

**Práctica Empresarial como Auxiliar de Residencia de Obra en la Construcción del Edificio
"RIVER TOWER" de la Constructora Pérez y Asociados S.A.S, en el Municipio de
Pamplona, Norte De Santander**

Yenny Rocio Vargas Peña

Director

Leidy Tatyana Rico Carrillo

M.Sc. en Infraestructura Vial

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Ambiental, Civil y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

**Práctica Empresarial como Auxiliar de Residencia de Obra en la Construcción del
Edificio "RIVER TOWER" de la Constructora Pérez y Asociados S.A.S, en el Municipio de
Pamplona, Norte De Santander**

Yenny Rocio Vargas Peña

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Leidy Tatyana Rico Carrillo

M.Sc. en Infraestructura Vial

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Ambiental, Civil y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Dedicatoria

A Dios, por guiar mis pasos, darme fortaleza en los momentos difíciles y llenarme de la luz necesaria para llegar hasta aquí.

A mis padres, la luz de mi vida y razón de mis mayores esfuerzos.

A mi mamá Martha, por su amor inmenso, su lucha incansable y por ser esa fuerza que me levantó siempre. Mamá, gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudé; este logro lleva tu nombre.

A mi papá Miguel, gracias por tu presencia, por acompañar mis pasos y por estar ahí con cariño y sencillez.

A Jhon, mi padrastro, porque, aunque no compartimos sangre, sí compartimos algo más valioso: el cariño verdadero. Gracias por apoyarme, escucharme y acompañar tantas etapas de mi vida.

A mi familia hermosa: a mis tíos Fabián y José, cuyo cariño, apoyo y presencia constante han sido un abrazo que me acompaña en cada etapa; y a mi abuelita Bernarda, cuya ternura y sabiduría han sido un aliento permanente que ha fortalecido mi corazón.

A Samuel y Dominic, mis chiquitos, quienes sin saberlo me inspiran cada día a ser mejor persona y a construir un ejemplo que algún día los motive a ellos también.

Gracias por ser mi fuerza y mi refugio. Este logro nace gracias a ustedes, y lo entrego para ustedes, con todo mi corazón.

– Yenny V.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a Dios por acompañar mis pasos y regalarme la serenidad necesaria para culminar este camino. A mis padres y a toda mi familia, gracias por su cariño constante, por ser mi soporte y por celebrar conmigo cada avance. A mi directora de grado, ingeniera Leidy, gracias por su guía paciente, por su disposición y por cada palabra que iluminó este proceso. Mi gratitud también para todos mis profesores e ingenieros, quienes con su conocimiento y dedicación contribuyeron a mi formación. A mis amigos, por su compañía, su aliento y su alegría en los momentos en que más la necesité. Y a la Constructora Pérez S.A.S, gracias por abrirme sus puertas y permitirme vivir una experiencia que enriqueció mi proceso de aprendizaje; participar en un proyecto tan especial fue un verdadero regalo que fortaleció mi crecimiento profesional y personal. A cada uno, gracias por ser parte de este capítulo tan importante de mi vida.

Tabla de Contenido

Resumen	13
Abstrac.....	14
Introducción	15
Planteamiento Del Problema.....	16
Justificación	17
Objetivos.....	18
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos	18
Marco referencial	19
Marco de antecedentes	19
Internacionales	19
Nacionales.....	21
Regionales.....	24
Marco Teórico	27
Marco Legal.....	30
Marco Contextual	35
Lugar del proyecto	35
Generalidades.....	37
Metodología.....	40
Cumplimiento de objetivos	44
Objetivo 1.....	44
Supervisión diaria	44
Registro de las actividades ejecutadas, condiciones climáticas, observaciones técnicas y novedades relevantes en la bitácora de obra.....	46
Verificación de los procesos constructivos conforme a los planos y especificaciones del proyecto	49
Hallazgos e indicadores técnicos durante la supervisión de los procesos constructivos ..	73

Inspección del cumplimiento de los lineamientos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG- SST.....	85
Objetivo 2.....	92
Inspección de los materiales recibidos en obra.....	92
Ejecución de ensayos de control de calidad en obra.....	98
Objetivo 3.....	112
Cálculo de cantidades de obra, incluyendo desperdicios.....	112
Actualización del cronograma de obra en Microsoft Project, identificando la ruta crítica y realizando el respectivo diagrama	117
Registro del avance diario de actividades dentro del cronograma, así como la actualización de estimaciones de obra calculadas	124
Cortes de obra quincenales: seguimiento del avance y control de desviaciones	125
Objetivo 4.....	133
Revisión de la información técnica relacionada con las instalaciones hidrosanitarias, garantizando la correspondencia entre los planos y las condiciones reales de obra.....	133
Revisión, detección de cambios y/o modificaciones	134
Edición y actualización de planos hidrosanitarios previos	135
Diseño e implementación de la red contra incendios.....	138
Diseño e implementación de ruta de evacuación	141
Conclusiones.....	145
Recomendaciones.....	147
Referencias	149
Apéndices.....	157

Lista de Tablas

Tabla 1. Armado de acero de refuerzo de elementos estructurales.	73
Tabla 2. Encofrado con formaleta metálica y de madera.	75
Tabla 3. Concreto mezclado en obra.	76
Tabla 4. Concreto premezclado para vigas y losas.....	77
Tabla 5. Vaciado, vibrado y distribución del concreto.....	78
Tabla 6. Instalación del sistema hidrosanitario	79
Tabla 7. Instalación de lámina colaborante Metaldeck.	79
Tabla 8. Instalación y replanteo de tubería Conduit	81
Tabla 9. Inspección diaria de mampostería.	82
Tabla 10. Intervenciones realizadas en la supervisión de los parámetros de SST	89
Tabla 11. Materiales y equipos de Ensayo de Resistencia a La Compresión.....	98
Tabla 12. Procedimiento del Ensayo de Resistencia a la Compresión (INVÍAS 410-13).....	99
Tabla 13. Materiales y equipos utilizados en el ensayo de Asentamiento (Slump Test).....	105
Tabla 14. Procedimiento del Ensayo de Asentamiento (Slump Test)	106
Tabla 15. Corte de obra 1 (1–15 de julio).....	125
Tabla 16. Corte de obra 2 (16–31 de julio).....	126
Tabla 17. Corte de obra 3 (1–15 de agosto).....	127
Tabla 18. Corte de obra 4 (16–31 de agosto).....	127
Tabla 19. Corte 5 (1 al 15 septiembre).	128
Tabla 20. Corte 6 (16–30 septiembre).	128
Tabla 21. Corte 7 (1–15 octubre).....	129
Tabla 22. Corte 8 (16–31 octubre).....	130
Tabla 23. Corte 9 (1 al 15 noviembre).....	130
Tabla 24. Corte 10 (16 al 30 noviembre).....	131

