asociarse al avance simultáneo en la modulación de muros de apartamentos y áreas comunes. En promedio, se utilizaron de 4 a 5 pomos diarios, equivalentes a aproximadamente 2 pomos por apartamento. Este valor aumentaba en jornadas donde se trabajaba en zonas más exigentes, como muros de gradas, ascensores y antepechos.

La tercera gráfica muestra el comportamiento del consumo de anchorfix, evidenciando un uso más moderado y puntual. Lo cual coincide con la instalación de gradas en esa fase del proyecto, donde se requería este adhesivo para el anclaje del acero. En promedio, se utilizaron 1,5 tubos

de 300 ml por cada grada modulada, cifra que permitió establecer un parámetro de consumo más preciso para futuros ciclos constructivos.

Finalmente, en la segunda grafica se refleja el uso del ductolón, material que se mantuvo constante, ya que se implementó un control más estricto, para esto se realizó el cálculo del consumo por cada piso modulado, lo que permitió una gestión más eficiente y una notable reducción en los costos asociados al mal uso del material.

6.3.3.1. CÁLCULO DE DUCTOLON

El ductolon se utiliza para proteger las corbatas metálicas durante el vaciado de concreto, evitando que queden embebidas y permitiendo su retiro seguro sin dañarlas. Para estimar correctamente la cantidad de ductolon requerida, fue necesario conocer cuántas corbatas se usaban por cada muro, lo cual depende directamente del espesor del muro y de la longitud de las corbatas.

Por lo anterior, se recurrió a los planos estructurales, en los cuales se identificó y numeró cada muro del proyecto, permitiendo registrar la información de forma organizada. Con base en estos planos, se observó que los muros de los apartamentos tenían dos tipos de espesores: 15 cm (color azul) y 20 cm (color magenta), como se muestra en la Ilustración 24.



Ilustración 24. Numeración de los muros estructurales
Fuente: Propia

A partir de esta clasificación, se procedió a contar manualmente los agujeros que dejaban las corbatas tras ser retiradas de cada muro. Esta información fue registrada en un archivo de Excel para mantener un control sistemático. El resultado de este conteo se presenta en la Tabla 5, donde se especifica el número de corbatas utilizadas por cada muro identificado en los planos estructurales.

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

# DE MURO	#CORBATAS/MURO
1	48
2	21
3	40
4	20
5	35
6	94
7	32
8	30
9	30
10	25
11	56
12	23
13	18
13A	16
14	16
15	6
16	28
17	30
17A	0
18	48
19	40
20	30
21	50
22	50
23	20
24	25
No estructural	38

Tabla 5. Número de corbatas por muro

Fuente: Propia

Para esta tarea se consideraron todos los elementos estructurales de la edificación que incluían muros de apartamentos. Por lo tanto, se decidió trabajar con la numeración de muros ya mencionada previamente (Ilustración 8), asignando a cada uno su cantidad correspondiente de corbatas para facilitar el cálculo total del ductolon necesario.

Como se muestra en la Ilustración 24, algunos muros eran compartidos entre dos apartamentos. Por ejemplo, el muro 6 y el muro 15 pertenecen tanto al apartamento con numeración impar como al de numeración par. Para evitar un doble conteo, estos muros fueron considerados únicamente una vez, en los apartamentos con numeración impar.

La Tabla 6 presenta el formato utilizado para calcular el número de corbatas necesarias para un apartamento con numeración impar (UNO), detallando el número de muro, su espesor, la longitud de corbata requerida y la cantidad total por muro.

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPESOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
UNO	MURO	2	15	26	21
	MURO	3	15	26	40
	MURO	5	15	26	35
	MURO	6	15	26	94
	MURO	7	15	26	32
	MURO	9	15	26	30
	MURO	11	15	26	56
	MURO	12	20	31	23
	MURO	13A	20	31	16
	MURO	14	20	31	16
	MURO	15	20	31	6
	MURO	16	20	31	28
	MURO	18	15	26	48
	MURO	22	20	31	50
	MURO	No estructural	15	26	38
				TOTAL	533

Tabla 6. Formato para número de corbatas - Apto 1

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Fuente: Propia

De manera similar, la Tabla 7 resume el cálculo correspondiente para un apartamento con numeración par (DOS). Aquí se evidencia que los muros compartidos (como el 6 y el 15) no se incluyeron, ya que fueron considerados previamente en el análisis del apartamento impar.

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPESOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
DOS	MURO	2	15	26	21
	MURO	3	15	26	40
	MURO	4	15	26	20
	MURO	5	15	26	35
	MURO	7	15	26	32
	MURO	13	20	31	18
	MURO	14	20	31	16
	MURO	16	20	31	28
	MURO	17	20	31	30
	MURO	18	15	26	48
	MURO	No estructural	15	26	38
				TOTAL	374

Tabla 7. Formato para número de corbatas - Apto 2

Fuente: Propia

Al comparar las Tablas 6 y 7, se observa que los muros 6 y 15 únicamente se contabilizaron en el apartamento UNO (Tabla 6), siguiendo el criterio de evitar duplicidad. Esta metodología se aplicó de igual manera al resto de apartamentos del proyecto.

Teniendo en cuenta que la longitud del ductolón depende directamente del espesor del muro, se definieron tres longitudes estándar para las corbatas:

- Para muros de 15cm, la longitud de la corbata fue de 26cm.
- Para muros de 20cm, fue de 31cm
- Para el muro de 30cm, fue de 41cm

Estas longitudes consideran 11cm adicionales al espesor del muro, con el fin de asegurar que la corbata sobre salga lo suficiente para anclarse correctamente a la formaleta y permitir su posterior extracción sin dificultad. Por esta razón, fue necesario calcular la longitud lineal total de ductolón a partir de la cantidad de corbatas y su longitud asociada.

Para facilitar este proceso, se programó en Excel una fórmula que relaciona automáticamente el espesor del muro con el número del muro correspondiente como se muestra en la Tabla 8.

# MURO	ESPESOR DE MURO (cm)	
11	15	=SI(O(C4=2;C4=3;C4=4;C4=5;C4=6;C4=7;C4=8;C4=9;C4=10;C4=11;C4=18;C4=23;C4=24;C4="No estructural");15;20)
12	20	

Tabla 8. Código para espesor de muro

Fuente: Propia

Esta función permite que cuando se digite el número del muro, este bote automáticamente el espesor del muro correspondiente, de acuerdo con el tipo de muro.

Una vez ingresado el código del espesor en la celda respectiva, el Excel asigna automáticamente la longitud de corbata correspondiente: 26 cm para espesor 15, y 31 cm para espesor 20, como se muestra en la Tabla 9.

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)
11	15	26
12	20	31

=SI(D10=15;26;31)

Tabla 9. Código Long de corbatas
Fuente: Propia.

Para determinar el número de corbatas necesarias en cada muro, inicialmente era necesario consultar la Tabla 5. Sin embargo, para automatizar este paso, se implementó la función BUSCARV, como se evidencia en la Tabla 10

# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
11	15	26	56
12	20	31	23

=BUSCARV(C10;DATOS!\$N\$3:\$O\$29;2;FALSO)

Tabla 10. Código # CORBATAS
Fuente: Propia

Esta función permite buscar el número de corbatas asociado al muro seleccionado, identificado por el número de muro (columna "# MURO"), como se muestra en el ejemplo de la Tabla 11

# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
11	15	26	56
12	20	31	23

Tabla 11. Valor escogido
Fuente: Propia

Esto permite que el programa busque automáticamente un número específico en una tabla de datos, como se muestra en la Tabla 12, y devuelve el valor correspondiente. En esta tabla, que contiene dos columnas, el programa localiza el número digitado (por ejemplo, 11) en la primera columna (literal A) y retorna el valor de la segunda columna correspondiente (literal B), que en este caso es 56. Este valor es asignado a la celda referida al campo "#CORBATAS" (literal C)

# DE MURO	#CORBATAS/MURO	# DE MURO	#CORBATAS/MURO	# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
1	48	1	48	11	15	26	56
2	21	2	21	12	20	31	23
3	40	3	40				
4	20	4	20				
5	35	5	35				
6	94	6	94				
7	32	7	32				
8	30	8	30				
9	30	9	30				
10	25	10	25				
11	56	11	56				
12	23	12	23				
13	18	13	18				

A.

B.

C.

Tabla 12. Valor # corbatas automatizado.
Fuente: Propia

Otros de los elementos de la edificación los cuales se tuvieron en cuenta fueron los muros del ascensor, muros de gradas y antepechos. Tanto para los muros del ascensor como para los

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

antepechos se aplicó el mismo procedimiento descrito para los apartamentos, como se observa en la Tabla 13.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPESOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
ACENSOR	MURO	24	15	26	25
	MURO	24	15	26	25
	MURO	23	15	26	20
				TOTAL	70

Tabla 13. Formato para número de corbatas muros ascensor

Fuente: Propia

Se determinaba el número del muro (“#MURO”), y el programa arrojaba los respectivos valores: espesores de muro, longitud de corbatas y el número de corbatas que requería.

Dado que los antepechos no requerían tantas corbatas debido a su altura reducida, se ingresaron estos valores de forma manual, como se muestra en la Tabla 14.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPESOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
PASILLOS	ANTE - PECHOS	No estructural	15	26	9
	ANTE - PECHOS	No estructural	15	26	9
	ANTE - PECHOS	No estructural	15	26	9
	ANTE - PECHOS	No estructural	15	26	9
				TOTAL	36

Tabla 14. Formato para número de corbatas antepechos.

Fuente: Propia

Para los muros correspondientes a la grada, solo se tuvo que hacer un cambio en el código principal (Tabla 9), ya que en este código no se tenía en cuenta la longitud de corbata de 41cm. Por esta razón, se modificó para incluir esta nueva longitud y asociarla al espesor de muro correspondiente (30cm), como se muestra a continuación (Tabla 15).

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPESOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
GRADAS	MURO	19	30	41	40
	MURO	20	20	31	30
				TOTAL	70

=SI(D138=15;26;41)

Tabla 15. Formato para número de corbatas muros de gradas.

Fuente: Propia

Cuando se realizaba la elección del muro número 19, el programa arrojaba un espesor de muro de 30cm y una longitud de corbata de 41cm, este fue el único muro el cual el código principal cambiaba.

Una vez obtenido el valor de corbatas para cada elemento estructural, diferenciado por longitud, se procedió a calcular la cantidad total de corbatas por cada longitud. Para mantener el orden, este proceso se realizó por separado para cada elemento estructural (ver Tabla 16).

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON
	26	31	41	(ml)
UNO	394	139	0	145,53

$$=+(G4*G3+H4*H3+I4*I3)/100$$

↓
cant
corb

↓
long
corb

Tabla 16. Cantidad de ductolón apto 1.
Fuente: Propia

Como se muestra en la Tabla 16, se consideraron tres longitudes de corbata: 26cm, 31cm, 41cm. Esto con el objetivo de realizar la suma total de corbatas según la longitud. Por ejemplo, en el apartamento 1 se tienen 394 corbatas de 26cm y 139 de 31cm. No se contabilizaron corbatas de 41cm, ya que este apartamento no tiene muros con espesor de 30cm.

Para finalizar, se realizó la multiplicación entre la cantidad de corbatas y su respectiva longitud. El resultado se dividió entre 100, con el fin de obtener el valor del ductolón en unidades de metros lineales. En caso del apartamento 1, el cálculo se resume así:

- 349 corbatas x 26cm
- 139 corbatas x 31cm
- 0 corbatas x 41cm
- Total, dividido entre 100 = ductolón:145.53ml.

Este procedimiento se aplicó de manera individual a cada apartamento ya los demás elementos estructurales de la edificación, cuyos resultados detallados se encuentran en anexos.

Finalmente se suman todos los valores de ductolón en metros lineales para tener un valor total 1053ml evidenciado en la Tabla 17.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON
	26	31	41	(ml)
TOTAL	2642	1128	40	1053

Tabla 17. Cantidad de ductolón por cada piso de la edificación.
Fuente: Propia

Este resultado final indica que se hacen necesarios un poco más de 2 rollos de 500 ml de ductolón por piso, por lo que se optó, por entregar 2 rollos por cada piso, de esta manera se evitó el desperdicio excesivo de este material y se ahorró presupuesto a la empresa.

6.3.4. FORMATO VOLUMEN DE CONCRETO

Los pedidos de volumen de concreto para las respectivas fundiciones eran gestionados directamente por la empresa contratante, en este caso GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S – GRACOL. Esta empresa, además, era la encargada de realizar los cálculos necesarios del volumen de concreto. Se debe aclarar que en esta obra se realizaban fundiciones todos los días, salvo que ocurriera algún hecho extraordinario.

El proceso de fundición se realizaba por etapas, siguiendo un orden específico y estratégico en la distribución de los elementos estructurales. En la Ilustración 25 se observa un plano estructural donde las zonas en color rojo indican los elementos programados para fundirse en cada jornada.

Durante la primera fundición se realizaron los trabajos en los apartamentos 7 y 8, incluyendo sus respectivas losas de entrepiso, una losa lateral, los muros del ascensor y adicionalmente dos antepechos grandes y uno pequeño correspondientes al piso inmediatamente anterior.

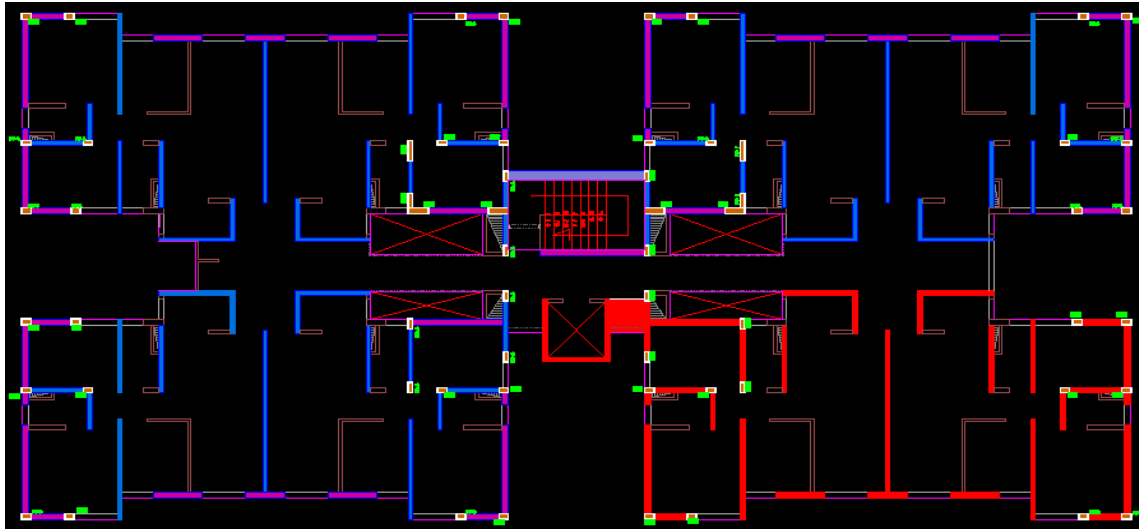


Ilustración 25. Distribución de apartamentos y elementos estructurales para el proceso de fundición (Fundición 1).
Fuente: AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S

En la segunda fundición, como se muestra en la Ilustración 26, se procedió con los apartamentos 1 y 2, sus losas de entrepiso, una losa lateral, y nuevamente dos antepechos grandes y un antepecho pequeño del piso inferior.

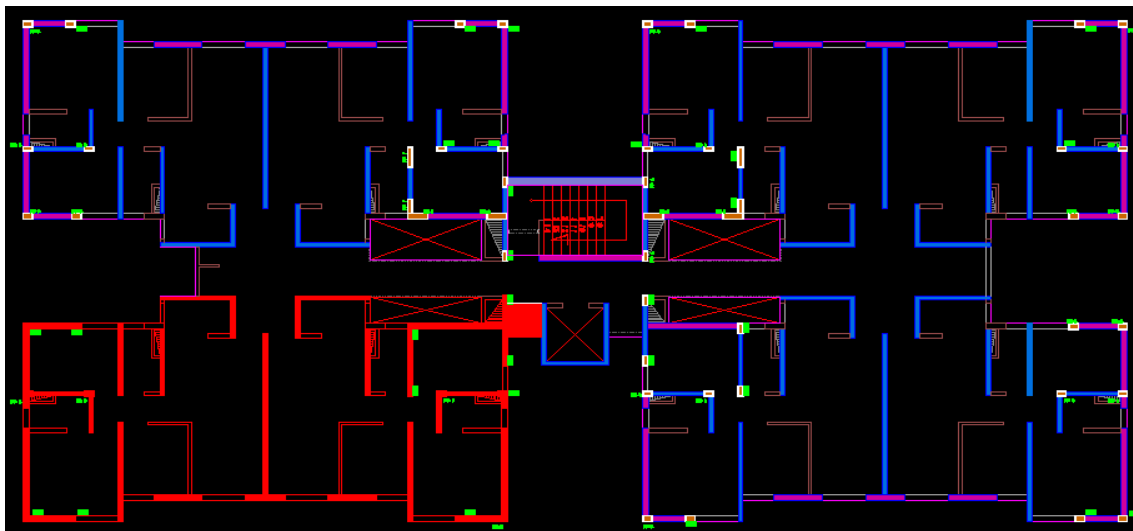


Ilustración 26. Segunda fundición: distribución de elementos estructurales a fundir.
Fuente: AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S

La tercera fundición (Ilustración 27) incluyó los apartamentos 3 y 4, así como la mitad de la losa de pasillo, designada como losa 1. Adicionalmente, se fundieron las gradas, las cuales comprenden: zanca, descansos y escalones.

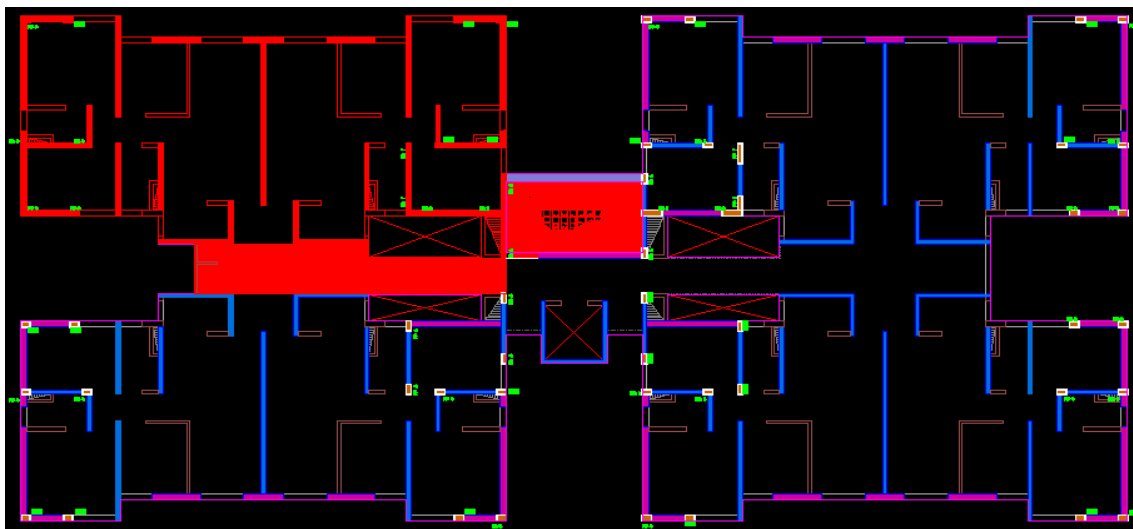


Ilustración 27. Tercera fundición: apartamentos 3 y 4 mitad de losa de pasillo (losa 1) y gradas.
Fuente: AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S

Para la cuarta fundición, como se observa en la Ilustración 28, se completaron los trabajos en los apartamentos 5y 6, el muro de 30 cm de espesor, y la segunda mitad del pasillo designada como losa 2.

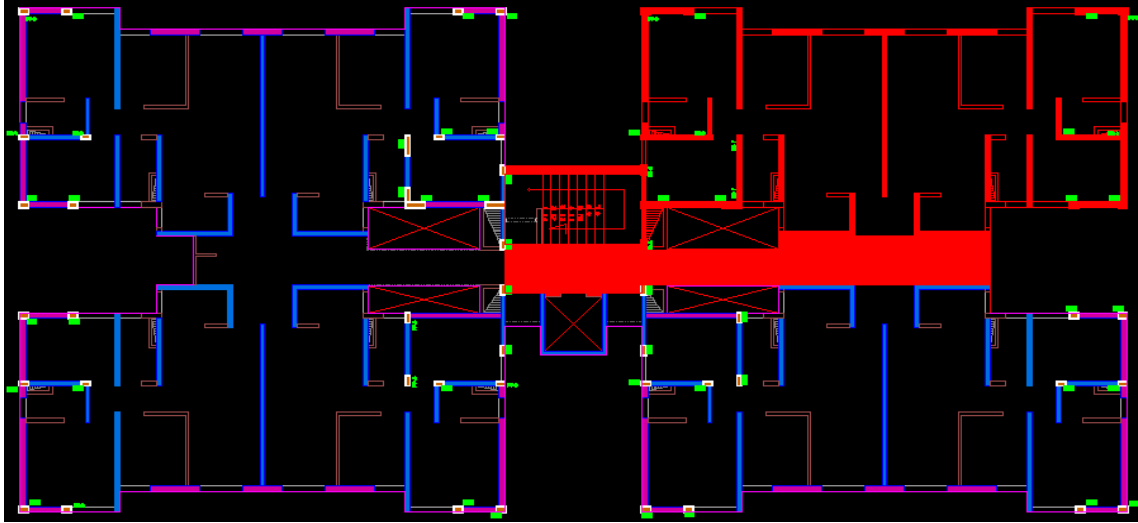


Ilustración 28. Cuarta fundición: apartamentos 5 y 6, muro de 30 cm y losa 2.
Fuente: AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S

Este formato de volumen de concreto, se implementó debido a que se estaba presentando una situación frecuente en obra: faltantes de concreto al final de cada fundición. Esto obligaba a realizar ajustes de ultimo momento, con concreto adicional del cual debía hacerse responsable la empresa contratista, es decir, AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

Como medida de control, se solicitó desarrollar un programa de comparación de volúmenes entre lo solicitado por la empresa contratante y lo obtenido a través del programa.