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación de Pamplona Norte de Santander a nivel Nacional. .	35
Figura 2. Ubicación de Pamplona Norte de Santander a nivel Departamental.	36
Figura 3. Ubicación de del proyecto a nivel Municipal	36
Figura 4. Ubicación del proyecto dentro del Municipio de Pamplona Norte de Santander	37
Figura 5. Diagrama de etapas de la metodología	40
Figura 6. Proyección del edificio River Tower.	41
Figura 7. Distribución de apartamentos, piso 2 - River Tower	42
Figura 8. Requisitos de ejecución de la construcción establecidos por la NSR-10.....	45
Figura 9. Inspección del proceso de armado de acero de refuerzo de la viga V- 4067	46
Figura 10. Registro diario de Bitácora de obra.....	47
Figura 11. Informes de supervisión mensual.....	48
Figura 12. Esquema de identificación de elementos estructurales.	50
Figura 13. Despiece de acero de refuerzo de vigas y viguetas.	50
Figura 14. Armado de acero de refuerzo en vigas y viguetas.....	51
Figura 15. Detalle de perlin de acero.....	52
Figura 16. Marcación de ubicación y distribución de perlines de refuerzo estructural.....	53
Figura 17. Distribución y longitud de perlines de acero	53
Figura 18. Instalación de perlines de acero.	54
Figura 19. Verificación de verticalidad de la formaleta en madera	55
Figura 20. Aplicación de desmoldante a formaleta metálica.	56
Figura 21. Verificación de altura de los puentes en tablón frente al nivel de referencia	57

Figura 22. Ejecución de mezclado de concreto en obra .	58
Figura 23. Vaciado de concreto en la columna CB1.	59
Figura 24. Vaciado de concreto en el muro adyacente a la escalera .	60
Figura 25. Proceso de vaciado de concreto prefabricado en placa.	61
Figura 26. Vibración y distribución del concreto en la placa.	63
Figura 27. Fundida de la losa de placa de entrepiso número 8.	64
Figura 28. Instalación de láminas de Metaldeck para la conformación de la placa.	66
Figura 29. Marcación y replanteo del sistema eléctrico sobre la placa número 6 .	67
Figura 30. Distribución del sistema eléctrico.	68
Figura 31. Instalación de tubería y accesorios del sistema eléctrico en apartamentos.	69
Figura 32. Tuberías y accesorios del sistema sanitario.	70
Figura 33. Plano sanitario - piso 2 al 11.	71
Figura 34. Plano sanitario - piso 2 al 11 .	72
Figura 35. Especificaciones de materiales.	83
Figura 36. Longitudes mínimas de traslapo .	83
Figura 37. Ganchos extremos recomendados .	84
Figura 38. Recubrimientos para elementos en contacto permanente con el exterior.	84
Figura 39. Formato de Inspección de Elementos de Protección Personal .	85
Figura 40. Capacitación de seguridad y salud en el trabajo .	86
Figura 41. Lista de asistencia a capacitación.	87
Figura 42. Uso de arnés en zona de riesgo .	87
Figura 43. Implementación de línea de vida como medida de seguridad .	88
Figura 44. Recepción e ingreso de material .	92

Figura 45. Recepción e ingreso de perlines de acero	93
Figura 46. Descarga e ingreso de bolsas de cemento	93
Figura 47. Almacenamiento de materiales.	94
Figura 48. Recepción de material granular.....	95
Figura 49. Bodega temporal de almacenamiento de materiales.	96
Figura 50. Ficha técnica del acero.	96
Figura 51. Ficha técnica del aditivo empleado en obra Euco Estabilizador 1000.....	97
Figura 52. Tipos de falla; patrones típicos según la norma INV E-410	103
Figura 53. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión	104
Figura 54. Resultados Ensayo de Asentamiento	109
Figura 55. Informe de resistencia a la compresión de Concretos y Morteros	110
Figura 56. Memoria de cálculo de cantidades	113
Figura 57. Cantidad total de concreto y acero en columnas.....	114
Figura 58. Cálculo de cantidades en obra.....	115
Figura 59. Inventario de estribos disponibles en obra	116
Figura 60. Cálculo de cantidad de acero transversal de ½" en obra.....	117
Figura 61. Actividades de obra.....	118
Figura 62. Creación de calendario en Microsoft Project	119
Figura 63. Programación de nuevo campo en el proyecto	120
Figura 64. Cronograma de obra y diagrama de Gantt	121
Figura 65. Cronograma de obra y secuencia de actividades	122
Figura 66. Retraso de la obra en el periodo de 2022-2023.....	123
Figura 67. Toma de mediciones de elementos del Sistema Sanitario	133

Figura 68. Bajante principal no prevista en planos sanitarios	134
Figura 69. Actualización plano sanitario piso 1	136
Figura 70. Modelado estructural y sanitario	137
Figura 71. Diseño de la red de distribución contra incendios	139
Figura 72. Ruta de evacuación piso 2.....	141
Figura 73. Señalización no distribuida	142

Lista de Apéndices

Apéndice A. Informes de Supervisión y Bitácora de Obra.....	157
Apéndice B. Formatos de Inspección de EPP.....	157
Apéndice C. Fichas Técnicas, Control de Calidad de Materiales.....	157
Apéndice D. Ensayos de Control de Calidad.....	157
Apéndice E. Memoria de Cálculo y Cantidades de Obra	157
Apéndice F. Actividades de Obra.....	157
Apéndice G. Cronograma y Programación de Obra	157
Apéndice H. Actualización e Implementación de Planos y Diseños.....	157

Resumen

Este proyecto de práctica empresarial documenta la participación técnica en la construcción del edificio River Tower, desarrollado por la Constructora Pérez y Asociados S.A.S. en Pamplona, Norte de Santander. La práctica se desempeñó en el cargo de auxiliar de residencia de obra, brindando apoyo en supervisión, control de calidad, gestión documental y seguimiento del avance constructivo.