Para dar inicio a este formato en Excel, se reutilizó parte de la información recopilada previamente en el formato de lateros (cálculo de ductolón, sección 6.3.3.1), el cual consideraba muros estructurales, no estructurales y antepechos. Sin embargo, este nuevo formato debía incluir todos los elementos estructurales, como:

- Muros
- Vigas
- Losa de entrepiso
- Losas de pasillo
- Gradadas

Dado que todo se manejaría en términos de metros cúbicos, fue imprescindible contar con las dimensiones exactas de cada elemento de piso (espesor, altura y longitud), para lo cual se utilizaron los planos estructurales proporcionados por la empresa contratante (ver ilustración 6). También se consideró el volumen que ocupaban ventanas y puertas-ventana, con el fin de restar su volumen correspondiente del cálculo final.

A continuación, se presenta el formato desarrollado en Excel para el cálculo del volumen de concreto requerido por cada elemento estructural del apartamento número 1 (Tabla 18). Este formato fue elaborado con el fin de desglosar individualmente cada componente del piso, permitiendo así un control más riguroso del volumen total necesario para la fundición.

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
UNO	MURO	2	0,15	2,45	1,27			0,47
	MURO	3	0,15	2,45	3,44			1,26
	MURO	5	0,15	2,45	2,31			0,85
	MURO	6	0,15	2,45	5,56			2,04
	MURO	7	0,15	2,45	1,32			0,49
	MURO	9	0,15	2,45	2,51			0,92
	MURO	11	0,15	2,45	3,31	0,162		1,05
	MURO	12	0,2	2,45	4,14	0,084		1,94
	MURO	13A	0,2	2,45	3,07	0,588		0,92
	MURO	14	0,2	2,45	3,97	0,828		1,12
	MURO	15	0,2	2,45	1,27			0,62
	MURO	16	0,15	2,45	2,27			0,83
	MURO	18	0,15	2,45	2,43			0,89
	MURO	22	0,2	2,45	2,92			1,43
	LOSA	Losa	0,1				54,16	5,42
	VIGAS	Vigas	0,2	0,2	4,58			0,18
	VIGAS	Vigas	0,15	0,2	1,42			0,04
	MURO	No estructural	0,15	2,45	4,59	0,189		1,50
Volumen apto								21,98

Tabla 18. Formato en Excel para cálculo de volumen de concreto por elemento estructural del apto 1

Fuente: Propia a partir de datos de AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

Para los apartamentos se tuvo en cuenta el tipo de elemento de piso que los conformaba, ya fuese muros, ascensor, losa, gradas, vigas o antepechos.

El archivo de Excel permitía seleccionar, mediante una lista desplegable, el tipo de elemento de piso a analizar, facilitando así el cálculo individualizado del volumen de cada componente estructural del apartamento, como se muestra en la Tabla 19.



Tabla 19. Lista desplegable de elementos de piso

Fuente: Propia a partir de datos de AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

Con respecto a la denominación, esta dependía del apartamento o del elemento estructural escogido, dado que cada elemento estructural tenía sus propias denominaciones, y estas a su vez dependían de las especificaciones de los planos estructurales.

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	UNO	DENOMINACIÓN
	2	
	3	
	5	
	6	
	7	
	9	
	11	2
	12	3
	13A	5
	14	6
	15	7
	16	9
	18	11
	22	12
	Losa	
	Vigas	
	No estructural	

Tabla 20. Lista de denominaciones para el apartamento 1.

Fuente: Propia con base en los planos estructurales suministrados por AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

Una vez definidos el elemento de piso y su correspondiente denominación, se procedió a ingresar manualmente las dimensiones de cada uno de los elementos estructurales, considerando el espesor, la altura y la longitud. Estas medidas fueron obtenidas directamente de los planos estructurales suministrados por la empresa contratante

El volumen de cada elemento fue calculado mediante la multiplicación de estas tres dimensiones. En los casos donde los muros incluían ventanas o puertas ventanas, se realizó la resta correspondiente del volumen que ocupan dichas aberturas, para asegurar una mayor precisión en el cálculo total del concreto necesario.

Adicionalmente, se incorporó una columna denominada “área de losa”, con el fin de facilitar el cálculo de losas con geometrías irregulares. En estos casos, el área fue estimada según la forma específica del elemento, y luego se multiplicó por un espesor constante de 0.10m, conforme a lo establecido en los planos estructurales. esta metodología se refleja en el formato presentado en la tabla 18.

Este mismo procedimiento fue replicado para cada uno de los apartamentos (del 1 al 8), así como para los diferentes elementos estructurales que los componen. De esta forma, se logró sistematizar el cálculo de volúmenes de concreto requeridos por apartamento y por componente, lo cual permitió llevar un control más preciso sobre el total de concreto estimado en obra. Los resultados detallados para cada caso se presentan en los Anexos.

Teniendo cada elemento estructural con su respectivo volumen de concreto, se procede a generar una tabla de fundiciones, con la que se pretendía obtener el valor de concreto necesario para cada fundición y de esta forma poder realizar la comparación con lo pedido por la empresa contratante.

En la tabla 21 se tiene en cuenta el número de fundiciones por piso de forma horizontal, y cada elemento estructural a fundir de forma vertical. Para esto se hace necesario redirigirse a la distribución de las fundiciones, (Ilustraciones 25 a 28), en donde se explica detalladamente que elementos y en qué orden se deben hacer las fundiciones.

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

		FUNDICIONES x PISO 2-10			
ELEMENTOS		1	2	3	4
SIETE		21,46	ND	ND	ND
OCHO		19,29	ND	ND	ND
UNO		ND	21,98	ND	ND
DOS		ND	18,06	ND	ND
TRES		ND	ND	21,95	ND
CUATRO		ND	ND	19,58	ND
CINCO		ND	ND	ND	22,01
SEIS		ND	ND	ND	19,21
ACENSOR		2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS		ND	ND	2,70	4,91
PASILLOS		1,494	1,494	2,39	2,95
TOTAL		44,76	41,76	46,62	49,13
3%	MAS DESPERDICIOS	46,11	43,01	48,02	50,61
5%	MAS DESPERDICIOS	47,00	43,85	48,95	51,59

Tabla 21. tabla de fundiciones pisos 2 a 10
Fuente: Propia

Para comprender cómo funciona el programa de cálculo, a continuación, se presenta el código que se empleó para su elaboración. Este código permite identificar, para cada piso, qué elementos estructurales deben incluirse dentro de cada fundición, de acuerdo con el orden previamente establecido.

En la Tabla 22 se puede observar el código aplicado en el programa de Excel. Este evalúa dos condiciones principales. En primer lugar, analiza la columna de “Elementos” y verifica si el valor presente en cada fila pertenece al grupo de palabras clave previamente definido: “SIETE”, “OCHO”, “ACENSOR” o “PASILLOS”. En segundo lugar, el código comprueba si el número de la fundición que se está evaluando (por ejemplo, la columna 1) cumple con una condición específica, que es la presencia de un “1” como valor identificador.

Cuando ambas condiciones se cumplen simultáneamente, el resultado de la celda será el volumen correspondiente al elemento evaluado; de lo contrario, se marcará como “ND” (no disponible). De esta manera, se logró automatizar el proceso de asignación de volúmenes a cada fundición de forma precisa y ordenada.

		FUNDICIONES x PISO 2-10			
ELEMENTOS		1	2	3	4
SIETE		21,46	ND	ND	ND
OCHO		19,29	ND	ND	ND
UNO		ND	21,98	ND	ND
DOS		ND	18,06	ND	ND
TRES		ND	ND	21,95	ND
CUATRO		ND	ND	19,58	ND
CINCO		ND	ND	ND	22,01
SEIS		ND	ND	ND	19,21
ACENSOR		2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS		ND	ND	2,70	4,91
PASILLOS		1,494	1,494	2,39	2,95
TOTAL		44,76	41,76	46,62	49,13
3%	MAS DESPERDICIOS	46,11	43,01	48,02	50,61
5%	MAS DESPERDICIOS	47,00	43,85	48,95	51,59

=SI(Y(O(S4="SIETE";S4="OCHO";S4="ACENSOR";S4="PASILLOS");\$T\$3=1);(SI.CONJUNTO(S4="UNO";\$I\$22;S4="DOS";\$I\$39;S4="TRES";\$I\$58;S4="CUATRO";\$I\$76;S4="CINCO";\$I\$96;S4="SEIS";\$I\$113;S4="SIETE";\$I\$132;S4="OCHO";\$I\$150;S4="ACENSOR";(\$I\$152+\$I\$153+\$I\$154+\$I\$157+\$I\$159);S4="PASILLOS";(\$I\$173+\$I\$175+\$I\$177))));"ND")

Tabla 22. Código fundición 1 por piso del 2 a 10.
Fuente: Propia

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

El programa identifica el término “SIETE” y procede a buscar el valor asociado (en este caso, 21,46 m³), que corresponde al volumen del apartamento número 7, tal como se evidencia en la Tabla 59 del anexo C. Este resultado puede observarse específicamente en la tabla 23, donde se presentan los elementos estructurales que cumplen ambas condiciones del código.

Ahora bien, si alguna de las condiciones mencionadas anteriormente no se cumple, el programa arrojará el valor “ND” (no disponible), como ocurre en los elementos “UNO” y “DOS”. Sin embargo, en los casos especiales como “ASCENSOR” y “PASILLOS”, el procedimiento varía:

- Para “ASCENSOR”, se realiza una suma entre el valor del ascensor y el valor correspondiente a la losa lateral.
- Para “PASILLOS”, se realiza una suma entre los volúmenes de los antepechos grandes y el antepecho pequeño programados para dicha fundición.

Estos volúmenes se identifican y obtienen a partir de los planos estructurales, y su ubicación exacta puede consultarse en las Tablas 63 y 65 del Anexo C, respectivamente.

Este proceso se repite para cada fundición, con ligeras variaciones en los códigos, dependiendo de los elementos estructurales que se pretendan fundir en cada etapa.

ELEMENTOS	FUNDICIONES	
	1	2
SIETE	21,46	ND
OCHO	19,29	ND
UNO	ND	21,98
DOS	ND	18,06

Tabla 23. Condiciones verdaderas.

Fuente: Propia

Al final la tabla Excel (Tabla 22) realiza la suma de cada volumen de concreto correspondiente a cada fundición, además, se tiene en cuenta que en obra se generan desperdicios, por lo que se opta por sumarle al valor final el 3% y 5% de desperdicios.

Cuando se pidió realizar este formato, la obra ya estaba avanzada hasta pisos superiores, no se tuvo en cuenta el primer piso, pero, dado que el formato tenía que ser funcional para la estructura completa, se generó la tabla de fundiciones del piso 1, como se muestra en la Tabla 24.

	ELEMENTOS	FUNDICIONES x PISO 1			
		1	2	3	4
	SIETE	21,46	ND	ND	ND
	OCHO	19,29	ND	ND	ND
	UNO	ND	21,98	ND	ND
	DOS	ND	18,06	ND	ND
	TRES	ND	ND	21,95	ND
	CUATRO	ND	ND	19,58	ND
	CINCO	ND	ND	ND	22,01
	SEIS	ND	ND	ND	19,21
	ASCENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
	GRADAS	ND	ND	ND	4,91
	PASILLOS	ND	ND	2,63	2,95
	TOTAL	43,27	40,27	44,15	49,13
3%	MAS DESPERDICIOS	44,57	41,47	45,47	50,61
5%	MAS DESPERDICIOS	45,43	42,28	46,36	51,59

Tabla 24. Tabla de fundiciones piso 1.

Fuente: Propia

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Esta Tabla 24 no presentaba muchas variaciones con respecto a la tabla 21. No obstante, se tuvo presente que, en el primer piso:

- No existen antepechos.
- La osa 1 presenta un aumento en sus dimensiones
- No se fundieron gradas en la fundición del piso 1

Aquí en la Tabla 25, se presenta el código y evidencia las variaciones con respecto al código anterior (Tabla 22).

ELEMENTOS	FUNDICIONES x PISO 1			
	1	2	3	4
SIETE	21,46	ND	ND	ND
OCHO	19,29	ND	ND	ND
UNO	ND	21,98	ND	ND
DOS	ND	18,06	ND	ND
TRES	ND	ND	21,95	ND
CUATRO	ND	ND	19,58	ND
CINCO	ND	ND	ND	22,01
SEIS	ND	ND	ND	19,21
ACENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS	ND	ND	ND	4,91
PASILLOS	ND	ND	2,63	2,95
TOTAL	43,27	40,27	44,15	49,13
3% MAS DESPERDICIOS	44,57	41,47	45,47	50,61
5% MAS DESPERDICIOS	45,43	42,28	46,36	51,59

```
=+SI(Y(O(L12="SIETE";L12="OCHO";L12="ACENSOR");
$T$3=1));(SI.CONJUNTO(L12="UNO";$I$22;L12="DOS";
$I$39;L12="TRES";$I$58;L12="CUATRO";$I$76;L12
="CINCO";$I$96;L12="SEIS";$I$113;L12="SIETE";$I$132;
L12="OCHO";$I$150;L12="ACENSOR";($I$152+$I$153+
$I$154+$I$157+$I$159);L12="PASILLOS";($I$173+$I$175+
$I$177)))";"ND")
```

Tabla 25. Código fundición 1 piso 1
Fuente: Propia

Con respecto a la azotea de la edificación, se me proporcionó el orden con el que se pensaba realizar las respectivas fundiciones. Estas se dividían entre fases, de acuerdo con la cantidad de formaleta metálica disponible en obra.

En la Ilustración 29, se presenta la culata 1, donde las áreas destacadas en color rojo indican las secciones específicas de la azotea que serían fundidas en esa primera fase. Las zonas en color morado corresponden a los elementos que no se funden en esa fase, pero que serán considerados en las fundiciones posteriores. De esta manera, se permite identificar claramente cuáles serán las partes activas en proceso de construcción, facilitando la planificación y ejecución del trabajo.

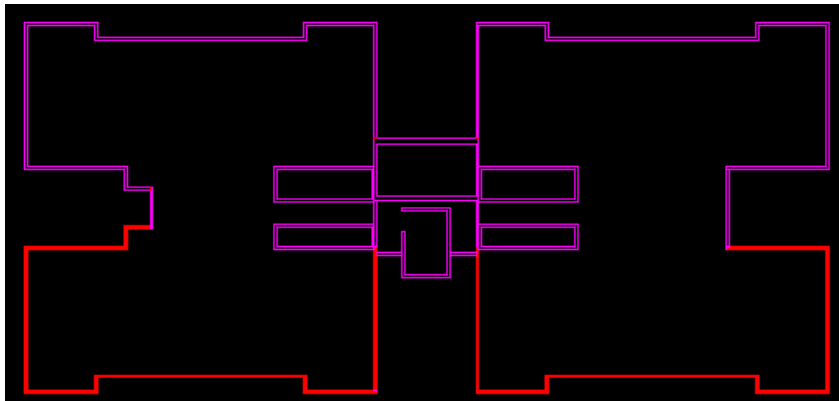


Ilustración 29. Culata 1.
Fuente: AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

La ilustración 30 muestra la culata 2, correspondiente a la segunda fase de fundición, donde nuevamente se destaca en color rojo las áreas que serían intervenidas en esa etapa.

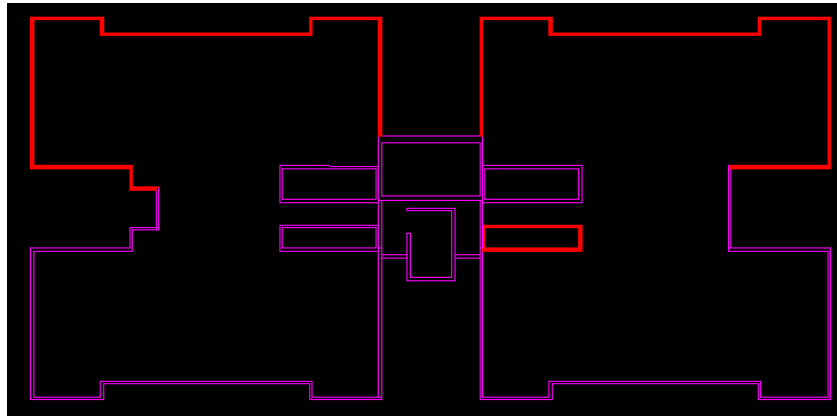


Ilustración 30. Culata 2

Fuente: AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

Finalmente, la ilustración 31 representa la culata 3, en la cual se complementarían las fundiciones restantes.

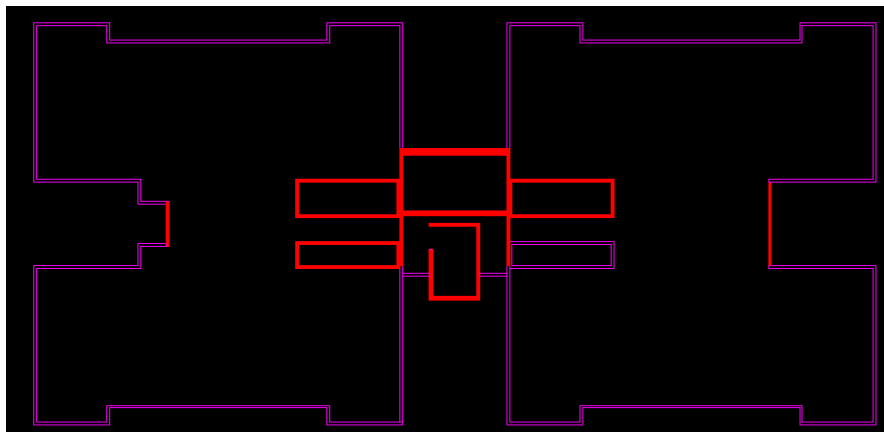


Ilustración 31. Culata 3

Fuente: AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.

Para estas últimas (Ilustración 29 a 31), se hizo necesario crear el formato de volumen de concreto para la azotea, donde se especifica cada uno de los elementos estructurales con su respectiva denominación y volumen correspondiente. Este procedimiento sigue la misma lógica aplicada en los apartamentos, pero adaptado a las culatas de la cubierta.

A partir de la información recopilada sobre los elementos estructurales presentes en la azotea, se elaboró un formato específico para calcular el volumen de concreto requerido para cada uno, especificando su espesor, área, longitud y cantidad de elementos. Este formato se presenta en la Tabla 26, donde se detallan los diferentes tipos de muros, pasillos y antepechos que componen la cubierta.

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
AZOTEA	MURO	Culata 1	0,12	2,1	73,15			18,43
	MURO	Culata 2	0,12	2,1	70,63			17,80
	MURO	Culata 3	0,12	2,1	5,28			1,33
	MURO	24	0,15	2,45	3	0,372		0,73
	MURO	24	0,15	2,45	3	0,078		1,02
	MURO	23	0,12	2,45	2,15			0,63
	MURO	23	0,15	2,45	2,15			0,79
	MURO	19	0,3	2,45	4,39			3,23
	MURO	20	0,2	2,45	4,39			2,15
	LOSA	Acensor	0,15				6,7	1,005
	LOSA	Gradas	0,15				13,6	2,04
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,12	1,1	1,2			0,16
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,12	1,1	1,2			0,16
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,12	1,1	11,35			1,50
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,12	1,1	11,35			1,50
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,12	1,1	10,46			1,38
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,12	1,1	10,46			1,38
	Volumen culatas							55,24

Tabla 26. Volumen de concreto para azotea

Fuente: Propia

Con base en los datos proporcionados por la tabla 26, se procedió a elaborar la tabla de fundiciones para la azotea, siguiendo la misma metodología utilizada previamente en los pisos inferiores. En esta tabla se identifican las distintas culatas a fundir (de 1 a la 3), así como los elementos estructurales adicionales como pasillos, accesos y antepechos. Estos valores se muestran en la Tabla 27, donde además se incluye el cálculo del 3% y 5% por concepto de desperdicios, para obtener un valor de volumen más preciso y cercano a la realidad.

		FUNDICION AZOTEA		
	ELEMENTOS	1	2	3
	CULATAS 1	18,43	ND	ND
	CULATAS 2	ND	17,80	ND
	CULATAS 3	ND	ND	1,33
	ACENSOR	ND	ND	4,18
	GRADAS	ND	ND	7,42
	PASILLOS	ND	1,38	4,69
	TOTAL	18,43	19,18	17,62
3%	MAS DESPERDICIOS	18,99	19,75	18,15
5%	MAS DESPERDICIOS	19,36	20,14	18,51

Tabla 27. Tabla de fundiciones para la azotea.

Fuente: Propia

Los códigos utilizados para generar esta tabla fueron estructurados bajo el mismo principio lógico empleados en los apartamentos. Esto permitió automatizar el proceso de asignación de valores según los elementos correspondientes a cada culata, tal como se ilustra en la Tabla 28, donde se presenta la fórmula implementada y su aplicación para cada grupo de elementos.

Los códigos generados para las fundiciones 2 y 3 de la azotea se encuentran detallados en los Anexos D (ver tablas 75 y 76), ya que siguen exactamente la misma lógica con ligeras variaciones en los valores de entrada.