Las labores incluyeron la supervisión diaria de frentes de trabajo, la verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas y el control de calidad de materiales. Durante el periodo se supervisaron 22 semanas de ejecución, realizando seguimiento al progreso de obra y al cumplimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Como parte del control de calidad, se efectuaron 7 ensayos de compresión y 5 ensayos de asentamiento (slump) para validar la calidad del concreto empleado. Se participó en el cálculo de cantidades de obra y la revisión de planos arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios, identificando discrepancias con las condiciones reales, lo que permitió actualizar e implementar dos planos esenciales: la red contra incendios y el sistema de evacuación. También se elaboró un modelado y renderizado sanitario, así como un plano hidrosanitario modificado, mejorando la precisión del diseño técnico. El uso de AutoCAD, Revit, Microsoft Excel y Microsoft Project facilitó la interpretación de planos, la sistematización de datos y el control del cronograma. El desarrollo de estas actividades generó un impacto directo en el cumplimiento del proyecto, optimizando la coordinación técnica y fortaleciendo la integración entre planeación y ejecución.

Palabras clave: Supervisión técnica, control de calidad, gestión de obra, SG-SST, cantidades de obra, programación de actividades, planos constructivos.

Abstrac

This business practice project documents technical participation in the construction of the River Tower building, developed by Constructora Pérez y Asociados S.A.S. in Pamplona, Norte de Santander. The practice was carried out in the position of construction site assistant, providing support in supervision, quality control, document management, and monitoring of construction progress.

The tasks included daily supervision of work fronts, verification of compliance with technical specifications, and quality control of materials. During the period, 22 weeks of execution were supervised, monitoring the progress of the work and compliance with the Occupational Health and Safety Management System (SG-SST). As part of quality control, seven compression tests and five slump tests were performed to validate the quality of the concrete used. We participated in calculating quantities of work and reviewing architectural, structural, and plumbing plans, identifying discrepancies with actual conditions, which allowed us to update and implement two essential plans: the fire protection network and the evacuation system. We also developed a sanitary model and rendering, as well as a modified plumbing plan, improving the accuracy of the technical design. The use of AutoCAD, Revit, Microsoft Excel, and Microsoft Project facilitated the interpretation of plans, the systematization of data, and the control of the schedule. The development of these activities had a direct impact on project compliance, optimizing technical coordination and strengthening the integration between planning and execution.

Keywords: Technical supervision, Quality control, Construction management, SG-SST, Quantities of work, Activity scheduling, Construction plans.

Introducción

La construcción de edificaciones en entornos urbanos demanda una coordinación rigurosa entre la planificación, la supervisión técnica y el control de calidad, factores determinantes para garantizar la eficiencia y seguridad durante la ejecución de una obra. Según Cortés Zambrano (2021) y Suárez Salazar (2021), una gestión adecuada depende del seguimiento continuo de las actividades, el uso eficiente de los recursos y la verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas, elementos que pueden verse comprometidos cuando no existe un sistema de control organizado.

Esta problemática se evidenció en el proyecto River Tower, donde se identificaron dificultades asociadas a la ausencia de un cronograma formal y actualizado, situación que generaba desorganización en la programación, desconocimiento del avance real y limitaciones en la coordinación entre frentes de trabajo. Adicionalmente, se presentó una falta de actualización de planos, lo que dificultaba la correspondencia entre los diseños y las condiciones ejecutadas en obra, afectando la toma oportuna de decisiones técnicas y la gestión adecuada de modificaciones constructivas. En coherencia con estas necesidades, se requirió fortalecer procesos de supervisión diaria, control de materiales, actualización de bitácoras y revisión de planos, actividades esenciales para garantizar la continuidad operativa y la calidad del proceso constructivo.

Ante este contexto, la práctica empresarial como auxiliar de residencia de obra constituye un espacio formativo que permite integrar los conocimientos adquiridos en la formación profesional con las exigencias del proyecto. En consecuencia, este trabajo busca analizar cómo la participación del practicante contribuye al fortalecimiento del control técnico y organizacional, favoreciendo su desarrollo profesional mediante la resolución de problemáticas reales del ejercicio ingenieril.

Planteamiento Del Problema

La ejecución de obras civiles en entornos urbanos implica desafíos relacionados con la supervisión técnica, el control de materiales y la actualización precisa de la información generada en campo. Cuando estos procesos no se gestionan de manera adecuada, pueden presentarse retrasos, reprocesos, sobrecostos y discrepancias entre los diseños proyectados y las condiciones realmente ejecutadas, lo que compromete la eficiencia y calidad de un proyecto de construcción.

En el caso del proyecto en ejecución, se identificaron dificultades asociadas a la ausencia de un cronograma formal y actualizado, la desarticulación entre los planos y las instalaciones ejecutadas en obra, y la insuficiente documentación del avance físico. Estas condiciones generaban limitaciones para coordinar adecuadamente los frentes de trabajo y dificultaban la toma oportuna de decisiones técnicas. Asimismo, se evidenció la necesidad de fortalecer actividades como la supervisión diaria, la verificación del cumplimiento de especificaciones, el control de materiales y la actualización de bitácoras, procesos fundamentales para asegurar la continuidad operativa y la calidad constructiva.

En este contexto, la participación del auxiliar de residencia de obra adquiere un papel relevante, dado que su labor contribuye al control técnico, físico y administrativo del proyecto, favoreciendo la eficiencia y coherencia del proceso constructivo.

A partir de lo anterior, se formula la siguiente pregunta:

¿Cómo puede la participación activa como auxiliar de residencia de obra contribuir al fortalecimiento del control técnico, físico y financiero en el proyecto de construcción del edificio River Tower, mejorando la eficiencia y calidad en su ejecución?