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

		FUNDICION AZOTEA		
ELEMENTOS		1	2	3
	CULATAS 1	18,43	ND	ND
	CULATAS 2	ND	17,80	ND
	CULATAS 3	ND	ND	1,33
	ACENSOR	ND	ND	4,18
	GRADAS	ND	ND	7,42
	PASILLOS	ND	1,38	4,69
	TOTAL	18,43	19,18	17,62
3%	MAS DESPERDICIOS	18,99	19,75	18,15
5%	MAS DESPERDICIOS	19,36	20,14	18,51

```
=SI(Y(O(Z4="CULATAS 1");$AA$3=1);(
SI.CONJUNTO(Z4="UNO";$I$22;Z4="DOS";
$I$39;Z4="TRES";$I$58;Z4="CUATRO";$I$76;Z4
="CINCO";$I$96;Z4="SEIS";$I$113;Z4="SIETE";
$I$132;Z4="OCHO";$I$150;Z4="CULATAS 1";
$I$190));"ND")
```

Tabla 28. Código fundición 1 azotea

Fuente: Propia

A partir de los formatos generados, fue posible hacer la comparación con respecto a los valores de volumen de concreto que eran pedidos por el contratante GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S – GRACOL, como se presenta en la Tabla 29.

Hora: 1:00pm Proyecto: Caminos del Bosque Elemento a fundir: Apto 705D y 706D Volumen m3: 50.50m3 Se requiere adicional ajuste: SI Tipo de concreto : Concreto Autocompactante 3000PSI, SLUMP 55cm +/- 5cm GRAVA 1/2" Medio de descarga: Bomba estacionaria 14:25		FUNDICIONES x PISO 2-10			
ELEMENTOS		1	2	3	4
	SIETE	21,46	ND	ND	ND
	OCHO	19,29	ND	ND	ND
	UNO	ND	21,98	ND	ND
	DOS	ND	18,06	ND	ND
	TRES	ND	ND	21,95	ND
	CUATRO	ND	ND	19,58	ND
	CINCO	ND	ND	ND	22,01
	SEIS	ND	ND	ND	19,21
	ACENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
	GRADAS	ND	ND	2,70	4,91
	PASILLOS	1,494	1,494	2,39	2,95
	TOTAL	44,76	41,76	46,62	49,13
3%	MAS DESPERDICIOS	46,11	43,01	48,02	50,61
5%	MAS DESPERDICIOS	47,00	43,85	48,95	51,59

Tabla 29. Comparación de volumen de concreto

Fuente: (GRACOL, 2021) y Propia

La información proporcionada por GRACOL indica que, para la fundición de los apartamentos 705 y 706, el volumen de concreto pedido es de 50.50m³ (Tabla 29: imagen izquierda) en donde ya tiene adicionado el 5% por concepto de desperdicio. Sin embargo, al hacer la comparación con los datos obtenidos para la fundición correspondiente (cuarta fundición), se evidenció una diferencia de 1.09m³, ya que el valor de volumen de concreto que arroja la tabla de fundiciones (Tabla 29: imagen derecha) incluyendo el 5% de desperdicios es de 51.59m³.

Este resultado sugiere que se estaba fundiendo menos metros cúbicos de concreto de los que se pedían inicialmente, pero no de manera significativa. Aun así, estas comparaciones permitieron identificar posibles inconsistencias entre lo planeado y lo ejecutado.

Durante la ejecución de otras funciones también se realizaron comparaciones similares. En varios casos se encontró que ciertos elementos estructurales no se fundían por completo en la función correspondiente, lo cual podía deberse a problemas como la exclusión de elementos menores, por ejemplo, antepechos o el hecho de que se generaran más desperdicios de lo previsto. Esto evidenciaba que el sistema estructural había quedado incompleto y requería ser terminado en una función posterior. En consecuencia, el orden previamente establecido para fundir los elementos ya no se mantenía, por lo que las tablas de funciones generadas (Tablas

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

correspondientes a funciones 21, 24, 27) dejaban de ser útiles, al depender estrictamente de dicho orden.

Debido a esto, se evidenció la necesidad de un programa que permitiera seleccionar libremente los elementos estructurales a fundir, y que entregara de forma automática el volumen total correspondiente. Para lograrlo, se recopiló toda la información contenida en los formatos de volumen de concreto elaborados hasta ese momento. Con esta información, se creó una lista con todos los elementos estructurales, como se muestra en la Tabla 30.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES
APTO 1
APTO 2
APTO 3
APTO 4
APTO 5
APTO 6
APTO 7
APTO 8
MUROS DE ACENSOR
LOSA ACENSOR
LOSA LATERAL ACENSOR
MUROS GRADAS
ZANCA
ESCALONES
PASILLO LOSA 1
PASILLO LOSA 2
VIGAS LOSA 1
VIGAS LOSA 2
ANTEPECHO GRANDE
ANTEPECHO MEDIANO
ANTEPECHO PEQUEÑO
CULATA 1
CULATA 2
CULATA 3
MUROS ACENSOR AZOTEA
ANTEPECHO G. CULATA
ANTEPECHO M. CULATA
ANTEPECHO P. CULATA

Tabla 30. Lista de elementos estructurales
Fuente: Propia

Esta lista (Tabla 30) permitió generar una herramienta con una lista desplegable (Tabla 31), mediante la cual el usuario podía seleccionar los elementos deseados y obtener el volumen total requerido, independientemente del orden en el que fueran fundidos.

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

3			
4		ELEMENTO ESTRUCTURAL	VO
5		APTO 1	
		APTO 1	
		APTO 2	
		APTO 3	
		APTO 4	
		APTO 5	
		APTO 6	
		APTO 7	
		APTO 8	
		MUROS DE ACENSOR	
		LOSA ACENSOR	
		LOSA LATERAL ACENSOR	
		MUROS GRADAS	
		ZANCA	
		ESCALONES	
		PASILLO LOSA 1	
		PASILLO LOSA 2	
		ANTEPECHO GRANDE	
		ANTEPECHO MEDIANO	
		ANTEPECHO PEQUEÑO	
		CULATA 1	
		CULATA 2	
		CULATA 3	
		MUROS ACENSOR AZOTEA	
		ANTEPECHO G. CULATA	
		ANTEPECHO M. CULATA	
		ANTEPECHO P. CULATA	

Tabla 31. Lista desplegable elementos estructurales.
Fuente: Propia

Al realizar la selección deseada, el programa (Tabla 32) da como resultado el volumen del elemento estructural seleccionado, permitiendo así conocer de forma individual la cantidad de concreto que se requiere para fundir dicho elemento. Esta funcionalidad es especialmente útil cuando no se sigue un orden específico de fundición, ya que facilita la planeación y el control del concreto a utilizar en cada jornada de trabajo.

VOLUMEN CONCRETO x SELECCION				
ELEMENTO ESTRUCTURAL	VOL CONCRETO m ³	VOL TOTAL	% DESPERDICIOS	
			3%	5%
APTO 1	21,98	21,98	22,64	23,08

Página

OTRO ELEMENTO

ELIMINAR

Tabla 32. Volumen del elemento estructural seleccionado.
Fuente: Propia

Además, esta herramienta permite ir seleccionando múltiples elementos, sumando automáticamente sus respectivos volúmenes. Esto ofrece una gran ventaja operativa, ya que permite simular diferentes escenarios de fundición y optimizar el pedido de concreto según la disponibilidad de formaleta o la programación de la obra.

La interfaz del programa con esta funcionalidad se presenta en la Tabla 31, en donde se evidencia cómo, a partir de una lista desplegable, se pueden elegir distintos elementos estructurales, visualizando inmediatamente su volumen asociado.

Para que el programa botara el valor del volumen de concreto correcto cada vez que se seleccionaba un elemento, se hizo necesario, traer a colación el valor de volumen de concreto de cada elemento estructural, por medio del código presentado a continuación en la Ilustración 32.

```
+=SI.CONJUNTO(B5="APTO 1";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$22;B5="APTO 2";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$39;B5="APTO 3";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$58;B5="APTO 4";'VOLUMEN  
CONCRETO'!$I$76;B5="APTO 5";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$96;B5="APTO 6";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$113;B5="APTO 7";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$132;B5="APTO 8";'VOLUMEN  
CONCRETO'!$I$150;B5="MUROS DE ACENSOR";('VOLUMEN CONCRETO'!$I$152+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$153+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$154);B5="LOSA ACENSOR";'VOLUMEN  
CONCRETO'!$I$155;B5="LOSA LATERAL ACENSOR";('VOLUMEN CONCRETO'!$I$157+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$159);B5="MUROS GRADAS";('VOLUMEN CONCRETO'!$I$181+  
'VOLUMEN CONCRETO'!$I$182);B5="LOSA DE GRADAS";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$187;B5="ESCALONES";('VOLUMEN CONCRETO'!$I$184+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$185+  
'VOLUMEN CONCRETO'!$I$186);B5="PASILLO LOSA 1";('VOLUMEN CONCRETO'!$I$163+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$166);B5="PASILLO LOSA 2";('VOLUMEN CONCRETO'!$I$164+  
'VOLUMEN CONCRETO'!$I$165);B5="VIGAS LOSA 1";('VOLUMEN CONCRETO'!$I$167+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$168+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$169);B5="VIGAS LOSA 2";(  
'VOLUMEN CONCRETO'!$I$170+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$171+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$172+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$156);B5="ANTEPECHO GRANDE";'VOLUMEN  
CONCRETO'!$I$173;B5="ANTEPECHO MEDIANO";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$175;B5="ANTEPECHO PEQUEÑO";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$177;B5="CULATA 1";'VOLUMEN  
CONCRETO'!$I$190;B5="CULATA 2";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$191;B5="CULATA 3";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$192;B5="MUROS ACENSOR AZOTEA";('VOLUMEN CONCRETO'!$I$193  
+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$194+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$195+'VOLUMEN CONCRETO'!$I$196);B5="ANTEPECHO G. CULATA";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$203;B5="ANTEPECHO M.  
CULATA";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$205;B5="ANTEPECHO P. CULATA";'VOLUMEN CONCRETO'!$I$201)
```

Ilustración 32. Código para cada elemento estructural.

Fuente: Propia

Este código evalúa el contenido de la celda en la que se encuentra el nombre del elemento estructural seleccionado y, dependiendo de la elección, retorna el valor correspondiente de volumen de concreto. Esto permite acceder directamente a los valores específicos contenidos en la tabla maestra, sin necesidad de realizar búsquedas manuales, lo cual agiliza el proceso de consulta y reduce el margen de error.

En la Ilustración 33 se pueden observar dos herramientas, la primera con las palabras “OTRO ELEMENTO” y la segunda con la palabra “ELIMINAR”.



Ilustración 33. Herramienta de automatización.

Fuente: Propia

Estas herramientas están diseñadas para mejorar la experiencia del usuario y ampliar la funcionalidad del programa. Tal como se aprecia en la Ilustración 33, el botón “OTRO ELEMENTO” agrega una nueva lista desplegable con las mismas opciones presentadas en la Tabla 31, permitiendo así seleccionar un segundo (o más) elemento estructural, visualizar su volumen de concreto y, además, sumar dicho volumen al previamente seleccionado, como se muestra en la Ilustración 34.

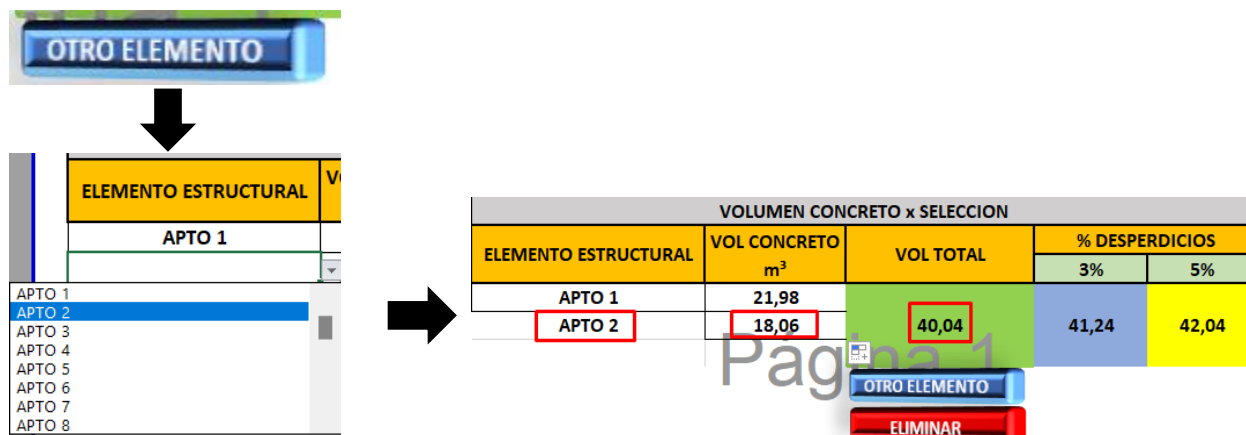


Ilustración 34. Función botón "OTRO ELEMENTO".
Fuente: Propia

Por el contrario, la herramienta denominada "ELIMINAR" permite suprimir el último elemento estructural que haya sido agregado, lo cual resulta especialmente útil en caso de que el usuario cometa un error al momento de seleccionar un elemento o desee modificar su elección. Esta función brinda mayor flexibilidad y control dentro del programa, asegurando que el proceso de selección y suma de volúmenes sea lo más preciso posible.

En la Ilustración 35, se evidencia claramente cómo actúa esta herramienta, eliminando la fila correspondiente al último elemento añadido y ajustado automáticamente los cálculos realizados hasta ese momento.

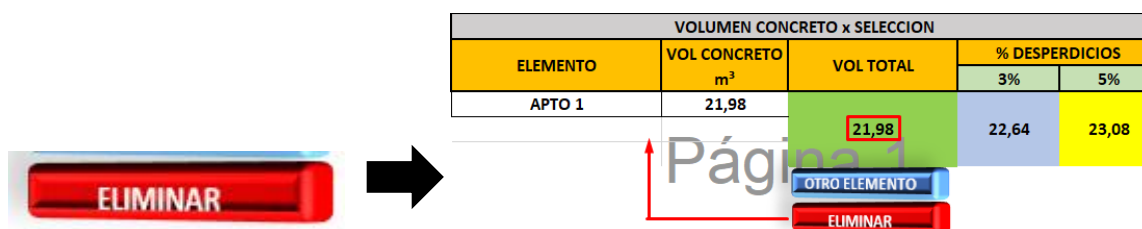


Ilustración 35. Función botón "ELIMINAR"
Fuente: Propia

Estas herramientas se generaron a través de códigos en "Visual Basic" en las Ilustraciones 36 y 37 se evidencian.

```
Sub INSERTAR_FILA()

ultimo = ActiveSheet.Cells(Rows.Count, "B").End(xlUp).Row + 1

Range("A" & ultimo).EntireRow.Insert

Range("B" & ultimo).Value = ""

End Sub
```

Ilustración 36. Código para insertar fila.
Fuente: Propia

```
Sub DELETE_FILA()  
  
ultimo = ActiveSheet.Cells(Rows.Count, "B").End(xlUp).Row  
  
Range("A" & ultimo).EntireRow.Delete  
  
Range("B" & ultimo).Value = ""  
  
End Sub
```

Ilustración 37. Código para eliminar fila.
Fuente: Propia

En conclusión, el programa permite al usuario seleccionar, según sus necesidades, los elementos estructurales que desea fundir. Además, proporciona los valores correspondientes del volumen de concreto, facilitando la obtención de datos específicos de la tabla maestra sin necesidad de buscarlos manualmente. También calcula la suma total de los volúmenes de los elementos seleccionados y considera los desperdicios del 3% y 5%, ofreciendo resultados más precisos y prácticos.

6.3.5. APOYO EN OBRA

Una de las principales tareas en esta obra consistía en brindar apoyo en diversos ámbitos, como la toma de plomos en los apartamentos modulados, la verificación de niveles y la liberación de aceros, además, verificar, cerciorarse y estar presente de cada una de las fundiciones.

6.3.5.1. TOMA DE PLOMOS

La toma de plomos se realiza con el objetivo de garantizar que los muros modulados de la edificación se encuentren debidamente alineados y verticales. Este procedimiento es esencial para asegurar que los elementos estructurales estén rectos y nivelados, lo cual repercute directamente en la estabilidad, funcionalidad y estética del proyecto.

Para comprender este proceso, es necesario tener claridad sobre la modulación previa que se realiza antes de proceder con el plomeo de los muros. La modulación inicia con la correcta colocación de la simbra, la cual constituye la guía fundamental que los trabajadores (lateros) deben seguir para asegurar que la formaleta se instale respetando las dimensiones establecidas en los planos estructurales.

La Ilustración 38 muestra el procedimiento de colocación de la simbra:



Ilustración 38. Colocación de simbra
Fuente: Propia

En la Ilustración 38 se evidencian dos puntos remarcados, estos puntos sirven como referencia para la instalación de pines metálicos en el suelo, los cuales aseguran que la formaleta metálica se ajuste exactamente a las dimensiones exigidas por la simbra.

Una vez colocada correctamente la simbra, los trabajadores (lateros) proceden a realizar la modulación de los muros que conforman cada apartamento (Ilustración 39), asegurando su correcta posición antes de la fundición.



Ilustración 39. Modulación de apartamentos.
Fuente: Propia

El sistema utilizado en esta obra corresponde al encofrado metálico con formaleta tipo “FORSA”. Este sistema industrializado se caracteriza por su rapidez de ejecución, reutilización y precisión, y está compuesto por formaletas metálicas de diferentes dimensiones, adaptables a los requerimientos de cada proyecto.

Además de las formaletas, el sistema requiere de diversos accesorios metálicos esenciales para su correcta instalación y funcionamiento. Entre estos se encuentran: pasadores, cuñas, pin grapas, caballetes o uñas alineadoras, cuñas angulares, mesas, soportes de losa, entre otros.

El pasador, representado en la Ilustración 40, tiene como función principal unir dos formaletas metálicas (latas). Este accesorio trabaja conjuntamente con las cuñas, mostradas en la Ilustración 41, las cuales actúan como un seguro mecánico que garantiza el correcto ajuste del pasador. El conjunto de estos elementos puede observarse en funcionamiento en la Ilustración 42, donde se aprecia cómo quedan ensamblados correctamente en obra.



Ilustración 40. Pasador metálico.
Fuente: Propia



Ilustración 41. Cuña metálica.
Fuente: Propia



Ilustración 42. Trabajo en conjunto pasador y cuña.
Fuente: Propia

El accesorio conocido como pingrapa tiene la misma función que los elementos anteriores: ajustar dos diferentes latas del sistema de formaleta. Sin embargo, a diferencia del conjunto pasador-cuña, la pingrapa realiza esta unión de manera individual.

En la Ilustración 43 se presenta la apariencia del accesorio, mientras que en la Ilustración 44 se evidencia su aplicación en obra y el modo en que cumple su función de ajuste.



Ilustración 43. Pingrapa metálica.
Fuente: Propia



Ilustración 44. Función Pingrapa.
Fuente: Propia

Por otro lado, los caballetes o uñas alineadoras, tienen la función de mantener los paneles de la formaleta metálica debidamente alineados, durante el vaciado del concreto, garantizando así que se conserven las dimensiones precisas indicadas en los planos. Este accesorio se puede observar en la Ilustración 45.



Ilustración 45. Caballete o uña alineadora
Fuente: Propia

El accesorio conocido como mesa metálica, se utiliza como soporte para los paneles de la losa de concreto, debajo de esta mesa, se coloca un gato el cual se ancla a la losa inferior, brindando

estabilidad al sistema de encofrado durante el proceso constructivo, como se muestra en la Ilustración 46.



Ilustración 46. Mesa metálica.
Fuente: Propia

Por último, los gatos metálicos o soportes telescópicos desempeñan un papel fundamental como elementos de soporte temporal para losas y muros estructurales durante el vaciado del concreto, hasta el fraguado completo del mismo. Estos dispositivos no solo permiten sostener el peso del concreto fresco, sino también cargas adicionales como el peso de los trabajadores y sus herramientas. Además, poseen un sistema de ajuste de altura, lo que resulta esencial para realizar nivelaciones de losa y garantizar una correcta verticalidad. También brindan soporte lateral a los muros, ayudando a evitar deformaciones durante el proceso de fundición. Esta función se muestra en la Ilustración 47, donde se evidencian los gatos metálicos utilizados en obra.

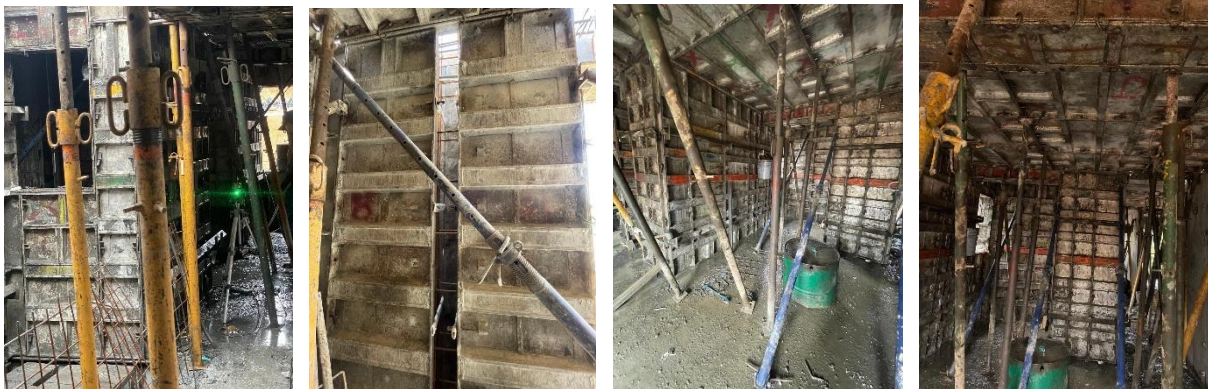


Ilustración 47. Gatos metálicos o soportes metálicos.
Fuente: Propia

Una vez que los trabajadores (lateros) culminaba la modulación de los muros, se procedía a la toma de plomos en cada uno de ellos. Para este procedimiento se utilizaba una plomada, herramienta con la que cada trabajador contaba individualmente. Era su responsabilidad colocarla sobre el muro asignado y, en ese momento, se realizaban dos mediciones con el flexómetro: una en la parte superior del panel y otra en la parte inferior. La diferencia entre ambas medidas permitía identificar el desplome total del muro. Según las indicaciones de la ingeniera residente, se permitía un máximo de 2mm de desplome, aceptando hasta 3mm como tolerancia máxima. Cuando se identificaba un valor fuera de este rango, se informaba al respectivo trabajador (latero), quien realizaba de inmediato la corrección necesaria.