Justificación

La realización de este trabajo de grado respondió a la necesidad de fortalecer la organización y el control técnico de la construcción del edificio residencial River Tower, el cual enfrentaba desafíos como la ausencia de un cronograma estructurado, la falta de actualización de planos y la supervisión parcial debido a la carga de trabajo del ingeniero residente. Estas condiciones generaban dificultades para coordinar actividades y asegurar la coherencia entre lo diseñado y lo construido, problemática que, según García y Méndez (2019), puede impactar negativamente la calidad y el desempeño de los proyectos de construcción.

La participación como practicante permitió subsanar estas limitaciones mediante acciones como la supervisión diaria, la verificación de especificaciones, el control de materiales y la actualización de documentación técnica. Además, se implementaron herramientas de planificación y se elaboraron planos actualizados, entre ellos la red contra incendios, el sistema de evacuación y el diseño sanitario, contribuyendo significativamente a mejorar la organización del proyecto y la fiabilidad de la información disponible para la toma de decisiones. En el ámbito educativo, la práctica fortaleció habilidades profesionales esenciales en gestión de obra, análisis técnico y resolución de problemas en campo, competencias que Cruz Acosta, Zaragoza y Herrera López (2025) identifican fundamentales para la formación del ingeniero civil. Por ello, este trabajo de grado se desarrolló con el propósito de aportar valor al proyecto River Tower y consolidar la formación profesional del practicante mediante su participación activa en procesos clave del desarrollo constructivo.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar la práctica empresarial como auxiliar de residencia en la construcción del edificio “RIVER TOWER” de la constructora Pérez y Asociados S.A.S, en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander.

Objetivos específicos

Supervisar el desarrollo de las actividades constructivas en campo, para garantizar el cumplimiento técnico, operativo y normativo del proyecto, mediante el registro continuo, detallado y organizado de la información en la bitácora de obra, y la verificación del cumplimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST para garantizar un entorno laboral seguro y conforme a la normativa vigente.

Controlar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y de calidad de los materiales utilizados en la obra, para asegurar que cumplan con los estándares exigidos por la normativa vigente, mediante la ejecución de ensayos en obra al concreto, la inspección de los materiales al momento de su recepción y la verificación de su conformidad con los requisitos establecidos.

Apoyar en la planificación, seguimiento y actualización del cronograma de obra, controlando el avance físico y presupuestal conforme a los objetivos del proyecto, así como calcular las cantidades de obra a partir de los planos y documentos técnicos, con el fin de contribuir a una gestión eficiente de los materiales y recursos disponibles.

Revisar la información técnica relacionada con las instalaciones hidrosanitarias, asegurando la coherencia entre los planos y las condiciones reales observadas en obra.

Marco Referencial

Marco de antecedentes

Internacionales

Artículo, “Implementation of Hydraulic and Sanitary Engineering Under the Concept Building Information Modeling in a Nine-Floor Intelligent Building, Zapopan, Jalisco”. Caro Becerra, Robles Casolco, Luevanos Acobo y Vizcaíno Rodríguez (2023) presentan un estudio de caso en un edificio inteligente de nueve pisos, donde modelan integralmente las instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales utilizando la metodología BIM y el software Revit. El trabajo describe cómo el modelado 3D y la parametrización de elementos permiten dimensionar tanques de retención, analizar presiones disponibles y coordinar las diferentes disciplinas del proyecto, reduciendo errores de diseño que usualmente se detectan solo en obra. Los autores concluyen que la implementación de BIM mejora la coordinación, facilita la toma de decisiones y reduce interferencias entre sistemas. (Caro-Becerra et al., 2023).

Artículo, “La supervisión en los proyectos de construcción”. Alejandro Cervantes Abarca (2009) presenta un análisis profundo sobre la importancia de la supervisión en obras civiles, subrayando que supervisar implica planear, prevenir, vigilar y controlar todas las actividades que inciden en el costo, tiempo y calidad del proyecto. El autor expone que, según estándares como el *Manual de Inspección del Hormigón ACI* y la teoría administrativa moderna, la supervisión constituye un proceso técnico que debe desarrollarse desde la etapa de proyecto hasta la entrega final de la obra. En el artículo se destaca que más del 50 % de las fallas en edificaciones provienen de deficiencias en la ejecución, derivadas directamente de una supervisión insuficiente, lo cual se evidencia también en los gráficos y definiciones presentadas en las páginas 99 a 104 del

documento. Asimismo, Cervantes enfatiza la necesidad de establecer controles preventivos, bitácoras ordenadas y procedimientos sistemáticos para garantizar la correcta ejecución de actividades críticas como verificación de materiales, trazos, armados y pruebas de presión en instalaciones. (Cervantes Abarca, 2009).

“Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil en la República de Guatemala”. Víctor Manuel Rivera Esteban (2015) desarrolla un estudio orientado a demostrar la importancia de la planificación y programación a corto plazo en la ejecución de proyectos de infraestructura civil. El autor explica que la ausencia de una calendarización precisa provoca retrasos, uso ineficiente de recursos y pérdidas económicas, situación frecuente en proyectos donde no se aplican técnicas como el diagrama de Gantt, el método de la ruta crítica (CPM) o las curvas de producción, herramientas descritas ampliamente en su marco teórico. El documento analiza también la asignación de mano de obra, el control de materiales y la necesidad de registrar información mediante formatos técnicos, ilustrados en figuras y tablas entre las páginas 41 y 47. Rivera concluye que la programación semanal detallada permite anticipar problemas, optimizar la utilización de recursos y mejorar la toma de decisiones durante la obra (Rivera Esteban, 2015).

Artículo, “Framework for Optimizing the Construction Process: The Integration of Lean Construction, Building Information Modeling (BIM) and Emerging Technologies”. Alnajjar, Atencio y Turmo (2025) presentan un marco integral que combina la metodología Lean Construction, el Building Information Modeling (BIM) y tecnologías emergentes para optimizar la gestión de proyectos de construcción. El estudio declara que dicha integración a lo largo de las fases de planificación, diseño, construcción y operación permite mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y mejorar la colaboración interdisciplinaria. Se destacan las sinergias entre planificación, control de información, monitoreo en tiempo real y seguimiento del cronograma, lo

que abre una vía robusta para el control técnico en obras modernas. (Alnajjar, Atencio & Turmo, 2025).

Artículo, “Improving construction performance through real-time supervision and digital monitoring systems”. Singh y Kumar (2022) analizan proyectos en India y Emiratos Árabes Unidos donde la implementación de sistemas digitales de supervisión transformó la forma de controlar obras civiles. Los autores documentan que el monitoreo en tiempo real mediante aplicaciones móviles, sensores y plataformas digitales permite registrar actividades, verificar especificaciones, gestionar incidentes y controlar la calidad de los materiales. Además, señalan que la supervisión tradicional depende en gran medida de la presencia continua del ingeniero residente, mientras que los sistemas digitales permiten extender la supervisión a periodos donde el responsable principal no está presente físicamente, garantizando continuidad en el control técnico. El estudio muestra mejoras en reducción de errores, incremento de productividad y mayor cumplimiento del cronograma (Singh & Kumar, 2022).

Nacionales

“Apoyo en el diseño de redes hidrosanitarias de gas y sistemas de protección contra incendios adjudicados a la empresa AKVO S.A.S.”. Fernández López (2019) documenta su pasantía en la empresa AKVO S.A.S., donde participó en el diseño de redes hidrosanitarias, redes de gas y sistemas contra incendios para edificaciones en Bogotá. El trabajo incluyó la elaboración de planos, memorias de cálculo, especificaciones técnicas y cantidades de obra, cumpliendo con normativas vigentes. Además, se apoyó en la gestión documental, coordinación técnica y planificación del cronograma de entrega. Esta experiencia demuestra cómo un rol de apoyo técnico

y supervisión puede garantizar la coherencia entre diseño y ejecución, reduciendo errores y asegurando calidad. (Fernández López, 2019).

“Auxiliar Residente De Obra Durante La Construcción Del “Edificio Limaruz”, En La Ciudad De Duitama, Boyacá, Colombia”. Manuel Andrés Acevedo Rojas (2016) desarrolló su práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente en la construcción del Edificio Limaruz, en Duitama, bajo la dirección de la firma Camargo Construcciones. Durante el proyecto, participó en actividades como excavación, cimentación, armado y vaciado de concreto, siguiendo estrictamente las normativas vigentes, se elaboraron informes quincenales para la Universidad de Pamplona, los cuales documentaron el avance técnico del proyecto y la alineación con los objetivos académicos. Como resultado, la experiencia permitió la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante la formación académica, al tiempo que contribuyó al desarrollo de una obra estructural segura, cumpliendo con los estándares técnicos y de calidad esperados, esta práctica se consolidó como un puente efectivo entre la teoría universitaria y la práctica profesional (Rojas & Andres, 2016).

“Práctica Empresarial En La Oficina De Planeación Del Municipio De Hatonuevo (La Guajira) Como Supervisor De Obra En La Urbanizacion Los Mayalitos”. En el marco de su práctica empresarial, Alberto Solano Duarte (2016) participó como inspector de obra en el proyecto de construcción de 111 viviendas en la urbanización Los Mayalitos, en Hatonuevo, La Guajira. El proyecto, fue desarrollado en dos etapas, implicó la gestión de cronogramas, verificación de cumplimiento técnico, y control de normativas ambientales y de seguridad en obra, se hizo uso de maquinaria pesada como retroexcavadoras y volquetas para labores de limpieza y relleno del terreno. Entre los resultados más relevantes se identificó la necesidad de implementar nuevos sistemas constructivos que optimicen procesos, y el valor de contar con personal calificado

para asegurar la calidad de la ejecución, la experiencia permitió concluir que una supervisión técnica eficaz es determinante para lograr el cumplimiento de los objetivos de costo, calidad y tiempo en proyectos de vivienda de interés social (Duarte & Alberto, 2017).

“Práctica Empresarial En Construcciones Hince S.A.S De La Ciudad De Valledupar En La Obra Condominio Campestre Santana, Realizando El Análisis Comparativo Del Presupuesto Y Rendimientos Proyectados Con Los Costos Y Rendimientos Reales De Obra”. Carolina María Otero Zapata (2016) realizó una práctica empresarial enfocada en la evaluación de la eficiencia financiera del proyecto Condominio Campestre Santana, llevado a cabo por la empresa Construcciones Hince S.A.S en Valledupar, su labor consistió en comparar los presupuestos y rendimientos proyectados con los obtenidos durante la ejecución real de la obra, durante este análisis se identificaron diferencias sustanciales atribuibles a factores como manejo inadecuado del personal, deficiencias logísticas y ajustes imprevistos en el sitio de obra, donde se destacó la necesidad de un control diario de cantidades de obra y una administración eficiente de los recursos. Como resultado, se propusieron estrategias para mejorar la precisión presupuestal y la gestión operativa en futuros proyectos, fortaleciendo la cultura de evaluación continua en la construcción (Zapata & Maria, 2016).

“Práctica Empresarial Como Ingeniero Auxiliar De La Oficina De Obras Publicas Municipal Para La Supervisión, Seguimiento Y Control A Los Diferentes Proyectos Que Se Ejecutarán En El Municipio De San José Del Guaviare”. Rubén Darío Escamilla Rodríguez (2021) llevó a cabo su práctica profesional como ingeniero auxiliar en la Oficina de Obras Públicas del municipio de San José del Guaviare, participando activamente en la supervisión, seguimiento y control de varios proyectos de infraestructura, entre sus responsabilidades estuvieron el control de calidad de materiales, verificación del comportamiento del concreto, cumplimiento de

cronogramas y protocolos de bioseguridad. Como resultado, se lograron implementar mejoras en la eficiencia de ejecución, asegurar la calidad estructural de las obras y cumplir con los estándares técnicos establecidos, esta práctica permitió fortalecer competencias en supervisión pública, control técnico y normativo, así como en la aplicación de protocolos de seguridad y salud ocupacional en contextos institucionales (Escamilla Rodríguez, 2021).