6.3.5.2. TOMA DE NIVELES

La toma de niveles en una obra de esta magnitud resulta crucial, debido a las características estructurales y volumétricas del proyecto. Se trata de una edificación de uso residencial multifamiliar con un número considerable de pisos, apartamentos y fundiciones secuenciales, lo cual exige un riguroso control geométrico. En este tipo de obras, es imprescindible respetar con exactitud las alturas de cada nivel, para así evitar acumulaciones irregulares de carga en los elementos estructurales, lo cual podría comprometer la seguridad y estabilidad del conjunto.

Por esta razón, la toma de niveles se realizaba diariamente. Cada vez que los trabajadores (lateros) finalizaban la modulación de la losa de entrepiso, se procedía a nivelar cada una de las esquinas de dicha losa.

Este procedimiento se llevaba a cabo utilizando un nivel de precisión, como se muestra en la Ilustración 48. El instrumento se colocaba sobre la parte superior de uno de los apartamentos que ya había sido fundido y luego se calibra adecuadamente. Una vez realizada la calibración, se contaba con una referencia válida que provenía de la nivelación inicial de la cimentación.



Ilustración 48. Nivel de precisión.
Fuente: Propia

Dicha referencia de nivel se elevaba progresivamente a medida que aumentaban los niveles de la edificación, manteniéndose a 1 metro de la losa de entrepiso. El nivel de precisión se ajustaba a esta nueva referencia con la ayuda de una mira, y luego de realizar los cálculos necesarios, se procedía a la lectura de los niveles de la losa de entrepiso próxima a fundir.

Cabe aclarar que este procedimiento funcionaba como un método de verificación, ya que los trabajadores (lateros) realizaban inicialmente la nivelación con la ayuda de un nivel láser, herramienta que puede observarse en la Ilustración 49.



Ilustración 49. Nivel laser.

Fuente: Propia

Para el caso de los primeros apartamentos a fundir por piso, específicamente los apartamentos 7 y 8, el nivel de precisión debía posicionarse en el **edificio contiguo**, debido a que no era posible ubicarlo directamente sobre los paneles de formaleta correspondientes a la losa de entrepiso de dichos apartamentos. Esta limitación se debía a que dichos paneles presentaban una alta inestabilidad estructural antes de la fundición, por lo cual cualquier alteración o movimiento podría provocar la des calibración del instrumento.



Ilustración 50. Posicionamiento del nivel de precisión en edificio contiguo.

Fuente: Propia

Durante el proceso de fundición de la losa de entrepiso, también se realiza la respectiva lectura de niveles, con el fin de garantizar uniformidad en toda la superficie. Para ello, en el momento del vaciado del concreto, y con apoyo de los trabajadores (lateros), se ubican plantas o plantillas como base provisional de referencia. Estas permiten verificar que el concreto quede a la altura establecida en los planos estructurales. Posteriormente, un trabajador, empleando dichas plantillas y un codal, se encarga de distribuir el concreto de manera uniforme y precisa.



Ilustración 51. Distribución uniforme del concreto de losa entrepiso
Fuente: Propia

6.3.5.3. LIBERACIÓN DE ACEROS

La liberación de acero era una actividad que se debía realizar de manera diaria, ya que era indispensable verificar que cada elemento estuviera correctamente dispuesto antes de la modulación de los apartamentos. Esto garantizaba que no se incurriera en errores de armado que pudieran comprometer la resistencia estructural o generar reprocesos costosos y peligrosos. Además, dado que la obra avanzaba constantemente con nuevas fundiciones programadas casi a diario, era fundamental validar a tiempo que los aceros cumplieran con los requisitos establecidos.

Esta revisión incluía la comprobación de las longitudes adecuadas de los aceros en los muros, la correcta colocación y número de estribos, así como la ubicación precisa de las diagonales en las ventanas y verificación de los detalles constructivos en las que las esquinas de los muros, también conocidos como grafiles.

En la obra, los responsables de la instalación del acero estructural eran los herreros, quienes se encargaban de ejecutar la colocación siguiendo las especificaciones técnicas contenidas en los planos estructurales del proyecto.

6.3.5.3.1. ALZADAS MUROS ESTRUCTURALES

La empresa GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S – GRACOL fue la encargada de proporcionar los despieces detallados (alzadas) de cada uno de los muros estructurales del proyecto. Estos documentos permitían guiar con precisión el armado del acero, garantizando la correcta ejecución conforme al diseño estructural.

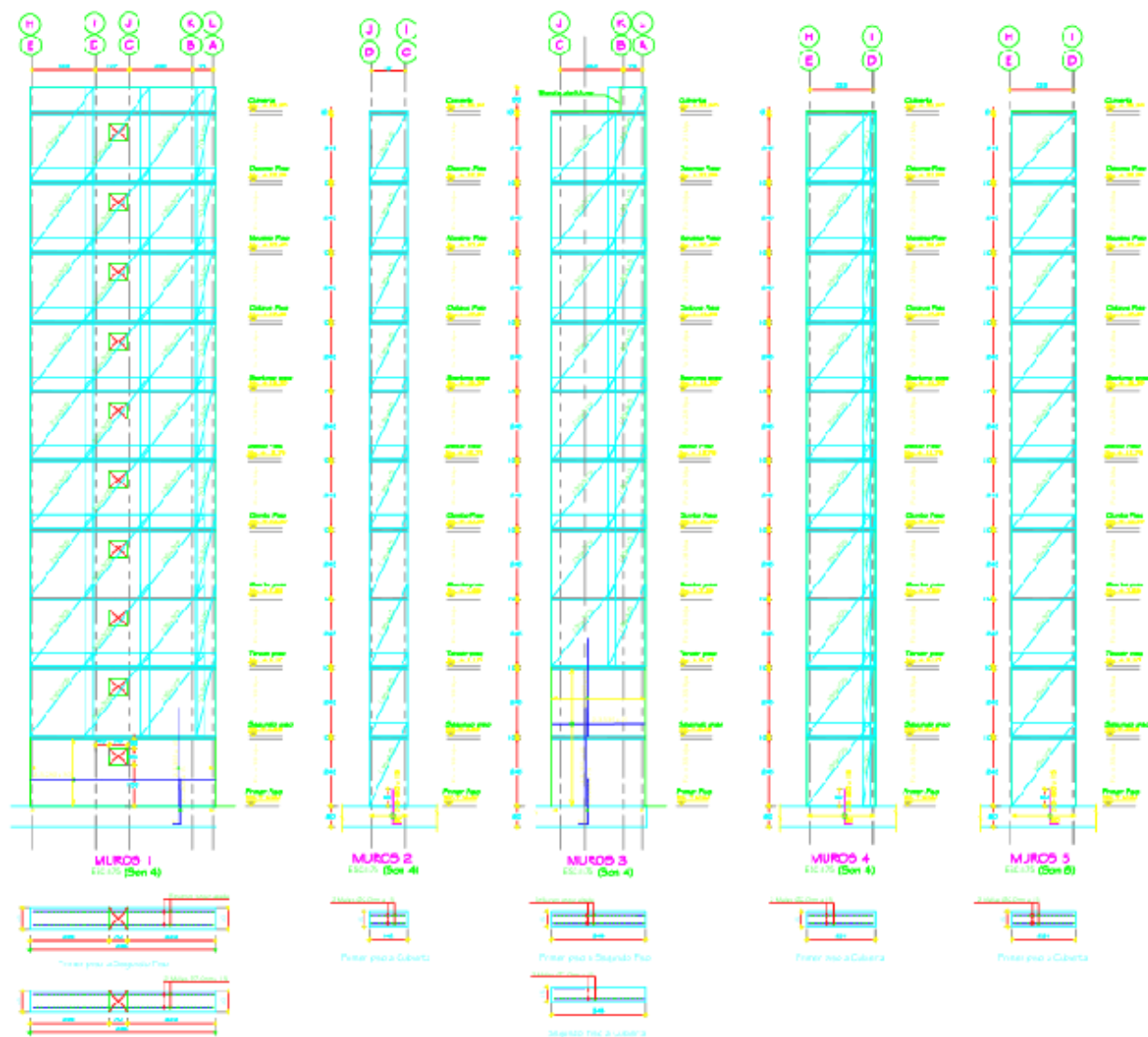


Ilustración 52. Alzadas de muros 1-2-3-4-5
Fuente: (GRACOL, 2021)

En la Ilustración 52 se presentan los despieces o alzadas correspondientes a los muros estructurales 1, 2, 3, 4, 5, elaborados por la empresa GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA S.A.S. – GRACOL. A continuación, se describen las características específicas de cada uno de estos muros:

MURO 1: Este muro presenta una longitud total de 6.85 m y un espesor de 20 cm. Por cada piso se construyen 4 muros de este tipo, ubicados en los ejes verticales 1 y 20: dos de ellos entre los

ejes horizontales A–E y los otros dos entre los ejes L–H. Entre los ejes C–D y J–I se localiza una ventana de dimensiones 70×60 cm, a una altura de 1.50 m desde el entrepiso. Esta configuración se repite en cada eje vertical. En cuanto a la armadura, entre el primer y segundo piso, el muro contiene dos entramados de acero longitudinal con barras #3, de 3.55 m de longitud, espaciadas a 15 cm, y dos entramados transversales de barras #3, de 6.80 m de longitud, espaciados a 30 cm. Desde el segundo hasta el décimo piso, el refuerzo cambia a seis mallas de 2.35 m de longitud por 3.05 m de altura, y dos mallas adicionales de 0.70 m de longitud por 3.05 m de altura, todas con un diámetro de 7.0 mm y separación de 15 cm. En la cubierta, las dimensiones de las mallas se mantienen, excepto por la altura, que cambia a 3.45 m.

MURO 2: Este muro se extiende desde el primer piso hasta la cubierta, con una longitud total de 1.42 m y un espesor de 15 cm. Por cada piso se colocan 8 muros de esta tipología, distribuidos en los ejes verticales 1–2, 8–9, 12–13 y 19–20, con dos muros por eje vertical: uno entre los ejes horizontales C–D y otro entre los ejes I–J. La armadura consiste en dos mallas de 1.35 m de longitud por 3.05 m de altura, con barras de 6.0 mm de diámetro separadas a 15 cm. Esta configuración se mantiene hasta el décimo piso, variando únicamente en la cubierta, donde la altura se reduce a 2.70 m.

MURO 3: Tiene una longitud total de 3.44 m y un espesor de 15 cm. Se instalan 8 muros de este tipo por piso, ubicados en los ejes verticales 2, 8, 13 y 19, con dos muros por eje: uno entre los ejes A–C y otro entre los ejes J–L. Entre el primer y segundo piso, este muro incluye dos entramados longitudinales con barras #3, de 3.55 m de longitud, espaciadas a 15 cm, y dos entramados transversales con barras #3 de 3.39 m de longitud, espaciadas a 23 cm. Desde el segundo piso hasta la cubierta se utilizan dos mallas: una de 2.35 m de longitud por 3.05 m de altura, y otra de 1.40 m de longitud por 3.05 m de altura. En la cubierta, esta segunda malla cambia su altura a 3.45 m.

MURO 4 Presenta una longitud de 2.51 m y un espesor de 15 cm. Cada piso cuenta con 4 de estos muros, dispuestos en los ejes verticales 2 y 9, con un muro entre los ejes D–E y otro entre los ejes I–H por cada eje vertical. Su refuerzo consiste en dos mallas de 2.35 m de longitud por 3.05 m de altura, y dos mallas adicionales de 0.45 m de longitud por 3.05 m de altura, todas con un diámetro de 6.0 mm y separación de 15 cm. Esta configuración se mantiene constante desde el primer hasta el décimo piso, modificándose únicamente en la cubierta, donde la altura cambia a 2.70 m.

MURO 5: Tiene una longitud total de 2.31 m y un espesor de 15 cm. Por piso se colocan 8 muros de esta clase, ubicados en los ejes verticales 3, 7, 14 y 18, con dos muros por eje: uno entre los ejes D–E y otro entre H–I. Cada muro incluye dos mallas con barras de 6.0 mm de diámetro, separadas a 15 cm, con una longitud de 2.25 m y una altura de 3.05 m. Esta disposición se mantiene desde el primer hasta el décimo piso, modificándose solo en la cubierta, donde la altura se reduce a 2.70 m.

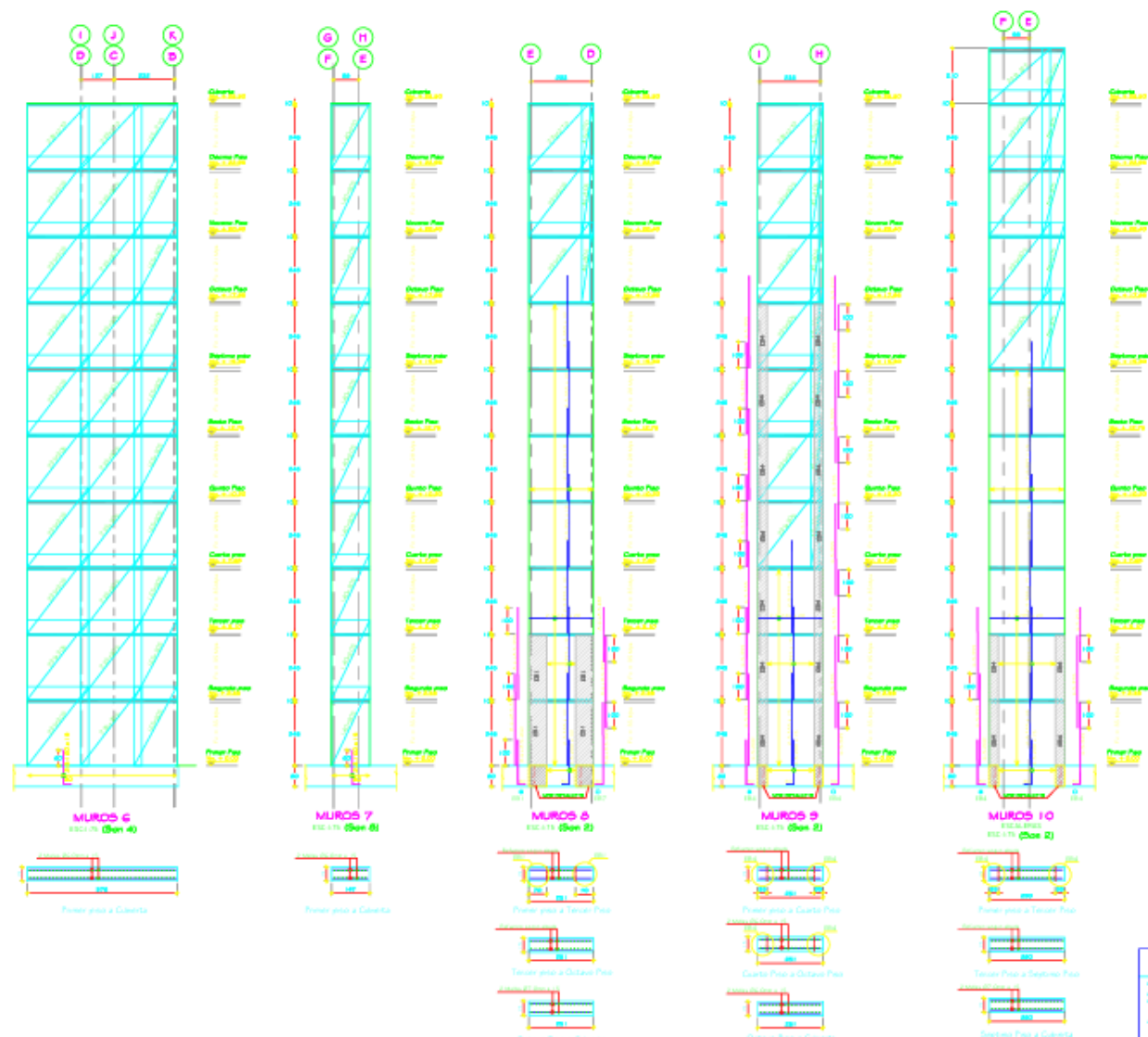


Ilustración 53. Alzadas de muros 6-7-8-9-10
Fuente: (GRACOL, 2021)

En la Ilustración 53 se presentan las alzadas correspondientes a los muros estructurales 6, 7, 8, 9 y 10. A continuación, se describen detalladamente sus características y especificaciones constructivas.

MURO 6: Este muro, el de mayor longitud entre los descritos, mide 5.76 m y tiene un espesor de 15 cm. Se ubica en los ejes verticales 5 y 16, con dos muros por eje: uno entre los ejes horizontales B–D y otro entre H–K. Respecto al refuerzo, este muro contiene seis mallas con barras de 6.0 mm de diámetro espaciadas a 15 cm. De estas, cuatro mallas tienen una longitud de 2.35 m y una altura de 3.05 m, mientras que las otras dos mallas presentan una longitud de 1.65 m y la misma altura de 3.05 m. Esta configuración se mantiene desde el primer hasta el décimo piso, y en la cubierta la altura se reduce a 2.70 m.

MURO 7: Con una longitud de 1.47 m y un espesor de 15 cm, este muro se localiza en los ejes verticales 4, 6, 15 y 17, con dos muros por eje. La disposición es: uno entre los ejes horizontales

E–F y otro entre G–H, dando un total de ocho muros con esta denominación. Cada muro está reforzado con dos mallas de 1.40 m de longitud y 3.05 m de altura, fabricadas con barras de 6.0 mm de diámetro a 15 cm de separación. Estas se mantienen desde el primer hasta el décimo piso, modificándose solo en la cubierta donde la altura pasa a 2.70 m.

MURO 8: Este muro mide 2.51 m de longitud y tiene un espesor de 15 cm. Se presentan dos muros de este tipo, ubicados en los ejes verticales 8 y 13, entre los ejes horizontales D–E. Desde el primer hasta el octavo piso, el refuerzo consiste en dos entramados de acero longitudinal con barras #3, de 3.55 m de longitud, espaciadas a 10 cm y con traslape de 1 m, además de dos entramados de acero transversal con barras #3, de 2.46 m de longitud, a 20 cm de separación. Del octavo al décimo piso, el muro incorpora cuatro mallas con barras de 7.0 mm de diámetro a 15 cm: dos mallas de 2.35 m de longitud por 3.05 m de altura, y dos de 0.45 m por 3.05 m. En la cubierta, la altura de todas las mallas disminuye a 2.70 m. Asimismo, del primer al tercer piso, este muro incluye dos elementos de borde tipo EB1 (ver Ilustración 54).

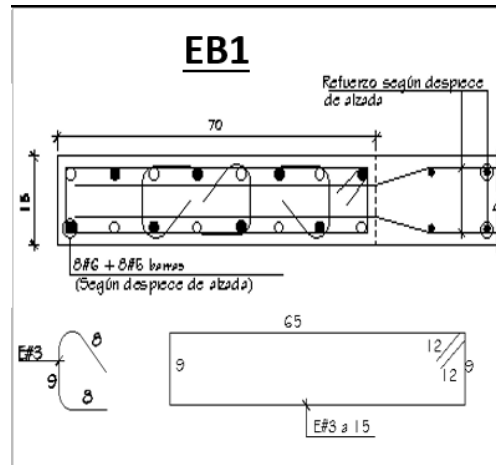


Ilustración 54. Elemento de borde EB1.
Fuente: (GRACOL, 2021)

Elemento de borde EB1: Este elemento tiene una longitud de 0.70 m y un espesor de 15 cm. Está conformado por ocho barras #6 y ocho barras #5 de 3.55 m de longitud, con traslape de 1 m. Se complementa con tres estribos #3 en forma de gancho cerrado y un estribo rectangular #3 de 0.65×0.09 m, colocados a 15 cm de separación.

MURO 9: Con una longitud de 2.51 m y espesor de 15 cm, este muro está presente en los ejes verticales 8 y 13, entre los ejes horizontales H–I. Entre el primer y cuarto piso, el refuerzo está compuesto por dos entramados de acero longitudinal con barras #3, de 3.55 m de longitud a 15 cm, y dos entramados de acero transversal con barras #3, de 2.46 m a 20 cm. Del cuarto al décimo piso, el refuerzo cambia a cuatro mallas con barras de 6.0 mm a 15 cm: dos de 2.35 m de longitud por 3.05 m de altura, y dos de 0.45 m por 3.05 m. En la cubierta, la altura de las mallas se reduce a 2.70 m. Además, entre el primer y octavo piso, se incorporan elementos de borde tipo **EB4** (ver Ilustración 55).

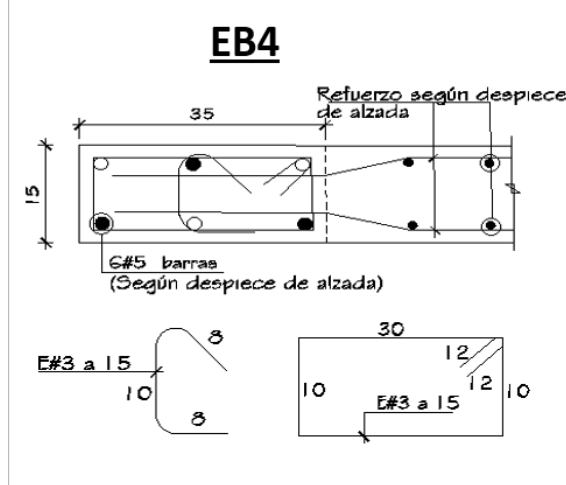


Ilustración 55. Elemento de borde EB4.
Fuente: (GRACOL, 2021)

Elemento de borde EB4: Este componente tiene una longitud de 0.35 m y un espesor de 15 cm. Está conformado por seis barras #5 de 3.55 m con traslapo de 1 m, un estribo #3 rectangular de 0.10×0.30 m a 15 cm, y un estribo adicional #3 en forma de gancho cerrado.

MURO 10: Este muro tiene una longitud de 2.90 m y espesor de 15 cm. Se construyen dos unidades con esta denominación, ubicadas en los ejes verticales 9 y 11, entre los ejes horizontales D–F. Desde el primer hasta el séptimo piso, el refuerzo consiste en dos entramados longitudinales con barras #3 de 3.55 m de longitud a 15 cm, con traslapo de 1 m, y dos entramados transversales con barras #3 de 2.85 m a 20 cm. Desde el séptimo hasta el décimo piso, el muro incluye cuatro mallas de acero con barras de 7.0 mm a 15 cm: dos de 2.35 m de longitud por 3.05 m de altura, y dos de 0.85 m por 3.05 m. En la cubierta, la altura de las mallas se modifica a 2.25 m. Este muro también incluye elementos de borde tipo EB4, los cuales se extienden desde el primer hasta el tercer piso.

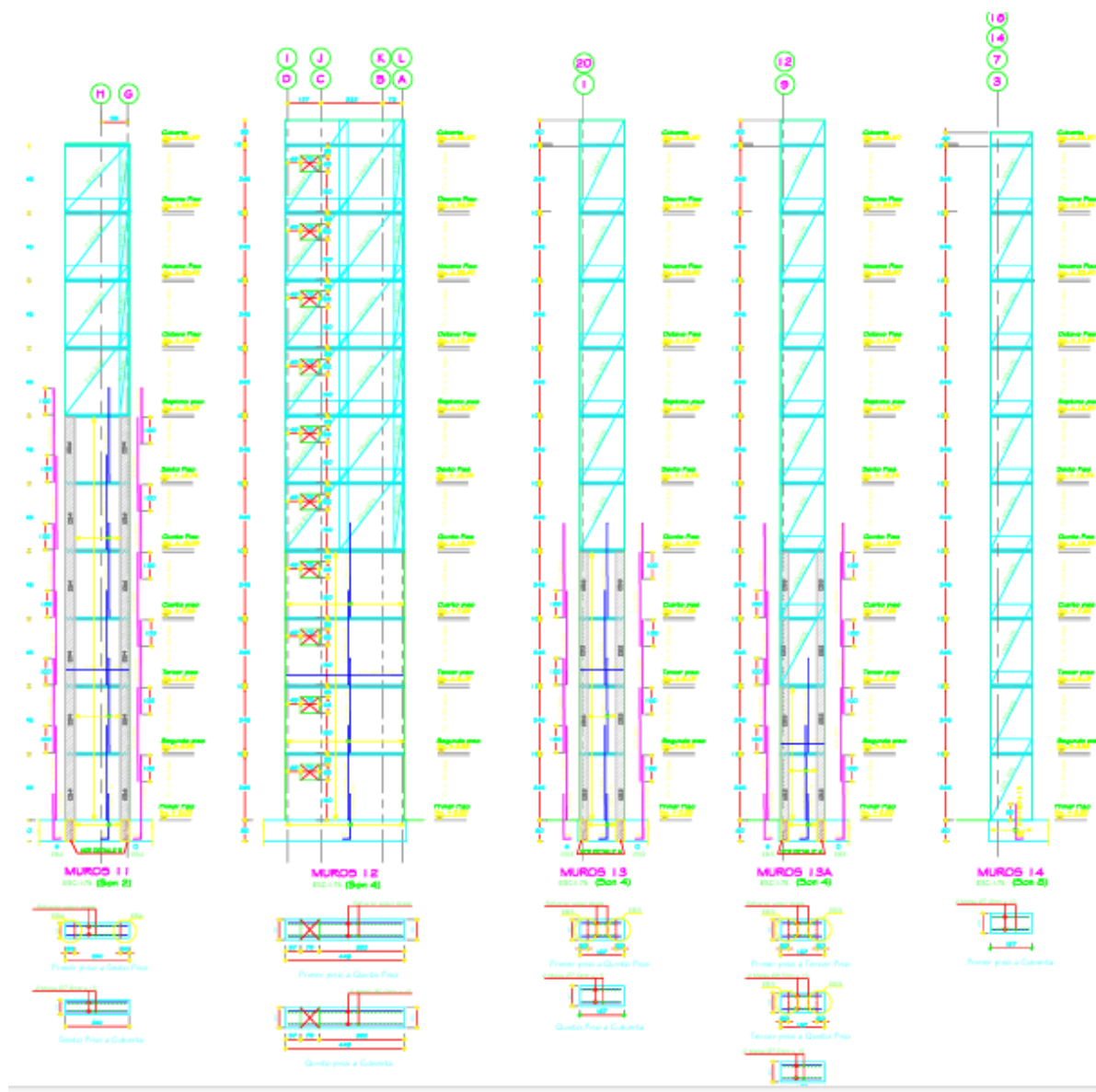


Ilustración 56. Alzadas de muros 11-12-13-13A-14
Fuente: (GRACOL, 2021)

En la Ilustración 56 se muestran las alzadas de los muros estructurales 11, 12, 13, 13A y 14. A continuación, se realiza una descripción detallada de cada uno de estos muros con base en sus respectivas dimensiones, distribución de acero y ubicación en planta.

MURO 11: Este muro tiene una longitud total de 2.41 m y un espesor de 15 cm. Existen dos muros con esta denominación ubicados en los ejes verticales 9 y 12, entre los ejes horizontales G e I. En cuanto al refuerzo, entre el primer y el sexto piso se disponen dos entramados de acero longitudinal conformados por barras #3 con una longitud de 3.55 m a 15 cm, con traslapo de 1 m, así como dos entramados de acero transversal con barras #3 y una longitud de 2.36 m a 20 cm. Desde el sexto hasta el décimo piso, el muro se refuerza con cuatro mallas de acero de 7.0 mm

de diámetro a 15 cm, de las cuales dos tienen una longitud de 2.35 m y altura de 3.05 m, mientras que las otras dos presentan una longitud de 0.35 m con igual altura. En la cubierta, la altura se reduce a 2.70 m. Además, este muro cuenta con elementos de borde tipo EB4 desde el primer hasta el sexto piso.

MURO 12: Con una longitud de 4.49 m y un espesor de 20 cm, este muro está representado en cuatro ubicaciones dentro de los ejes verticales 9 y 12, con dos muros por eje. Estos se distribuyen entre los ejes horizontales A-D y I-L, siguiendo el mismo patrón para ambos ejes verticales. Cabe destacar la presencia de ventanas de 70x60 cm en los tramos C-D e I-J. En lo que respecta al refuerzo, desde el primer hasta el quinto piso se disponen dos entramados de acero longitudinal con barras #3, una longitud de 3.35 m a 20 cm y traslapo de 1 m, además de dos entramados de acero transversal con barras #3, con longitud de 4.42 m a 23 cm. A partir del quinto piso hasta el décimo, el muro contiene seis mallas de acero de 6.0 mm de diámetro a 15 cm, de las cuales cuatro tienen una longitud de 2.35 m y altura de 3.05 m, mientras que las dos restantes tienen una longitud de 0.40 m con igual altura. En la cubierta, la altura de las mallas incrementa a 3.45 m.

MURO 13: Este muro tiene una longitud de 1.67 m y un espesor de 20 cm. En los planos estructurales se identifican cuatro muros con esta denominación, ubicados en los ejes horizontales A y L. En cada uno de estos ejes se encuentran dos muros: uno entre los ejes verticales 1-2 y otro entre los ejes 19-20, replicándose la misma disposición en ambos ejes horizontales. El refuerzo entre el primer y el quinto piso consiste en dos entramados de acero longitudinal con barras #3, con una longitud de 3.55 m a 15 cm y traslapo de 1 m, así como dos entramados de acero transversal con barras #3, con longitud de 1.62 m a 30 cm. Desde el quinto hasta el décimo piso, se colocan dos mallas de acero de 7.0 mm de diámetro a 15 cm, con longitud de 1.60 m y altura de 3.05 m, que en cubierta aumenta a 3.45 m. Además, este muro cuenta con elementos de borde tipo EB3 desde el primer hasta el quinto piso, cuyas dimensiones y características se muestran en la Ilustración 57.

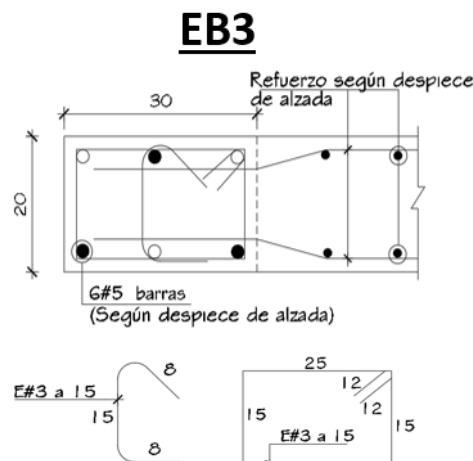


Ilustración 57. Elemento de borde EB3
Fuente: (GRACOL, 2021)

Este elemento presenta dimensiones de 30×20 cm y está conformado por seis barras #5 con una longitud de 3.55 m y traslapo de 1 m. Además, incluye un estribo rectangular #3 con dimensiones de 25×15 cm a cada 15 cm, así como un estribo #3 en forma de gancho cerrado.

MURO 13A Este muro, también de 1.67 m de longitud y 20 cm de espesor, aparece en cuatro ubicaciones por piso dentro de los ejes horizontales A y L, con dos muros por eje: uno entre los ejes verticales 8-9 y otro entre los ejes 12-13, repitiéndose esta disposición en ambos ejes horizontales. En cuanto al refuerzo, del primer al tercer piso se encuentran dos entramados de acero longitudinal con barras #3, con longitud de 3.35 m a 15 cm y traslapo de 1 m, junto a dos entramados de acero transversal con barras #3, de longitud 1.62 m a 30 cm. Entre el tercer y el quinto piso, el muro contiene dos mallas con acero de 8.5 mm de diámetro a 15 cm, con longitud de 1.60 m y altura de 3.05 m. A partir del quinto piso hasta el décimo, las mallas se sustituyen por acero de 7.0 mm de diámetro a 15 cm, manteniendo las mismas dimensiones. En la cubierta, la altura varía a 3.45 m. Este muro también incorpora el elemento de borde EB3 desde el primer hasta el quinto piso.

MURO 14: Con una longitud de 1.57 m y un espesor de 20 cm, este muro se encuentra en ocho ubicaciones, distribuidas entre los ejes verticales 3-4, 6-7, 14-15 y 17-18, con dos muros por eje. En cada caso, uno se ubica en el eje horizontal B y el otro en el eje K. El acero que lo refuerza está compuesto por dos mallas de 7.0 mm de diámetro a 15 cm, con longitud de 1.50 m y altura de 3.05 m, desde el primer piso hasta el décimo. En la cubierta, la altura de estas mallas cambia a 2.90 m.

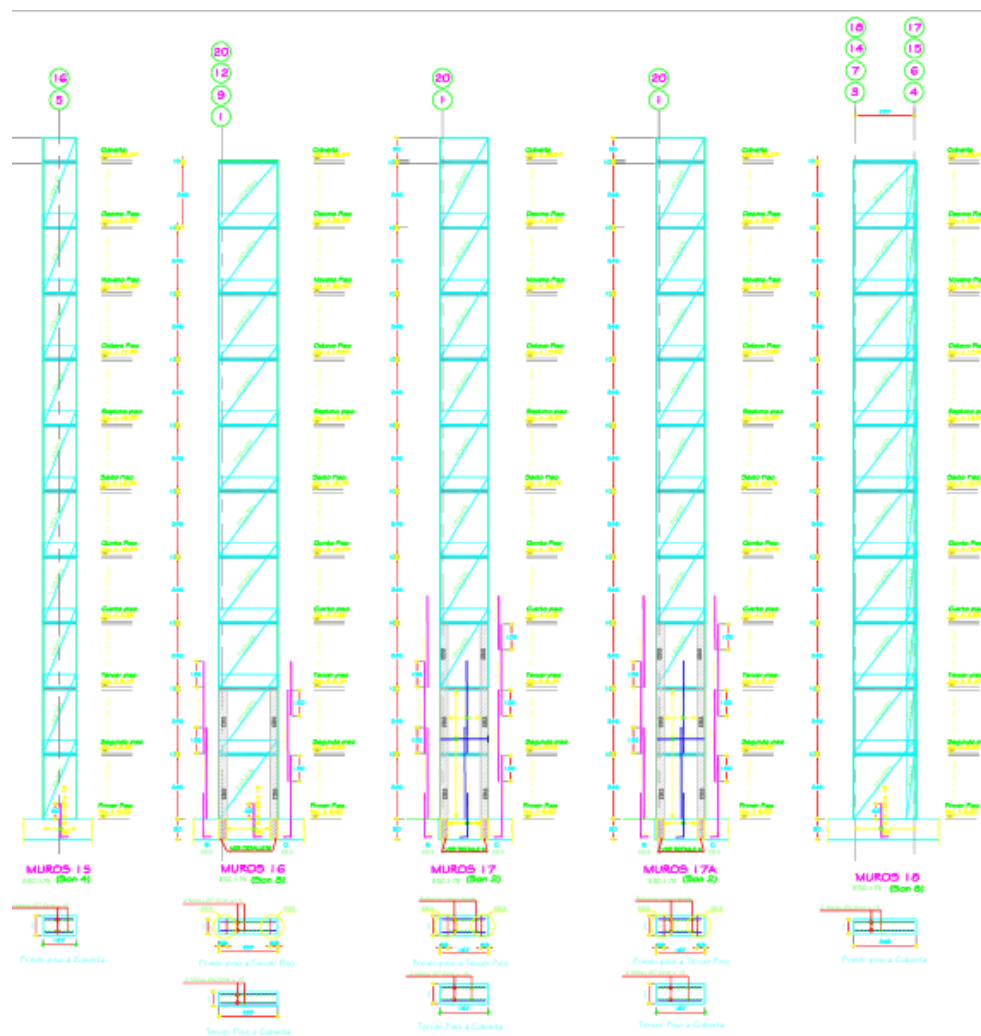


Ilustración 58. Alzadas de muros 15-16-17-17A-18
Fuente: (GRACOL, 2021)

En la Ilustración 58 se ilustran las alzadas correspondientes a los muros estructurales 15, 16, 17, 17A y 18. Seguidamente, se presentan las características técnicas específicas de cada muro representado.

MURO 15: Posee una longitud de 1.27 m y un espesor de 20 cm. En total se identifican cuatro muros con esta denominación, ubicados en los ejes horizontales B y K, con dos en cada uno. Su distribución es la siguiente: uno entre los ejes verticales 4-6 y otro entre los ejes verticales 15-17, patrón que se repite en ambos ejes horizontales. Este muro está conformado por dos mallas de acero de 7.0 mm de diámetro a 15 cm, con una longitud de 1.20 m y una altura de 3.05 m, desde el primer piso hasta el décimo piso. En la cubierta, la altura se incrementa a 3.45 m.

MURO 16: Tiene una longitud de 2.27 m y un espesor de 15 cm. Se disponen ocho elementos con esta nomenclatura entre los ejes verticales 1-2, 8-9, 12-13 y 19-20, con dos por cada eje, ubicados uno en el eje horizontal D y otro en el eje horizontal I. Desde el primer hasta el tercer piso, el muro cuenta con dos mallas de acero de 7.0 mm de diámetro a 15 cm, con una longitud

de 2.20 m y una altura de 3.05 m. A partir del tercer piso hasta la cubierta, se utilizan dos mallas de 6.0 mm de diámetro a 15 cm con las mismas dimensiones. Además, desde el primer hasta el tercer piso, se emplean elementos de borde tipo **EB5**, cuyas características se muestran en la Ilustración 59.

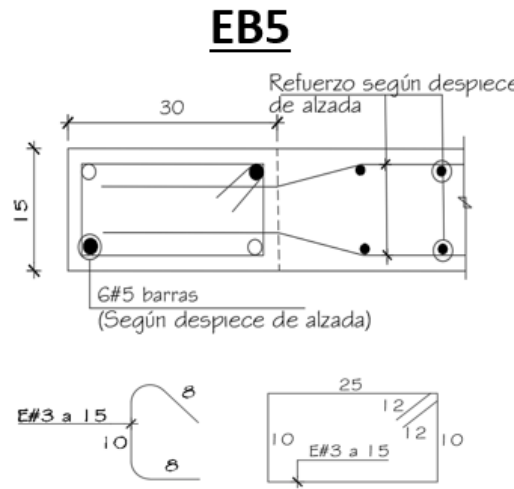


Ilustración 59. Elemento de borde EB5.
Fuente: (GRACOL, 2021)

Este elemento de borde (Ilustración 59) tiene unas dimensiones de 30x15 cm. Está compuesto por seis barras #5 con una longitud de 3.55 m y un traslapo de 1 m. Además, contiene un estribo #3 en forma rectangular con dimensiones de 25x10 cm, dispuesto cada 15 cm.

MURO 17: Este muro presenta una longitud de 1.87 m y un espesor de 20 cm. Se identifican cuatro elementos con esta designación, ubicados en los ejes horizontales E y H, con dos en cada eje. Su distribución es la siguiente: uno entre los ejes verticales 1-2 y otro entre los ejes 19-20, con igual configuración para ambos ejes horizontales. En cuanto al acero, del primer al tercer piso, se disponen dos entramados de acero longitudinal con barras #3, con una longitud de 3.55 m a 15 cm, y dos entramados de acero transversal con barras #3, con longitud de 1.82 m a 30 cm. Desde el tercer piso hasta el décimo piso, se emplean dos mallas de 7.0 mm de diámetro a 15 cm, con una longitud de 1.80 m y una altura de 3.05 m, mientras que en la cubierta la altura cambia a 3.45 m. Asimismo, desde el primer hasta el tercer piso se incorpora un elemento de borde tipo EB3.

MURO 18: Con una longitud de 2.43 m y un espesor de 15 cm, se identifican ocho muros con esta nomenclatura, distribuidos entre los ejes verticales 3-4, 6-7, 14-15 y 17-18, con dos por cada eje vertical. Cada par se encuentra ubicado uno en el eje horizontal F y el otro en el eje horizontal G. En lo que respecta al refuerzo, el muro cuenta con cuatro mallas de acero de 6.0 mm de diámetro a 15 cm: dos con longitud de 2.35 m y altura de 3.05 m, y dos con longitud de 0.40 m y la misma altura. Estas mallas se extienden desde el primer piso hasta el décimo piso. En la cubierta, la altura del muro se reduce a 2.75 m.