Regionales

“Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería para el contrato de suministro e instalación de redes hidrosanitarias, red de gas y sistema de protección contra incendio en el aeropuerto Camilo Daza, Cúcuta”. Monroy Gutiérrez (2017) documenta un proceso integral de supervisión técnica en la instalación de redes hidrosanitarias, red de gas y sistema contra incendios en una de las obras aeroportuarias más relevantes del departamento. El autor describe actividades como excavación de zanjas, inspección de pendientes, verificación de uniones, instalación de tuberías, revisión de planos y control de materiales, asegurando el cumplimiento de especificaciones técnicas y normativas nacionales. Se destaca también la importancia del seguimiento continuo a contratistas y de la coordinación entre frentes de trabajo, especialmente al integrar varias redes dentro de un mismo sistema constructivo. En las conclusiones del informe se evidencia que existían inconsistencias entre planos y condiciones reales de obra, por lo que fue necesario ajustar trazados y procedimientos para garantizar la funcionalidad hidráulica y de seguridad. Asimismo, se concluyó que la supervisión detallada permitió prevenir fallas de instalación, mejorar la calidad técnica y asegurar la operatividad del sistema integrado. (Monroy Gutiérrez, 2017).

“Diseño de un sistema de tratamiento hidrosanitario para la reutilización de aguas grises y lluvias en una vivienda unifamiliar de dos plantas del conjunto cerrado Dubái en el municipio de Los Patios, Norte de Santander”. Melo Melo y Figueredo Corredor (2018) desarrollaron el diseño de un sistema integral de tratamiento hidrosanitario orientado al reúso de aguas grises y aguas lluvias en una vivienda unifamiliar de dos niveles, ubicada en el conjunto cerrado Dubái, municipio de Los Patios. El estudio incluye el dimensionamiento hidráulico, la selección de piscinas de recolección, el diseño de tuberías de reúso, la planificación de redes internas y externas, así como el análisis normativo aplicable en Colombia. Los autores destacan que la propuesta técnica no solo contribuye a la sostenibilidad del recurso hídrico, sino que ofrece una alternativa viable para edificaciones residenciales en zonas con limitaciones de abastecimiento. En sus conclusiones, se señala que la implementación del sistema permite reducir el consumo de agua potable en un 45 %, disminuir las descargas de aguas residuales y promover un manejo responsable del recurso. (Melo Melo & Figueredo Corredor, 2018).

“Estudio de suelo y diseño estructural e hidrosanitario con cantidades de obra para la construcción de la nueva casa cural en el centro poblado La Donjuana”. Brand García y Yáñez López (2018) presentan un proyecto de grado en el que realizaron el análisis geotécnico del terreno, el diseño estructural y la planificación de las instalaciones hidrosanitarias para una nueva casa cural ubicada en el centro poblado La Donjuana. El estudio incluye la caracterización del suelo mediante muestreos y ensayos, el diseño de fundaciones ajustadas a las condiciones del terreno, los planos estructurales necesarios, y el diseño hidráulico-sanitario completo con sus respectivas cantidades de obra. Además, se calcularon volúmenes, diámetros de tuberías, pendientes y redes internas, considerando normativas vigentes, lo que garantiza la funcionalidad del sistema sanitario. En sus conclusiones, los autores destacan que el riguroso

análisis de suelo permitió optimizar el diseño estructural, reducir costos de cimentación y asegurar estabilidad; y que el diseño hidrosanitario garantiza adecuadas condiciones de saneamiento, reduciendo riesgos de filtraciones o fallas. (Brand García & Yáñez López, 2018).

“Práctica Empresarial Como Auxiliar De Ingeniero Residente De Obra Para La Construcción Del Edificio Multifamiliar “Getsemaní” Ubicado En La Carrera Cariongo No. 15-55, Del Municipio De Pamplona, Norte De Santander”. Aníbal Sánchez Rodríguez (2020) participó como auxiliar del ingeniero residente en el proyecto del Edificio Multifamiliar Getsemaní, desarrollado por la constructora Inmuebles M&M S.A.S. La obra de cinco apartamentos distribuidos en 470 m², fue ejecutada entre septiembre de 2019 y noviembre de 2020. El estudiante colaboró desde la fase estructural, especialmente en el encofrado de la primera placa de entrepiso, trabajando junto con un equipo reducido y las actividades incluyeron trabajos de mampostería, armado y fundida de columnas y placas, pañetes y colocación de ante pisos, se utilizó mampostería en bloque N.5 con mortero 1:4, cubriendo 165 m² por nivel. La práctica permitió comprender a profundidad el desarrollo técnico de estructuras en concreto reforzado, la gestión de recursos humanos y el control detallado del avance físico de la obra donde uno de sus resultados fue una participación integral en la ejecución estructural y arquitectónica de un proyecto habitacional de mediana escala (Sánchez Rodríguez, 2021).

“Práctica Empresarial Como Auxiliar De Ingeniero Residente De Obra En La Firma De Arquitectura Fabian Ricardo Arias Mantilla, Ubicada En Avenida Santander #12-874, Pamplona, Norte De Santander”. Omar Leal Roper (2020) realizó su práctica profesional como auxiliar del ingeniero residente en la firma de arquitectura Fabián Ricardo Arias Mantilla. El proyecto consistió en la construcción de una vivienda unifamiliar en la ciudad de Pamplona e incluyó actividades como armado y fundida de columnas, elaboración de placa de entrepiso,

revoque, instalación de cubiertas, trabajos eléctricos y de gas, entre otros, se implementaron un control exhaustivo sobre la calidad del concreto y los rendimientos de obra. A raíz de la pandemia por COVID-19, el proyecto enfrentó interrupciones que exigieron una reprogramación integral del cronograma, sin embargo, con estas limitaciones, se logró reactivar y concluir exitosamente el proyecto, cumpliendo con los estándares de calidad y diseño previstos. La experiencia permitió aplicar conocimientos técnicos en condiciones de alta incertidumbre, resaltando la capacidad de adaptación y gestión de obras en contexto de crisis (Leal Roper, 2021).

Marco Teórico

La gestión y programación de obras es un componente esencial dentro de la dirección de proyectos de construcción, ya que permite estructurar de manera lógica el desarrollo de las actividades, la asignación de recursos y el cumplimiento de los plazos previstos. Kerzner (2017) explica que la programación constituye un proceso analítico mediante el cual se determinan actividades, se establecen secuencias de ejecución y se estiman tiempos operativos, integrando principios de la teoría de redes y del control de tiempos.