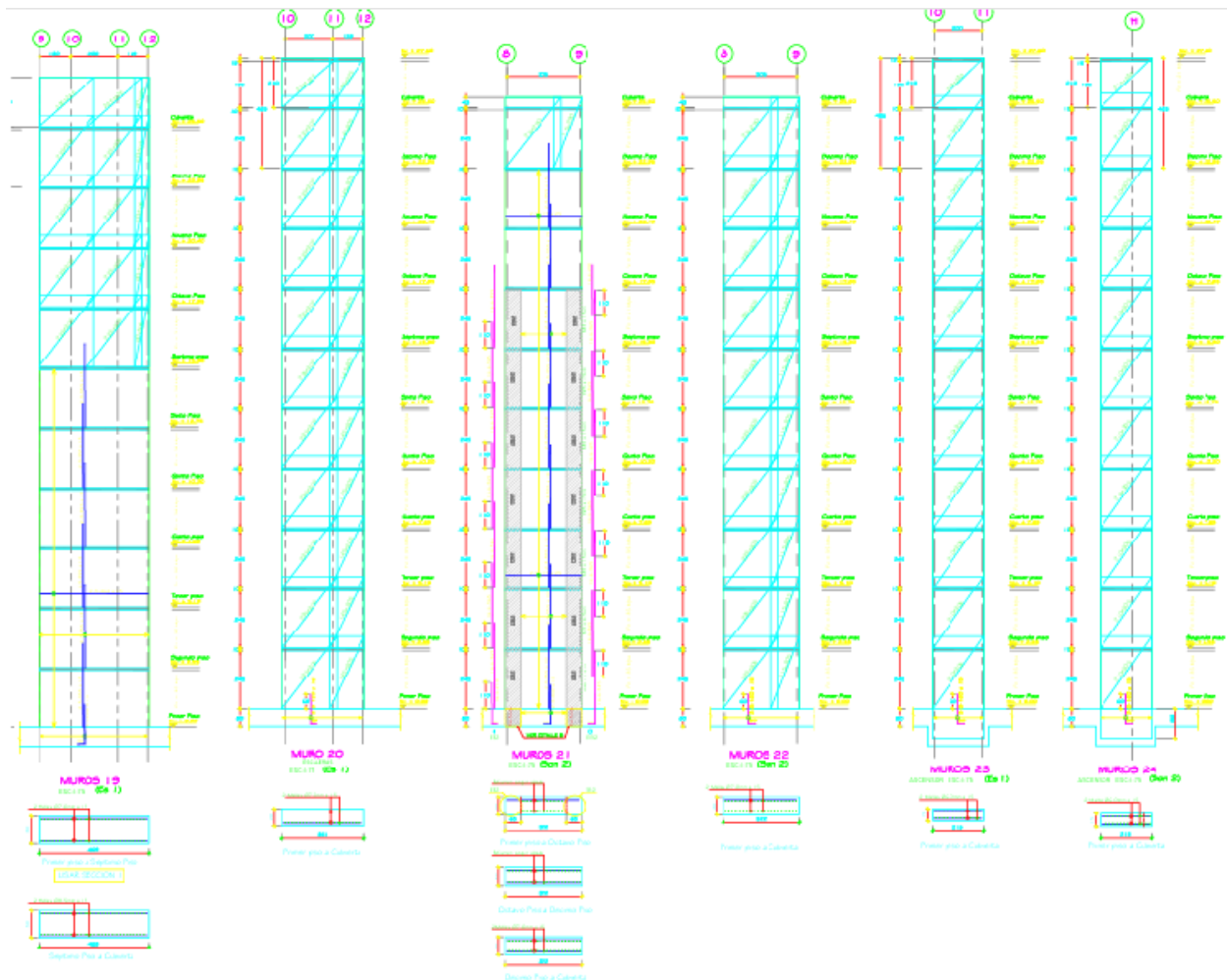


Ilustración 60. Alzadas de muros 19-20-21-22-23-24.
Fuente: (GRACOL, 2021)

La Ilustración 60 contiene las alzadas de los muros estructurales 19, 20, 21, 22, 23 y 24. A continuación, se detallan los aspectos constructivos más relevantes de estos muros según su función y diseño estructural.

MURO 19: Este muro tiene una longitud total de 4.69 m y un espesor de 30 cm. Se ubica entre los ejes verticales 9 y 12, y entre los ejes horizontales D y E. En cuanto al refuerzo, desde el primer piso hasta el séptimo piso se disponen dos entramados de acero longitudinal con barras #3, con una longitud de 3.55 m y espaciamiento de 13 cm, además de dos entramados de acero transversal con barras #3, con una longitud de 4.64 m y espaciamiento de 15 cm. A partir del séptimo hasta el décimo piso, se utilizan seis mallas con un diámetro de 8.5 mm a 15 cm: cuatro mallas con longitud de 2.35 m y altura de 3.05 m, y dos mallas con longitud de 0.6 m y la misma altura. En la cubierta, se mantiene la misma configuración, pero con una altura de 2.25 m. Este muro emplea un despiece denominado “SECCIÓN 1”.

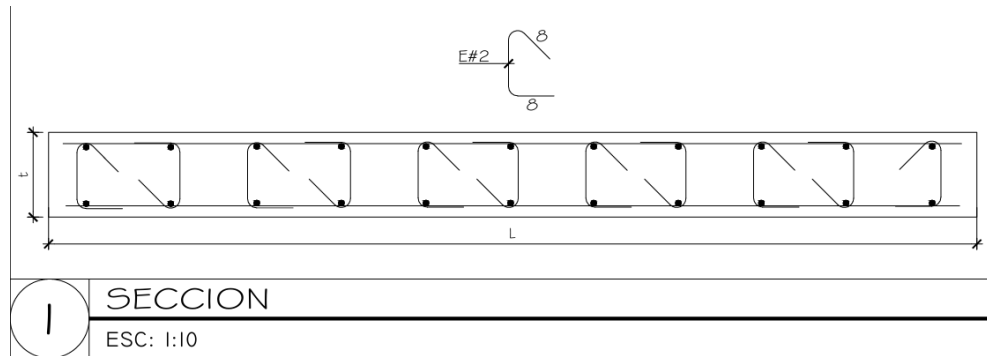


Ilustración 61. Sección 1.
Fuente: (GRACOL, 2021)

El refuerzo mostrado en la Ilustración 61 corresponde al despiece del acero de refuerzo, donde se observa que este muro contiene estribos #2 a lo largo de toda su longitud.

MURO 20: Tiene una longitud de 3.51 m y un espesor de 20 cm. Se encuentra ubicado entre los ejes verticales 10 y 12, y los ejes horizontales F y G. Desde el primer piso hasta el décimo piso, se utilizan cuatro mallas con un diámetro de 7.0 mm a 15 cm: dos con longitud de 2.35 m y altura de 3.05 m, y dos con longitud de 1.45 m y la misma altura. En la cubierta, la altura cambia a 2.25 m.

MURO 21: Este muro presenta una longitud de 3.22 m y un espesor de 20 cm. Existen dos unidades de este muro, ambas ubicadas en el eje horizontal E: una entre los ejes verticales 8-9 y otra entre los ejes 12-13. Desde el primer piso hasta el octavo piso, el refuerzo consta de dos entramados longitudinales con barras #3, de longitud 3.55 m y espaciamiento de 10 cm. Desde el octavo hasta el décimo piso, se mantiene la misma configuración, pero con espaciamiento de 15 cm. El entramado transversal consiste en barras #3 con una longitud de 3.17 m a 25 cm, el cual se extiende del primer al décimo piso. En la cubierta se ubican cuatro mallas con diámetro de 7.0 mm a 15 cm: dos con longitud de 2.35 m y altura de 2.90 m, y dos con longitud de 1.15 m y la misma altura. Además, este muro cuenta con dos elementos de borde tipo EB2.

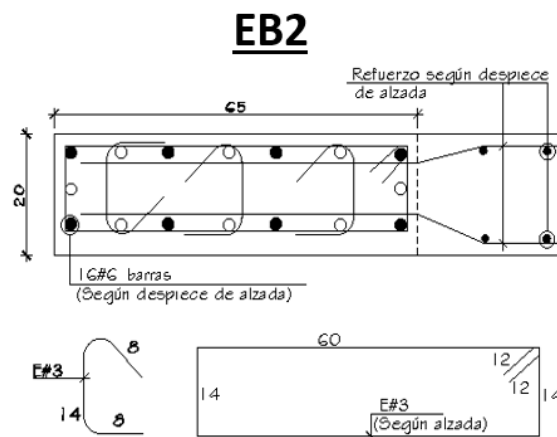


Ilustración 62. Elemento de borde EB2.
Fuente: (GRACOL, 2021)

Este elemento de borde (Ilustración 62) posee dimensiones de 65x20 cm y contiene 16 barras #6 con una longitud de 3.65 m y un traslapo de 1.10 m. Incluye un estribo rectangular #3 de 60x14 cm, así como tres estribos tipo gancho cerrado #3. Este refuerzo se encuentra desde el primer piso hasta el octavo.

MURO 22: Con una longitud total de 3.22 m y un espesor de 20 cm, se encuentran dos unidades de este muro ubicadas en el eje horizontal H: una entre los ejes verticales 8-9 y la otra entre los ejes 12-13. Desde el primer piso hasta el décimo, se emplean cuatro mallas de acero con diámetro de 7.0 mm a 15 cm: dos con longitud de 2.35 m y altura de 3.05 m, y dos con longitud de 1.15 m y la misma altura. En la cubierta, se conservan las longitudes, pero la altura varía a 2.90 m.

MURO 23: Este muro hace parte del núcleo del ascensor. Tiene una longitud de 2.15 m y un espesor de 15 cm. Se ubica entre los ejes verticales 10 y 11, y los ejes horizontales H e I. Contiene dos mallas con diámetro de 6.0 mm a 15 cm, con una longitud de 2.10 m y altura de 3.05 m, desde el primer piso hasta el décimo. En la cubierta, la altura cambia a 2.30 m.

MURO 24: También perteneciente al núcleo del ascensor, tiene una longitud total de 2.15 m y un espesor de 15 cm. Existen dos unidades de este muro ubicadas en los ejes horizontales G e I: una en el eje vertical 10 y otra en el eje vertical 11. Este muro se extiende desde el primer piso hasta el décimo, y contiene dos mallas con un diámetro de 6.0 mm a 15 cm, con una longitud de 2.10 m y altura de 3.05 m. En la cubierta, la altura se modifica a 2.30 m.

GRADAS: Las escaleras utilizan acero longitudinal #4 a 20 cm y acero transversal #3 a 20 cm, distribuidos en dos entramados, como se observa en las Ilustraciones 63 y 64.

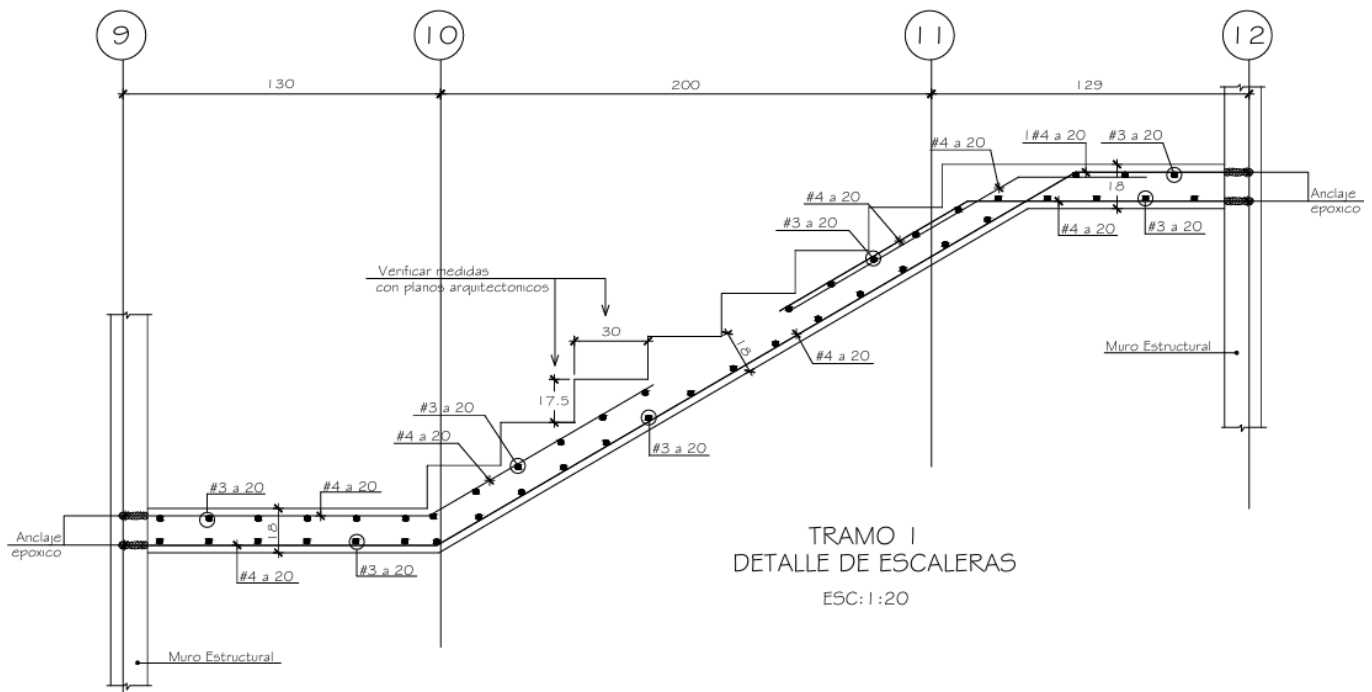


Ilustración 63. Detalle de grada tramo 1.
Fuente: (GRACOL, 2021)

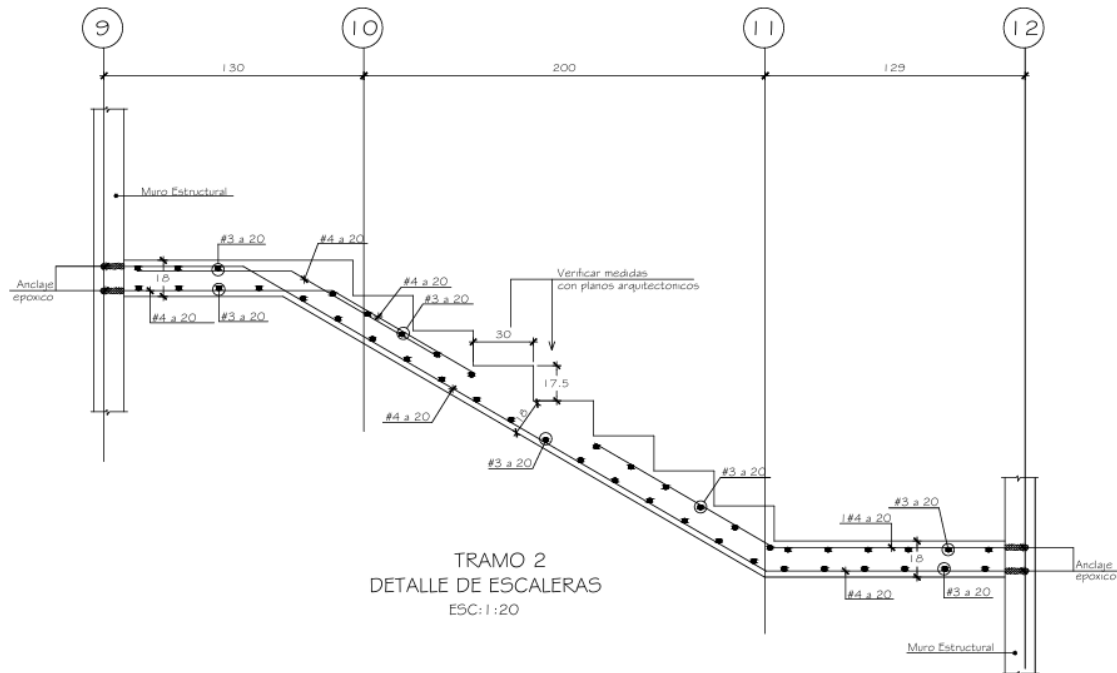


Ilustración 64. Detalle de grada tramo 2.
Fuente: (GRACOL, 2021)

Las dimensiones observadas en las ilustraciones son: huella de 30 cm, contrahuella de 17.5 cm, ambos con una longitud de 1.2 m. Se disponen 14 escalones en total. La zanca tiene dimensiones de 1.4x1.2 m y un espesor de 18 cm, y el descanso posee un espesor de 30 cm con dimensiones de 1x1.2 m.

VENTANAS:

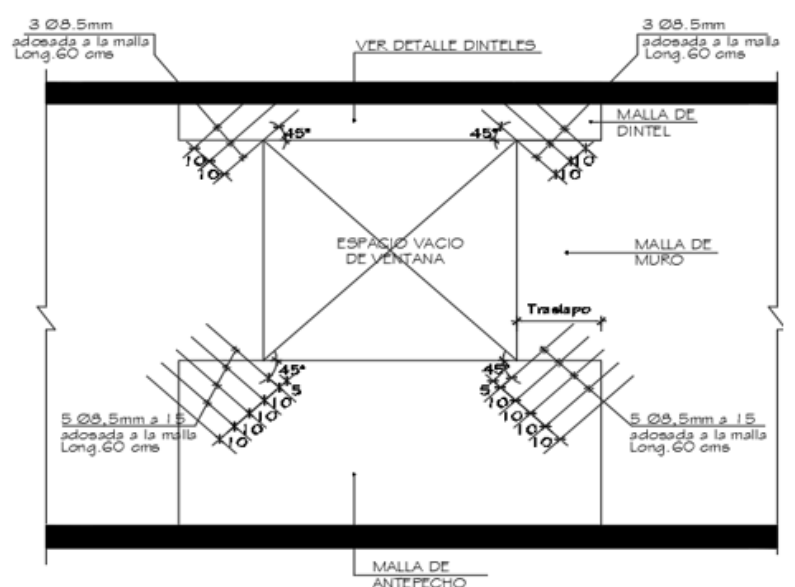
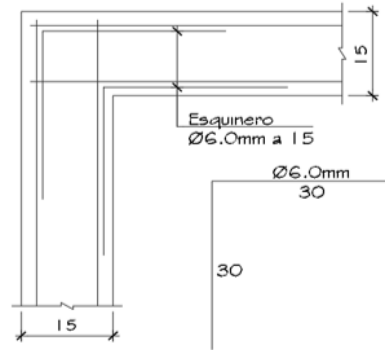


Ilustración 65. despiece de ventana.
Fuente: (GRACOL, 2021)

En la Ilustración 65 se muestra el despiece de una ventana, donde se observa que en las esquinas inferiores se disponen cinco grafiles con diámetro de 8.5 mm a 15 cm, adosados a la malla, con una longitud de 60 cm colocados en ángulo de 45°. En la parte superior se ubican tres grafiles con las mismas características.

DETALLE DE ESQUINAS:



DETALLE ESQUINA EN PLANTA

Ilustración 66. Detalle esquina en planta.
Fuente: (GRACOL, 2021)

Las esquinas de los muros (Ilustración 66) incorporan un grafil con diámetro de 6.0 mm en forma de “L” con dimensiones de 30x30 cm, ubicado en cada una de las esquinas de los muros estructurales.

6.3.5.4. VERIFICACIÓN DE FUNDICIONES

Siguiendo las especificaciones de los planos estructurales, para esta obra se manejaron tres tipos de concreto. El primero correspondía a un concreto autocompactante de 5000 PSI (35 MPa), SLUMP 55 cm $\pm$ 5 cm, GRAVA 1/2”, utilizado hasta la losa de entrepiso del cuarto piso. Desde el piso 4 hasta la losa de entrepiso del piso 7 se empleó concreto autocompactante de 4000 PSI (28 MPa), SLUMP 55 cm $\pm$ 5 cm, GRAVA 1/2”. A partir del piso 7 hasta la cubierta, se utilizó concreto autocompactante de 3000 PSI (21 MPa), SLUMP 55 cm $\pm$ 5 cm, GRAVA 1/2”. En todos los casos, el vaciado del concreto se realizaba por medio de bomba estacionaria, como se muestra en la Ilustración 67.



Ilustración 67. Bomba de estacionaria.

Fuente: Propia

Se generó el apoyo en la verificación de las fundiciones, teniendo en cuenta que en esta obra se fundía a diario, salvo que ocurriera alguna situación extraordinaria. Los trabajadores (lateros) se encargaban del vaciado del concreto y del correspondiente vibrado del mismo, tanto en los muros estructurales como en las losas de entrepiso, lo cual se observa en la Ilustración 68 y la Ilustración 69.



Ilustración 68. Vaciado de concreto de apartamentos.

Fuente: Propia



Ilustración 69. Vibrado del concreto.
Fuente: Propia

Las gradas se fundieron con un tipo distinto de concreto: un concreto plástico de 3000 PSI, SLUMP 5", GRAVA 3/4", con acelerante a 7 días. El vaciado de este concreto también se realizó mediante bomba estacionaria, como se evidencia en la Ilustración 70.

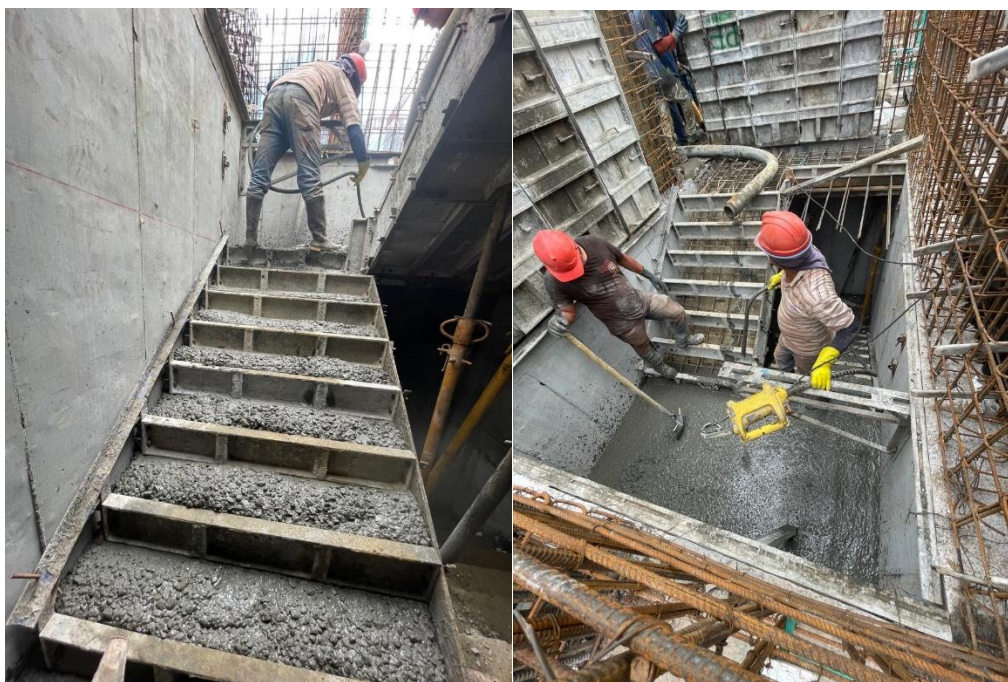


Ilustración 70. Vaciado de concreto gradas.
Fuente: Propia

7. CONCLUSIONES

- Mi labor como auxiliar de ingeniería en la empresa AGV INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS S.A.S. me brindó la oportunidad de consolidar los conocimientos adquiridos durante mi formación en ingeniería civil en la Universidad del Cauca, tales como análisis estructural, el diseño de elementos en concreto reforzado y la interpretación de planos. Además, este rol me permitió desarrollar habilidades prácticas como el seguimiento técnico de obra, la verificación de fundiciones, el control del cumplimiento de especificaciones constructivas y la gestión de recursos en campo. Asimismo, amplíé mi experiencia profesional y fortalecí mi preparación técnica para enfrentar con mayor solvencia los retos del entorno laboral.
- El control diario de cantidades de obra permitió optimizar el uso de materiales y minimizar desperdicios. Por ejemplo, se registró que por cada dos apartamentos fundidos se requerían entre 4 y 5 bultos de cemento, una bolsa de Fijamix y una de Pegacort. De igual manera, el formato de lateros (Tabla 4), permitió observar que diariamente se utilizaban entre 4 y 5 pomas de ACPM, es decir, 2 por apartamento y una cantidad adicional para elementos modulares como muros de gradas, muros de ascensor, pasillos, antepechos y losas. Asimismo, se estableció que para el uso del anchorfix se requería 1 tubo y medio de 300 ml por cada grada modulada. Finalmente, se determinó que, por cada piso, era necesario un promedio de 2 rollos de 500 ml de ductólon, lo que permitió una planificación eficiente y la reducción de excesos, logrando estabilidad en el consumo de materiales desde el segundo mes de obra, como se evidencia en las ilustraciones 22 y 23.
- El programa de volumen de concreto, desarrollado durante la pasantía, fue una herramienta diseñada para automatizar el cálculo del volumen de concreto requerido en la obra. Este programa permite al usuario seleccionar los elementos estructurales que se desean fundir y obtener de forma inmediata los volúmenes correspondientes, con base en los datos de la tabla maestra. Al incluir márgenes de desperdicio del 3 % y 5 %, facilita una estimación más precisa, lo que permitió reducir el exceso de material, optimizar los recursos y agilizar la planificación de las fundiciones. Su implementación representó una mejora significativa en la eficiencia del proceso constructivo, al evitar búsquedas manuales y acelerar la toma de decisiones en obra.
- Participar en una obra de gran envergadura, caracterizada por su extensión en área construida, el número de viviendas proyectadas y la complejidad técnica del proceso constructivo, me permitió desarrollar habilidades de liderazgo y comprender que, además de los conocimientos técnicos, son fundamentales las habilidades sociales para manejar adecuadamente las distintas situaciones que surgen en campo y relacionarse con las diversas personalidades involucradas en la obra.
- Durante mi pasantía, comprendí la importancia del trabajo colaborativo en proyectos de ingeniería civil. La interacción con profesionales de disciplinas como la arquitectura, la topografía, la hidráulica, la seguridad industrial, así como con los trabajadores de campo, y la disposición para escuchar distintas perspectivas, fue clave para desarrollar estrategias efectivas y resolver problemas de manera eficiente.
- El proyecto se rigió por un conjunto de normas técnicas específicas, como las Normas Técnicas Colombianas (NTC), la norma ASTM A-706, que regula el uso de acero corrugado y liso en la construcción, y el Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), que establece los requisitos necesarios para garantizar la resistencia sísmica de las estructuras. El cumplimiento de estas normas fue esencial para asegurar el correcto diseño, construcción y supervisión del edificio, especialmente en un país como Colombia, con alta actividad sísmica.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Civil, F. d. (14 de octubre de 2014). Resolución FIC - 820 de 2014. *Artículo 11*.
- Consejo Superior, U. d. (2012). Acuerdo No. 027 de 2012. *sobre reglamentación de trabajo de grado en los pregrados_ Universidad del Cauca*.
- Facultad de Ingeniería Civil, U. d. (2014). Resolución FIC-820 de 2014 (Reglamento de trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil). *Cap 2 - Artículo 10*.
- GRACOL, G. Y. (2021). Planos estructurales.
- ICONTEC. (2020). *NTC*.
- NSR-10, R. C. (2010). *NSR-10*.
- Universidad del Cauca, F. d. (2014). Resolución FIC-820 de 2014 (Reglamento de trabajo de grado en la facultad de ingeniería civil). *Artículo 1*, pág. 1.

9. ANEXOS

- Anexos A. Formatos para número de corbatas

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
TRES	MURO	1	20	31	48
	MURO	3	15	26	40
	MURO	5	15	26	35
	MURO	6	15	26	94
	MURO	7	15	26	32
	MURO	9	15	26	30
	MURO	11	15	26	56
	MURO	12	20	31	25
	MURO	13A	20	31	16
	MURO	14	20	31	16
	MURO	15	20	31	6
	MURO	16	20	31	28
	MURO	18	15	26	48
	MURO	No estructural	15	26	38
TOTAL					510

Tabla 33. Formato para número de corbatas - Apto 3.
Fuente: Propia

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
CUATRO	MURO	2	15	26	21
	MURO	3	15	26	40
	MURO	5	15	26	35
	MURO	7	15	26	32
	MURO	8	15	26	30
	MURO	10	15	26	25
	MURO	12	20	31	23
	MURO	13A	20	31	16
	MURO	14	20	31	16
	MURO	16	20	31	28
	MURO	18	15	26	48
	MURO	21	20	31	50
	MURO	No estructural	15	26	38
TOTAL					402

Tabla 34. Formato para número de corbatas - Apto 4.
Fuente: Propia

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
CINCO	MURO	2	15	26	21
	MURO	3	15	26	40
	MURO	5	15	26	35
	MURO	6	15	26	94
	MURO	7	15	26	32
	MURO	8	15	26	30
	MURO	10	15	26	25
	MURO	12	20	31	23
	MURO	13A	20	31	16
	MURO	14	20	31	16
	MURO	15	20	31	6
	MURO	16	20	31	28
	MURO	18	15	26	48
	MURO	21	20	31	50
	MURO	No estructural	15	26	38
TOTAL					502

Tabla 35. Formato para número de corbatas - Apto 5
Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
SEIS	MURO	1	20	31	48
	MURO	2	15	26	21
	MURO	3	15	26	40
	MURO	4	15	26	20
	MURO	5	15	26	35
	MURO	7	15	26	32
	MURO	13	20	31	18
	MURO	14	20	31	16
	MURO	16	20	31	28
	MURO	17	20	31	30
	MURO	18	15	26	48
		No estructural	15	26	38
				TOTAL	374

Tabla 36. Formato para número de corbatas - Apto 6.

Fuente: Propia

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
SIETE	MURO	1	20	31	48
	MURO	3	15	26	40
	MURO	5	15	26	35
	MURO	6	15	26	94
	MURO	7	15	26	32
	MURO	9	15	26	30
	MURO	11	15	26	56
	MURO	12	20	31	23
	MURO	13A	20	31	16
	MURO	14	20	31	16
	MURO	15	20	31	6
	MURO	16	20	31	28
	MURO	18	15	26	48
	MURO	No estructural	15	26	38
				TOTAL	510

Tabla 37. Formato para número de corbatas - Apto 7

Fuente: Propia

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	# MURO	ESPEJOR DE MURO (cm)	LONG CORBATAS (cm)	# CORBATAS
OCHO	MURO	2	15	26	21
	MURO	3	15	26	40
	MURO	5	15	26	35
	MURO	7	15	26	32
	MURO	9	15	26	30
	MURO	11	15	26	56
	MURO	12	20	31	23
	MURO	13A	20	31	16
	MURO	14	20	31	16
	MURO	16	20	31	28
	MURO	18	15	26	48
	MURO	22	20	31	50
		No estructural	15	26	38
				TOTAL	433

Tabla 38. Formato para número de corbatas - Apto 8

Fuente: Propia

- **Anexo B. Cantidad de Ductolón.**

APARTAMENTO	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON
	26	31	41	(ml)
DOS	234	140	0	104,24

Tabla 39. Cantidad de ductolón apto 2
Fuente: Propia

APARTAMENTO	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON
	26	31	41	(ml)
TRES	373	137	0	139,45

Tabla 40. Cantidad de ductolón apto 3
Fuente: Propia

APARTAMENTO	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON
	26	31	41	(ml)
CUATRO	269	133	0	111,17

Tabla 41. Cantidad de ductolón apto 4.
Fuente: Propia

APARTAMENTO	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON
	26	31	41	(ml)
CINCO	363	139	0	137,47

Tabla 42. Cantidad de ductolón apto 5.
Fuente: Propia

APARTAMENTO	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON
	26	31	41	(ml)
SEIS	234	140	0	104,24

Tabla 43. Cantidad de ductolón apto 6.
Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON (ml)
	26	31	41	
SIETE	373	137	0	139,45

Tabla 44. Cantidad de ductolón apto 7.
Fuente: Propia

APARTAMENTO	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON (ml)
	26	31	41	
OCHO	300	133	0	119,23

Tabla 45. Cantidad de ductolón apto 8.
Fuente: Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON (ml)
	26	31	41	
ACENSOR	70	0	0	18,2

Tabla 46. Cantidad de ductolón ascensor.
Fuente: Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON (ml)
	26	31	41	
PASILLOS	32	0	0	8,32

Tabla 47. Cantidad de ductolón pasillo (antepechos).
Fuente: Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CANTIDAD x LONG CORBATAS (cm)			DUCTOLON (ml)
	26	31	41	
GRADAS	0	30	40	25,7

Tabla 48. Cantidad de ductolón muros de grada.
Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

- **Anexo C.** Volumen de concreto y lista de denominación por apartamento y elementos comunes

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
DOS	MURO	1	0,2	2,45	6,85	0,072		3,28
	MURO	2	0,15	2,45	1,42			0,52
	MURO	3	0,15	2,45	3,44			1,26
	MURO	4	0,15	2,45	2,51			0,92
	MURO	5	0,15	2,45	2,31			0,85
	MURO	7	0,15	2,45	1,32			0,49
	MURO	13	0,2	2,45	3,07	0,588		0,92
	MURO	14	0,2	2,45	3,97	0,828		1,12
	MURO	16	0,15	2,45	1,92			0,71
	MURO	17	0,2	2,45	3,07	1,44		0,06
	MURO	18	0,15	2,45	2,43			0,89
	LOSA	Losa	0,1				52,9	5,29
	VIGAS	Vigas	0,2	0,2	4,53			0,18
	VIGAS	Vigas	0,15	0,2	1,41			0,04
	MURO	No estructural	0,15	2,45	4,59	0,168		1,52
					Volumen apto			18,06

Tabla 49. Volumen de concreto apto 2
Fuente: Propia

APARTAMENTO	DOS	DENOMINACIÓN
DOS	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	7	1
	13	1
	14	2
	16	3
	17	4
	18	5
	Losa	7
	Vigas	13
	No estructural	14

Tabla 50. Lista de denominación apto 2.
Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
TRES	MURO	1	0,2	2,45	6,85	0,072		3,28
	MURO	2	0,15	2,45	1,42			0,52
	MURO	3	0,15	2,45	3,44			1,26
	MURO	4	0,15	2,45	2,51			0,92
	MURO	5	0,15	2,45	2,31			0,85
	MURO	6	0,15	2,45	5,56			2,04
	MURO	7	0,15	2,45	1,32			0,49
	MURO	13	0,2	2,45	3,07	0,588		0,92
	MURO	14	0,2	2,45	3,97	0,828		1,12
	MURO	15	0,2	2,45	1,27			0,62
	MURO	16	0,15	2,45	2,12			0,78
	MURO	17	0,2	2,45	3,07	0,288		1,22
	MURO	18	0,15	2,45	2,43			0,89
	LOSA	Losa	0,1				52,9	5,29
	VIGAS	Vigas	0,2	0,2	4,53			0,18
	VIGAS	Vigas	0,15	0,2	1,41			0,04
	MURO	No estructural	0,15	2,45	4,59	0,168		1,52
Volumen apto								21,95

Tabla 51. Volumen de concreto apto 3.

Fuente: Propia

APARTAMENTO	TRES	DENOMINACIÓN
TRES	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	13	
	14	
	15	
	16	
	17	
	18	
	Losa	
	Vigas	
	No estructural	

Tabla 52. Lista de denominación apto 3.

Fuente: Propia

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
CUATRO	MURO	2	0,15	2,45	1,42			0,52
	MURO	3	0,15	2,45	3,44			1,26
	MURO	5	0,15	2,45	2,31			0,85
	MURO	7	0,15	2,45	1,32			0,49
	MURO	8	0,15	2,45	2,51			0,92
	MURO	10	0,15	2,45	3,8	0,162		1,23
	MURO	12	0,2	2,45	4,14	0,084		1,94
	MURO	13A	0,2	2,45	3,07	0,588		0,92
	MURO	14	0,2	2,45	3,97	0,828		1,12
	MURO	16	0,15	2,45	2,27			0,83
	MURO	18	0,15	2,45	2,43			0,89
	MURO	21	0,2	2,45	2,92			1,43
	LOSA	Losa	0,1				54,2	5,42
	VIGAS	Vigas	0,2	0,2	4,53			0,18
	VIGAS	Vigas	0,15	0,2	1,41			0,04
	MURO	No estructural	0,15	2,45	4,59	0,168		1,52
Volumen apto								19,58

Tabla 53. Volumen de concreto apto 4

Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	CUATRO	
	2	
	3	
	5	
	7	
	8	
	10	
	12	
	13A	
	14	
	16	
	18	
	21	
	Losa	
	Vigas	
	No estructural	
		DENOMINACIÓN
		2
		2
		3
		5
		7
		8
		10
		12
		13A

Tabla 54. Lista de denominación apto 4.

Fuente: Propia

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
CINCO	MURO	2	0,15	2,45	1,42			0,52
	MURO	3	0,15	2,45	3,44			1,26
	MURO	5	0,15	2,45	2,31			0,85
	MURO	6	0,15	2,45	5,56			2,04
	MURO	7	0,15	2,45	1,32			0,49
	MURO	8	0,15	2,45	2,51			0,92
	MURO	10	0,15	2,45	3,31	0,162		1,05
	MURO	12	0,2	2,45	4,14	0,084		1,94
	MURO	13A	0,2	2,45	3,07	0,588		0,92
	MURO	14	0,2	2,45	3,97	0,828		1,12
	MURO	15	0,2	2,45	1,27			0,62
	MURO	16	0,15	2,45	2,12			0,78
	MURO	18	0,15	2,45	2,43			0,89
	MURO	21	0,2	2,45	2,92			1,43
	LOSA	Losa	0,1				54,24	5,424
	VIGAS	Vigas	0,2	0,2	4,53			0,18
	VIGAS	Vigas	0,15	0,2	1,41			0,04
	MURO	No estructural	0,15	2,45	4,59	0,168		1,52
						Volumen apto		22,01

Tabla 55. Volumen de concreto apto 5.

Fuente: Propia

APARTAMENTO	CINCO	
	2	
	3	
	5	
	6	
	7	
	8	
	10	
	12	
	13A	
	14	
	15	
	16	
	18	
	21	
	Losa	
	Vigas	
	No estructural	
		DENOMINACIÓN
		2
		2
		3
		5
		6
		7
		8
		10
		12

Tabla 56. Lista de denominación apto 5

Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
SEIS	MURO	1	0,2	2,45	6,85	0,072		3,28
	MURO	2	0,15	2,45	1,42			0,52
	MURO	3	0,15	2,45	3,44			1,26
	MURO	4	0,15	2,45	2,51			0,92
	MURO	5	0,15	2,45	2,31			0,85
	MURO	7	0,15	2,45	1,32			0,49
	MURO	13	0,2	2,45	3,07	0,588		0,92
	MURO	14	0,2	2,45	3,97	0,828		1,12
	MURO	16	0,15	2,45	1,92			0,71
	MURO	17	0,2	2,45	3,07	0,288		1,22
	MURO	18	0,15	2,45	2,43			0,89
	LOSA	Losa	0,1				52,95	5,30
	VIGAS	Vigas	0,2	0,2	4,53			0,18
	VIGAS	Vigas	0,15	0,2	1,41			0,04
	MURO	No estructural	0,15	2,45	4,59	0,168		1,52
Volumen apto								19,21

Tabla 57. Volumen de concreto apto 6.
Fuente: Propia

APARTAMENTO	SEIS	DENOMINACIÓN
SEIS	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	7	
	13	1
	14	1
	16	2
	17	3
	18	4
	Losa	5
	Vigas	7
	No estructural	13
		14

Tabla 58. Lista de denominación apto 6.
Fuente: Propia

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
SIETE	MURO	1	0,2	2,45	6,85	0,072		3,28
	MURO	2	0,15	2,45	1,42			0,52
	MURO	3	0,15	2,45	3,44			1,26
	MURO	4	0,15	2,45	2,51			0,92
	MURO	5	0,15	2,45	2,31			0,85
	MURO	6	0,15	2,45	5,56			2,04
	MURO	7	0,15	2,45	1,32			0,49
	MURO	13	0,2	2,45	3,07	0,588		0,92
	MURO	14	0,2	2,45	3,97	0,828		1,12
	MURO	15	0,2	2,45	1,27			0,62
	MURO	16	0,15	2,45	2,12			0,78
	MURO	17	0,2	2,45	3,07	0,288		1,22
	MURO	18	0,15	2,45	2,43			0,89
	LOSA	Losa	0,1				54,02	5,40
	VIGAS	Vigas	0,2	0,2	4,53			0,18
	VIGAS	Vigas	0,15	0,2	1,41			0,04
	MURO	No estructural	0,15	2,45	4,59	0,763		0,92
Volumen apto								21,46

Tabla 59. Volumen de concreto apto 7.

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Fuente: Propia

APARTAMENTO	SIETE	DENOMINACIÓN
SIETE	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	13	1
	14	1
	15	2
	16	3
	17	4
	18	5
	Losa	6
	Vigas	7
	No estructural	13

Tabla 60. Lista de denominación apto 7.

Fuente: Propia

APARTAMENTO	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m³)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
OCHO	MURO	2	0,15	2,45	1,42			0,52
	MURO	3	0,15	2,45	3,44			1,26
	MURO	5	0,15	2,45	2,31			0,85
	MURO	7	0,15	2,45	1,32			0,49
	MURO	9	0,15	2,45	2,51			0,92
	MURO	11	0,15	2,45	3,31	0,162		1,05
	MURO	12	0,2	2,45	4,14	0,084		1,94
	MURO	13A	0,2	2,45	3,07	0,588		0,92
	MURO	14	0,2	2,45	3,97	0,828		1,12
	MURO	16	0,15	2,45	2,27			0,83
	MURO	18	0,15	2,45	2,43			0,89
	MURO	22	0,2	2,45	2,92			1,43
	LOSA	Losa	0,1				53,1	5,31
	VIGAS	Vigas	0,2	0,2	4,53			0,18
	VIGAS	Vigas	0,15	0,2	1,41			0,04
	MURO	No estructural	0,15	2,45	4,59	0,168		1,52
Volumen apto								19,29

Tabla 61. Volumen de concreto apto 8.

Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

APARTAMENTO	OCHO	DENOMINACIÓN
	2	
	3	
	5	
	7	
	9	
	11	
	12	2
	13A	2
	14	3
	16	5
	18	7
	22	9
	Losa	11
	Vigas	12
	No estructural	13A

Tabla 62. Lista de denominación apto 8.
Fuente: Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
ASCENSOR	MURO	24	0,15	2,45	2			0,74
	MURO	24	0,15	2,45	2			0,74
	MURO	23	0,15	2,45	2,15			0,79
	ACENSOR	Losa	0,15				4,62	0,69
	VIGAS	viga	0,15	0,15	1,85			0,04
	VIGAS	Losa lateral	0,15	0,2	1,12			0,03
	VIGAS	Losa lateral	0,15	0,2	1,12			0,03
	LOSA	Losa lateral	0,1				2,27	0,23
					Volumen ascensor			3,29

Tabla 63. Volumen de concreto ascensor.
Fuente: Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ASCENSOR	DENOMINACIÓN
	24	24
	23	24
	viga	23
	Losa lateral	viga
		Losa lateral

Tabla 64. Lista de denominación ascensor.
Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
PASILLOS	LOSA	Losa 1	0,1				17,11	1,71
	LOSA	Losa 1	0,1				14,78	1,48
	LOSA	Losa 2	0,1				22,2	2,22
	MURO	No estructural	0,15	2,45	1,69	0,3042		0,32
	MURO	No estructural	0,12	2,45	1,69			0,50
	VIGAS	Losa 1	0,12	0,2	8,99			0,22
	VIGAS	Losa 1	0,15	0,2	3,38			0,10
	VIGAS	Vacio	0,12	0,35	2,4			0,10
	VIGAS	Losa 2	0,12	0,2	8,99			0,22
	VIGAS	Losa 2	0,15	0,2	3,38			0,10
	VIGAS	Vacio	0,12	0,35	2,4			0,10
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,15	1	4,57			0,69
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,15	1	4,57			0,69
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,15	1	4,27			0,64
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,15	1	4,27			0,64
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,15	1	1,12			0,17
	ANTE - PECHOS	No estructural	0,15	1	1,12			0,17
Volumen pasillos								10,05

Tabla 65. Volumen de concreto pasillo.

Fuente: Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	PASILLOS	DENOMINACIÓN
PASILLOS	Losa 1	Losa 1
	Losa 2	Losa 1
	Vigas	Losa 1
	Vacio	Losa 2
	No estructural	Vigas
	No estructural	Vacio

Tabla 66. Lista de denominación pasillos.

Fuente: Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ELEMENTO DE PISO	DENOMINACIÓN	ESPESOR (m)	ALTURA (m)	LONG (m)	VENTANA (m²)	AREA DE LOSA (m²)	VOLUMEN (m³)
GRADAS	MURO	19	0,3	2,45	4,39			3,23
	MURO	20	0,2	2,45	3,36			1,65
	VIGAS	Pasillo	0,2	0,2	1,03			0,04
	GRADAS	Escalones	0,3	0,175	1,2			0,44
	GRADAS	Descanso	0,18	1,23	2,4			1,06
	GRADAS	Zanca	0,18	1,2	2,78			1,20
	GRADAS	Losa	0,15				13,6	2,04
Volumen gradas								7,62

Tabla 67. Volumen de concreto grada.