En este marco, herramientas como el método CPM, que identifica la ruta crítica de un proyecto, resultan indispensables, puesto que permiten reconocer aquellas actividades que determinan la duración total de la obra. Stevenson (2021) señala que la ruta crítica carece de holgura, por lo que un retraso en cualquiera de sus actividades impacta directamente el cronograma general. A ello se suma la importancia del uso de software especializado como Microsoft Project, el cual facilita la representación gráfica del cronograma, la asignación de recursos y el seguimiento del avance, permitiendo al personal técnico tomar decisiones informadas y oportunas durante el desarrollo del proyecto (PMI, 2021).

Dentro de este proceso, el residente de obra desempeña un rol fundamental como responsable de supervisar y controlar la ejecución técnica, administrativa y operativa del proyecto. Soto (2019) describe al residente como la figura encargada de garantizar la correcta aplicación de especificaciones técnicas, dirigir al personal, verificar los procesos constructivos y coordinar actividades entre contratistas, proveedores y supervisores. De manera complementaria, el auxiliar de residencia o auxiliar de ingeniería proporciona soporte técnico mediante la recopilación de datos en campo, la elaboración de informes, la revisión de cantidades de obra, el seguimiento fotográfico y la gestión documental. Según García y López (2020), esta función contribuye a la trazabilidad de la obra y aporta información precisa para el control del avance y la toma de decisiones.

La supervisión adecuada de los procesos constructivos constituye otro elemento clave en la gestión de proyectos, dado que asegura que cada actividad se ejecute conforme a los procedimientos establecidos, evitando errores que puedan comprometer la calidad estructural o el desempeño final de la obra. Suter (2018) señala que la inspección continua y la verificación de procedimientos estandarizados permiten reducir reprocesos, mejorar la calidad y garantizar la seguridad.

En este contexto, el uso de herramientas digitales de edición, revisión y modelado de planos como AutoCAD, Revit y software de visualización 3D ha adquirido un papel central, ya que permiten detectar interferencias, resolver inconsistencias técnicas, actualizar información gráfica y calcular cantidades de obra de forma más precisa y eficiente. Ching (2014) enfatiza que los planos constituyen el principal medio de comunicación técnica en una obra, por lo que su interpretación y actualización adecuada garantizan coherencia entre el diseño y la ejecución.

El control de calidad de los materiales, especialmente del concreto, constituye un eje esencial para asegurar el desempeño estructural del proyecto. Neville y Brooks (2010) afirman que la calidad del concreto depende tanto de las propiedades de sus componentes como de los procedimientos empleados en su preparación y colocación, por lo que las normativas exigen realizar ensayos estandarizados que permitan evaluar su consistencia, resistencia y durabilidad.

De manera general, las normas técnicas contemplan ensayos para el concreto fresco, como la determinación del asentamiento, densidad y contenido de aire, y ensayos para el concreto endurecido, como la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y durabilidad. En Colombia, además de normas como la NTC 396 para asentamiento y la INVÍAS E-410 para resistencia a la compresión, la *Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10* establece requisitos mínimos para la calidad del concreto estructural, detallando parámetros de resistencia, control de materiales, muestreo y procedimientos de ensayo necesarios para garantizar la seguridad de las edificaciones. La NSR-10 resalta que el concreto debe cumplir resistencias específicas y que el control de producción y ensayos es obligatorio para verificar su conformidad con el diseño (AIS, 2010).

Asimismo, la medición de cantidades de obra en campo representa un componente crítico del control técnico y financiero del proyecto, ya que permite verificar el avance real respecto al programado y asegurar que los rendimientos se mantengan dentro de los parámetros establecidos. Haldar (2014) sostiene que el metrado preciso es indispensable para evitar reclamaciones contractuales, optimizar recursos y planificar actividades de forma adecuada. El levantamiento de cantidades, cuando se integra con herramientas digitales y registros fotográficos, se convierte en una fuente de información esencial para la evaluación de productividad.

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) constituye otro pilar fundamental en el desarrollo de obras de construcción. La Organización Internacional del Trabajo (2019) advierte que este sector presenta altos índices de riesgo, lo que exige implementar sistemas de gestión basados en la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y el establecimiento de controles operativos. En concordancia, la norma ISO 45001:2018 subraya la importancia de la capacitación continua, la inspección permanente de condiciones de trabajo y la utilización correcta de equipos de protección personal, lo que contribuye directamente a la reducción de incidentes y asegura la continuidad del proyecto.

Por último, la gestión del personal representa un componente estratégico para garantizar la eficiencia operativa en obra. Stevenson (2021) sostiene que el desempeño laboral está influenciado por la asignación adecuada de tareas, la supervisión, la capacitación y las condiciones del entorno. En proyectos de construcción, donde la sincronización entre cuadrillas es determinante, una gestión efectiva del personal permite mantener ritmos de trabajo adecuados, mejorar rendimientos y minimizar tiempos improductivos. En conjunto, todos estos elementos conforman un marco teórico que respalda la importancia de una correcta programación, supervisión, control de calidad y administración del recurso humano, necesarios para el desarrollo eficiente y seguro de un proyecto de construcción.

Marco Legal

Ley 1229 de 2008 – Por la cual se modifican algunos artículos de la Ley 400 de 1997 y se dictan otras disposiciones.

Modifica y adiciona disposiciones relacionadas con la supervisión técnica de edificaciones sísmo resistentes. Establece que el supervisor técnico debe ser un profesional con matrícula

vigente y experiencia comprobada, encargado de verificar el cumplimiento de las normas técnicas durante la ejecución de la obra, así como “Gestionar, planear, organizar, ejecutar, administrar y controlar (inspección, dirección de obra y/o interventoría), los diferentes procesos constructivos de los proyectos de obra civil o arquitectónica, utilizando las nuevas tecnologías y aplicando las normas constructivas vigentes” (Congreso de Colombia, 2008, art. 6).

Decreto 1072 de 2015 – Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo

Compila la normativa colombiana referente al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Establece obligaciones para empleadores y contratistas en materia de identificación de peligros, evaluación de riesgos, capacitación, medidas preventivas y control operativo, con el fin de proteger la integridad física de los trabajadores y garantizar condiciones seguras en actividades de construcción (Ministerio de Trabajo, 2015).

Decreto 1077 de 2015 – Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.