Fuente: Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	GRADAS	DENOMINACIÓN
GRADAS	19	19
	20	19
	Escalones	20
	Descanso	Escalones
	Pasillo	Descanso
	Zanca	Pasillo

Tabla 68. Lista de denominación gradas.

Fuente: Propia

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

- Anexo D. Códigos de función por niveles del proyecto.

FUNDICIONES x PISO 2-10				
ELEMENTOS	1	2	3	4
SIETE	21,46	ND	ND	ND
OCHO	19,29	ND	ND	ND
UNO	ND	21,98	ND	ND
DOS	ND	18,06	ND	ND
TRES	ND	ND	21,95	ND
CUATRO	ND	ND	19,58	ND
CINCO	ND	ND	ND	22,01
SEIS	ND	ND	ND	19,21
ACENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS	ND	ND	2,70	4,91
PASILLOS	1,494	1,494	2,39	2,95
TOTAL	44,76	41,76	46,62	49,13
3% MAS DESPERDICIOS	46,11	43,01	48,02	50,61
5% MAS DESPERDICIOS	47,00	43,85	48,95	51,59

```
=+SI(Y(O(S12="UNO";S12="DOS";S12="ACENSOR";  
S12="PASILLOS");$U$3=2);(SI.CONJUNTO(S12  
="UNO";$I$22;S12="DOS";$I$39;S12="TRES";$I$58;  
S12="CUATRO";$I$76;S12="CINCO";$I$96;S12  
="SEIS";$I$113;S12="SIETE";$I$132;S12="OCHO";  
$I$150;S12="ACENSOR";$I$159;S12="PASILLOS";(  
$I$174+$I$176+$I$178)));;"ND")
```

Tabla 69. Código fundición 2 por piso del 2 a 10.
Fuente: Propia

FUNDICIONES x PISO 2-10				
ELEMENTOS	1	2	3	4
SIETE	21,46	ND	ND	ND
OCHO	19,29	ND	ND	ND
UNO	ND	21,98	ND	ND
DOS	ND	18,06	ND	ND
TRES	ND	ND	21,95	ND
CUATRO	ND	ND	19,58	ND
CINCO	ND	ND	ND	22,01
SEIS	ND	ND	ND	19,21
ACENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS	ND	ND	2,70	4,91
PASILLOS	1,494	1,494	2,39	2,95
TOTAL	44,76	41,76	46,62	49,13
3% MAS DESPERDICIOS	46,11	43,01	48,02	50,61
5% MAS DESPERDICIOS	47,00	43,85	48,95	51,59

```
=+SI(Y(O(S4="TRES";S4="CUATRO";S4="PASILLOS";  
S4="GRADAS");$V$3=3);(SI.CONJUNTO(S4="UNO";  
$I$22;S4="DOS";$I$39;S4="TRES";$I$58;S4  
="CUATRO";$I$76;S4="CINCO";$I$96;S4="SEIS";  
$I$113;S4="SIETE";$I$132;S4="OCHO";$I$150;S4  
="PASILLOS";($I$166+$I$162);S4="GRADAS";($I$184  
+$I$185+$I$186)));;"ND")
```

Tabla 70. Código fundición 3 por piso del 2 a 10.
Fuente: Propia

FUNDICIONES x PISO 2-10				
ELEMENTOS	1	2	3	4
SIETE	21,46	ND	ND	ND
OCHO	19,29	ND	ND	ND
UNO	ND	21,98	ND	ND
DOS	ND	18,06	ND	ND
TRES	ND	ND	21,95	ND
CUATRO	ND	ND	19,58	ND
CINCO	ND	ND	ND	22,01
SEIS	ND	ND	ND	19,21
ACENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS	ND	ND	2,70	4,91
PASILLOS	1,494	1,494	2,39	2,95
TOTAL	44,76	41,76	46,62	49,13
3% MAS DESPERDICIOS	46,11	43,01	48,02	50,61
5% MAS DESPERDICIOS	47,00	43,85	48,95	51,59

```
=+SI(Y(O(S4="CINCO";S4="SEIS";S4="PASILLOS";S4  
="GRADAS";S4="ACENSOR");$W$3=4);(SI.CONJUNTO(S4="UNO";$I$22;S4="DOS";$I$39;S4  
="TRES";$I$58;S4="CUATRO";$I$76;S4="CINCO";  
$I$96;S4="SEIS";$I$113;S4="SIETE";$I$132;S4  
="OCHO";$I$150;S4="ACENSOR";$I$156;S4  
="PASILLOS";($I$164+$I$165+$I$170+$I$171+$I$172)  
;S4="GRADAS";($I$181+$I$182+$I$183)));;"ND")
```

Tabla 71. Código fundición 4 por piso del 2 a 10.
Fuente: Propia

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FUNDICIONES x PISO 1				
ELEMENTOS	1	2	3	4
SIETE	21,46	ND	ND	ND
OCHO	19,29	ND	ND	ND
UNO	ND	21,98	ND	ND
DOS	ND	18,06	ND	ND
TRES	ND	ND	21,95	ND
CUATRO	ND	ND	19,58	ND
CINCO	ND	ND	ND	22,01
SEIS	ND	ND	ND	19,21
ACENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS	ND	ND	ND	4,91
PASILLOS	ND	ND	2,63	2,95
TOTAL	43,27	40,27	44,15	49,13
3% MAS DESPERDICIOS	44,57	41,47	45,47	50,61
5% MAS DESPERDICIOS	45,43	42,28	46,36	51,59

=+SI(Y(O(L6="UNO";L6="DOS";L6="ACENSOR");\$U\$3=2);
(SI.CONJUNTO(L6="UNO";\$I\$22;L6="DOS";\$I\$39;L6
="TRES";\$I\$58;L6="CUATRO";\$I\$76;L6="CINCO";\$I\$96;L6
="SEIS";\$I\$113;L6="SIETE";\$I\$132;L6="OCHO";\$I\$150;L6
="ACENSOR";\$I\$159;L6="PASILLOS";(\$I\$174+\$I\$176+
\$I\$178)));;"ND")

Tabla 72. Código fundición 2 piso 1
Fuente: Propia

FUNDICIONES x PISO 1				
ELEMENTOS	1	2	3	4
SIETE	21,46	ND	ND	ND
OCHO	19,29	ND	ND	ND
UNO	ND	21,98	ND	ND
DOS	ND	18,06	ND	ND
TRES	ND	ND	21,95	ND
CUATRO	ND	ND	19,58	ND
CINCO	ND	ND	ND	22,01
SEIS	ND	ND	ND	19,21
ACENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS	ND	ND	ND	4,91
PASILLOS	ND	ND	2,63	2,95
TOTAL	43,27	40,27	44,15	49,13
3% MAS DESPERDICIOS	44,57	41,47	45,47	50,61
5% MAS DESPERDICIOS	45,43	42,28	46,36	51,59

=+SI(Y(O(L8="TRES";L8="CUATRO";L8="PASILLOS");\$V\$3
=3);(SI.CONJUNTO(L8="UNO";\$I\$22;L8="DOS";\$I\$39;L8
="TRES";\$I\$58;L8="CUATRO";\$I\$76;L8="CINCO";\$I\$96;L8
="SEIS";\$I\$113;L8="SIETE";\$I\$132;L8="OCHO";\$I\$150;L8
="PASILLOS";(\$I\$166+\$I\$162);L8="GRADAS";(\$I\$184+
\$I\$185+\$I\$186)));;"ND")

Tabla 73. Código fundición 3 piso 1.
Fuente: Propia

FUNDICIONES x PISO 1				
ELEMENTOS	1	2	3	4
SIETE	21,46	ND	ND	ND
OCHO	19,29	ND	ND	ND
UNO	ND	21,98	ND	ND
DOS	ND	18,06	ND	ND
TRES	ND	ND	21,95	ND
CUATRO	ND	ND	19,58	ND
CINCO	ND	ND	ND	22,01
SEIS	ND	ND	ND	19,21
ACENSOR	2,52	0,23	ND	0,04
GRADAS	ND	ND	ND	4,91
PASILLOS	ND	ND	2,63	2,95
TOTAL	43,27	40,27	44,15	49,13
3% MAS DESPERDICIOS	44,57	41,47	45,47	50,61
5% MAS DESPERDICIOS	45,43	42,28	46,36	51,59

=+SI(Y(O(L10="CINCO";L10="SEIS";L10="PASILLOS";L10
="GRADAS";L10="ACENSOR");\$W\$3=4);(SI.CONJUNTO(
L10="UNO";\$I\$22;L10="DOS";\$I\$39;L10="TRES";\$I\$58;L10
="CUATRO";\$I\$76;L10="CINCO";\$I\$96;L10="SEIS";\$I\$113;
L10="SIETE";\$I\$132;L10="OCHO";\$I\$150;L10
="ACENSOR";\$I\$156;L10="PASILLOS";(\$I\$164+\$I\$165+
\$I\$170+\$I\$171+\$I\$172);L10="GRADAS";(\$I\$181+\$I\$182+
\$I\$183)));;"ND")

Tabla 74. Código fundición 4 piso 1.
Fuente: Propia

FUNDICION AZOTEA			
ELEMENTOS	1	2	3
CULATAS 1	18,43	ND	ND
CULATAS 2	ND	17,80	ND
CULATAS 3	ND	ND	1,33
ACENSOR	ND	ND	4,18
GRADAS	ND	ND	7,42
PASILLOS	ND	1,38	4,69
TOTAL	18,43	19,18	17,62
3% MAS DESPERDICIOS	18,99	19,75	18,15
5% MAS DESPERDICIOS	19,36	20,14	18,51

=+SI(Y(O(Z5="CULATAS 2";Z5="PASILLOS");
\$AB\$3=2);(SI.CONJUNTO(Z5="UNO";\$I\$22;Z5
="DOS";\$I\$39;Z5="TRES";\$I\$58;Z5="CUATRO";
\$I\$76;Z5="CINCO";\$I\$96;Z5="SEIS";\$I\$113;Z5
="SIETE";\$I\$132;Z5="OCHO";\$I\$150;Z5
="CULATAS 2";\$I\$191;Z5="PASILLOS";\$I\$205)));
;"ND")

Tabla 75. Código fundición 2 Azotea.
Fuente: Propia

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

		FUNDICION AZOTEA		
ELEMENTOS		1	2	3
	CULATAS 1	18,43	ND	ND
	CULATAS 2	ND	17,80	ND
	CULATAS 3	ND	ND	1,33
	ACENSOR	ND	ND	4,18
	GRADAS	ND	ND	7,42
	PASILLOS	ND	1,38	4,69
	TOTAL	18,43	19,18	17,62
3%	MAS DESPERDICIOS	18,99	19,75	18,15
5%	MAS DESPERDICIOS	19,36	20,14	18,51

```
=+SI(Y(O(Z6="CULATAS 3";Z6="ACENSOR";Z6
="GRADAS";Z6="PASILLOS");$AC$3=3);(
SI.CONJUNTO(Z6="CULATAS 3";$I$192;Z6
="ACENSOR";{$I$193+$I$194+$I$195+$I$196+
$I$199};Z6="GRADAS";{$I$197+$I$198+$I$200};
Z6="PASILLOS";{$I$201+$I$202+$I$203+$I$204+
$I$206}));"ND")
```

Tabla 76. Código fundición 3 Azotea.
Fuente: Propia

- ANEXO E: RESOLUCIÓN TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTIA

INFORME FINAL AUXILIAR DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Facultad de Ingeniería Civil



RESOLUCIÓN No. 8.3.-4.4/292 DE 2024 (11 de septiembre)

Por la cual se autoriza un anteproyecto para la realización de trabajo de grado, ya sea modalidad Trabajo de Investigación, Práctica Profesional, Estudios de Profundización o Actividad Proyectual, según sea el caso, y se designa director del trabajo de grado.

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL en uso de sus atribuciones legales, conferidas por el Estatuto General de la Universidad del Cauca, el Acuerdo Superior 027 del 2012 y el Acuerdo Superior 002 de 1988.

CONSIDERANDO

1. Que mediante Acuerdo Superior 027 de 2012, se reglamentó los Trabajo de Grado en los programas de pregrado, donde estableció en el artículo primero lo siguiente *"ARTÍCULO 1. Se define como Trabajo de Grado el ejercicio desarrollado por el estudiante de pregrado, debidamente matriculado, que busca fortalecer y aplicar las competencias adquiridas durante su proceso de formación y con ello contribuir al análisis y posibles soluciones de problemáticas relacionadas con el campo de acción de su profesión."*
2. Que en el acuerdo superior referenciado anteriormente, en su artículo cuarto establece lo siguiente:
"ARTÍCULO 4. Los Consejos de Facultad, por sugerencia de los Comités de Programa, deberán:
 1. Definir las modalidades de Trabajo de Grado para cada programa de acuerdo con sus características y particularidades.
 2. Establecer las condiciones, requisitos, procedimientos y términos que reglamenten cada modalidad de trabajo de grado, sin perjuicio de las generalidades establecidas en el presente acuerdo.
 3. Determinar el número total de créditos asignados al Trabajo de Grado, entre 8 y 12.*PARÁGRAFO. En todas las modalidades deberá existir un proyecto, plan de trabajo o programa en el cual quede expreso el cronograma de actividades a desarrollar y el presupuesto."*
3. Mediante Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, reglamentó internamente el proceso para desarrollar el Trabajo de Grado en la Facultad.
4. Que dentro de los requisitos para la realización de algunas de las diferentes modalidades de trabajo de grado, se creó como requisito la realización de un anteproyecto de trabajo de grado, el cual debe ser avalado por el Comité de Programa y autorizado previamente por parte del Consejo de Facultad para poderse desarrollar.
5. Que referente a la duración del trabajo de grado modalidad Investigación, Práctica Profesional y Actividad Proyectual, el artículo noveno, dieciocho y treinta de la Resolución No. 820 de 2014, establece que el tiempo límite para el desarrollo y presentación del informe final será de máximo un año, contado a partir de la fecha indicada en la resolución de aprobación emanada del Consejo de Facultad, prorrogable únicamente por tres meses.
6. Que la Resolución No. 820 de 2014, establece que en caso de no realizar el desarrollo del trabajo de grado o la solicitud de prórroga dentro de los plazos establecidos, el trabajo de grado se considerará no aprobado y el estudiante deberá iniciar el trámite para la aprobación de un nuevo proyecto de Trabajo de Grado por una segunda y única oportunidad.
7. Que el Consejo de Facultad del Programa de Ingeniería Civil, es el órgano competente para avalar el anteproyecto presentado por la, el o los estudiantes (s), para la ejecución y desarrollo del mismo.

En merito de lo expuesto,



Por una Universidad de excelencia y calidad

Facultad de Ingeniería Civil
Calle 2 Carrera 15N Esquina Campus Universitario de Tulcán
Pupayan - Cauca - Colombia
Teléfono 8205821 Correo 8209800 Ext. 2200 2201 2205
Email: concejo@unicauca.edu.co www.unicauca.edu.co

INFORME FINAL
AUXILIAR DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Facultad de Ingeniería Civil



Continuación Resolución # 3-4 4282 de 2024

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO AUTORIZAR a la o el estudiante, **JORGE ALEXIS GONZALEZ CAMACHO**, con cédula de ciudadanía No. 1061799837 y código No. 100417011024, la ejecución y desarrollo del Trabajo de Grado, modalidad **Práctica Profesional-Empresarial Pasantía**, titulado **Auxiliar de ingeniería para la construcción de viviendas multifamiliar de edificios residenciales "Camino del Bosque"**, bajo la dirección de la docente **Denny Manana Torres Ortiz**, avalada por el Consejo de Facultad en sesión No. 32 del 11 de septiembre de 2024, como requisito parcial para optar al título de **Ingeniero Civil**.

ARTÍCULO SEGUNDO INFORMAR al o la estudiante que el plazo máximo para el desarrollo y entrega del informe final del trabajo de grado es de un (01) año a partir de la fecha de expedición de la presente resolución.

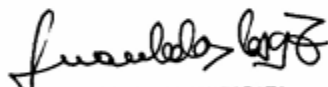
ARTÍCULO TERCERO: INFORMAR al o la estudiante que debe matricular académica y financieramente cada semestre la asignatura Trabajo de Grado hasta el día que se gradúe del programa.

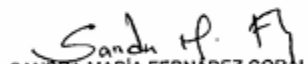
ARTÍCULO CUARTO: Notificar personalmente o por aviso mediante correo electrónico del contenido de la presente resolución al (la) estudiante, advirtiéndole que contra ella procede el recurso de reposición ante la decanatura y el de apelación ante el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, siempre y cuando se interpongan de forma conjunta dentro de los diez (10) días siguientes a su notificación.

ARTÍCULO QUINTO: Enviar copia de esta resolución a la División de Admisiones, Registro y Control Académico – DARCA, para que sea registrado en la historia académica del (la) estudiante.

Se expide en Popayán, a los once (11) días del mes de septiembre del dos mil veinticuatro (2024).

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE


JUAN CARLOS CASAS ZAPATA
Presidente Consejo de Facultad


SANDRA MARÍA FERNÁNDEZ CORAL
Secretaria general

Diligencia de notificación personal.

El señor (a) Jorge Alexis González Camacho en la fecha 16/09/2024 del 2024, se notificó personalmente de la presente resolución.

Dado el caso que se proceda a notificar por aviso mediante correo electrónico, se le advierte que esta resolución se considerará notificada al finalizar el día siguiente al de la entrega del correo donde se le enviará la resolución, seguidamente se continuarán con los trámites administrativos procedentes.

Elaboró: Jorge González
Revisó: Sandra Fernández
Aprobó: Ing. J. Casas



Por esta Universidad de Cauca se declara

Facultad de Ingeniería Civil
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán
Popayán - Cauca - Colombia
Teléfono: 8201821. Correo: 82098101. Fax: 2200 2201 2205
Email: civil@unicauca.edu.co www.unicauca.edu.co

- ANEXO F: CARTA DE ACEPTACIÓN



Popayán, Cauca 28 de mayo del 2024

Señor
Director de la carrera ingeniería civil
Universidad del Cauca

Pasante
Jorge Alexis González Camacho
Cedula. 1061799837

REF: ACEPTACION DE SOLICITUD PARA LA REALIZACION DE PASANTIA

Cordial salud

Por medio de la presente me dirijo a usted, a fin de aceptar la postulación de pasantías en ingeniería civil, el señor Jorge Alexis González Camacho identificado con cedula de ciudadanía 1061799837, quien ha cumplido con los requisitos establecido en el reglamento para realizar el trabajo de grado modalidad pasantía. Dando cumplimiento al tiempo exigido por la universidad es de trescientas ochenta y cuatro (384) horas, desarrolladas al menos en 16 semanas. La cual será realizado en el departamento del **cauca** municipio **Popayán** en el proyecto CAMINOS DEL BOSQUE, al cual se ha asignado a la ingeniera LIZETH MARCHELA RIVERA VELASCO, como su jefe inmediato.

Agradecemos su atención

Atentamente,



ING. Natalia Agredo Velasco
Representante legal
AGV ingeniería y estructuras SAS
Parque industrial manzana C lote 1

- ANEXO G: Certificado de cumplimiento de pasantía por parte de la entidad



Popayán, 25 de febrero de 2025

Señores
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Popayán

Referencia: Pasantía Universitaria

Asunto: Certificado De Cumplimiento De Pasantía

Cordial Saludo.

Por medio de la presente, le informamos para los fines pertinentes que, el estudiante **JORGE ALEXIS GONZALEZ CAMACHO**, identificado con cedula de ciudadanía **1061.799.837** de Popayán (Cauca), ha cumplido satisfactoriamente la pasantía como AUXILIAR DE INGENIERIA en la empresa **AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.** teniendo fecha de inicio de actividades el día 12 de septiembre del 2024 y como fecha de finalización el día 12 de diciembre del 2024, culminando su proceso de practica laboral en el marco del proyecto "CAMINOS DEL BOSQUE" realizado en la ciudad de Popayán.

Agradeciendo la atención dada a la presente.

Atentamente.



NATALIA AGREDO VELASCO
C.C.1661.764.613
Representante legal
AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS S.A.S.
Natalia.agredo@agvingeneria.com.co

Parque Industrial Lote 1 Popayán (Cauca) Tel. 3107009919 – 3133539413

- ANEXO H: Certificado de ARL



CERTIFICADO DE AFILIACIÓN

POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.

HACE CONSTAR QUE:

Verificada la base de datos de afiliación en el Ramo de Riesgos Laborales se evidenció que, **JORGE ALEXIS GONZALEZ CAMACHO** identificado con CC No. **1061799837**, registra la siguiente información.

Datos del Empleador	Datos de la Relación Laboral
AGV INGENIERIA Y ESTRUCTURAS SAS - NI. 901096894	Fecha de inicio de cobertura : 05/02/2024 Estado Afiliación: ACTIVO Tipo Vinculación: TRABAJADOR DEPENDIENTE Clase de Riesgo: 5

Para validar la información emitida en este certificado, visite nuestra página web y seleccione la opción 'VALIDAR CERTIFICADOS'. Ingrese el siguiente código (válido por un mes): 202401015397007.

Esta certificación se expide en la ciudad de Bogotá D.C. a los 27 días del mes de mayo de 2024.

Cordialmente,

**GERENCIA DE AFILIACIONES Y NOVEDADES
POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.**