Este decreto compila y racionaliza las normas de carácter reglamentario que rigen el sector de vivienda, ciudad y territorio, incluyendo disposiciones relacionadas con el agua potable, el saneamiento básico y las licencias urbanísticas. Fue expedido el 26 de mayo de 2015 y busca simplificar y unificar la normativa aplicable al sector. Presidencia de la República de Colombia. (2015).

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10

El NSR-10 es el reglamento técnico que desarrolla los lineamientos establecidos en la Ley 400 de 1997. Establece los requisitos mínimos que deben cumplir las construcciones para garantizar un comportamiento adecuado frente a eventos sísmicos, considerando la zonificación sísmica del

país. Es de obligatorio cumplimiento para todas las edificaciones nuevas y para las modificaciones estructurales de las existentes. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010).

Resolución 0330 de 2017 – Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Esta resolución fue expedida el 8 de junio de 2017 y adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, estableciendo los requisitos técnicos relacionados con la composición química e información que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017).

Resolución 0501 de 2017 – Por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado.

Esta resolución establece los requisitos técnicos relacionados con la composición química e información que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017).

Resolución 0312 de 2019 – Estándares mínimos del SG-SST

Regula los estándares mínimos que deben cumplir las empresas, contratistas y empleadores en la implementación del SG-SST. Define componentes como la planificación del sistema, la gestión de peligros, la capacitación, la vigilancia epidemiológica y el control operativo, orientados a disminuir la accidentalidad y cumplir con los requisitos legales vigentes en obra (Ministerio de Trabajo, 2019).

Resolución 1409 de 2012 – Trabajo en alturas

Establece el reglamento técnico para la protección contra caídas en trabajo en alturas, una de las actividades de mayor riesgo en el sector de la construcción. Regula aspectos como la capacitación obligatoria, el uso de equipos de protección personal, la elaboración de procedimientos seguros, la conformación de equipos de rescate y los criterios de supervisión, garantizando la prevención de accidentes graves y fatales (Ministerio de Trabajo, 2012).

NTC 396 de 2016 – Concreto fresco. Método de ensayo para la determinación del asentamiento (Slump)

Establece el procedimiento estandarizado para evaluar la consistencia del concreto recién mezclado con el fin de verificar su trabajabilidad antes de la colocación en obra. Esta norma define los requisitos técnicos para la preparación de la muestra, las condiciones del equipo, la ejecución del ensayo y los criterios de aceptación asociados al comportamiento plástico del concreto. Su propósito principal es garantizar que la mezcla cumpla con los parámetros especificados en el diseño estructural, particularmente en relación con la relación agua–cimento, la manejabilidad y la uniformidad, aspectos que influyen directamente en la resistencia final, durabilidad y calidad del elemento construido (ICONTEC, 2016)

NTC 477 – Método para determinar la resistencia a la compresión de cilindros de concreto

Regula el método para determinar la resistencia a la compresión del concreto endurecido mediante ensayos realizados en cilindros moldeados en obra o laboratorio. La norma define los requisitos para el montaje del ensayo, las características de la máquina de compresión, la velocidad de carga y los criterios de interpretación de los resultados, asegurando que la resistencia obtenida sea representativa del comportamiento mecánico del material en servicio (ICONTEC, 2013a).

Norma INVÍAS E-410 - Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto

Establece el procedimiento técnico para realizar el ensayo de resistencia a la compresión del concreto, el cual constituye uno de los indicadores más importantes para evaluar el cumplimiento de las propiedades mecánicas exigidas en infraestructura vial. Esta norma define los requisitos relativos a la preparación de los especímenes, las condiciones de curado, el equipo necesario para la aplicación de cargas y los criterios para interpretar los resultados obtenidos. Su finalidad es garantizar que el concreto empleado en pavimentos, estructuras y elementos complementarios cumpla con la resistencia característica especificada en el diseño, lo que asegura su capacidad para soportar cargas vehiculares y esfuerzos derivados del servicio (INVÍAS, 2018).

ISO 45001:2018 – Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)

La norma ISO 45001:2018, que reemplaza a la antigua OHSAS 18001, establece un marco para mejorar la seguridad, reducir los riesgos laborales y crear mejores condiciones de trabajo. Esta norma requiere la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la implementación de controles mediante la observación en campo y la documentación técnica, promoviendo una cultura preventiva en todos los niveles de la organización (ISO, 2018).

NFPA – Normas de la National Fire Protection Association

Las normas NFPA constituyen estándares internacionales para la prevención y protección contra incendios. Incluyen lineamientos para sistemas contra incendios, manejo de sustancias inflamables, equipos de protección, instalaciones eléctricas y seguridad humana. Se aplican para minimizar riesgos y establecer condiciones seguras en edificaciones y procesos industriales (National Fire Protection Association, 2023).

Marco Contextual

Lugar del proyecto

El proyecto se desarrolló en la ciudad de Pamplona, ubicada en el departamento de Norte de Santander, Colombia. En la intersección de la Carrera 7 con la Calle 9, en la Plazuela Almeida, cuyas coordenadas geográficas son 7°22'20"N 72°38'58"W

Figura 1.

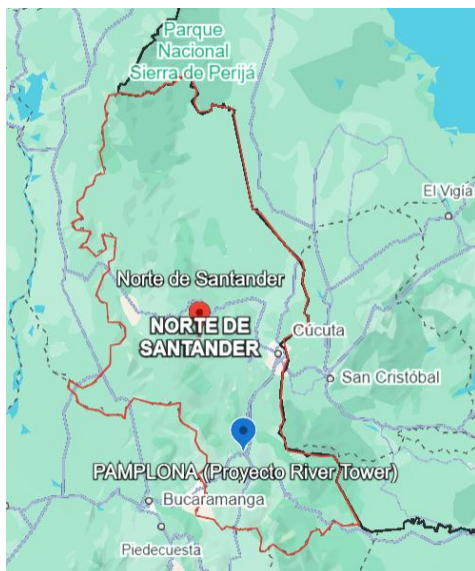
Ubicación de Pamplona Norte de Santander a nivel Nacional



Nota. En la imagen se muestra la ubicación del proyecto RIVER TOWER, ubicado en la ciudad de Pamplona Norte de Santander a nivel nacional. **Fuente:** Adaptado de Google Earth Pro 2025.

Figura 2.

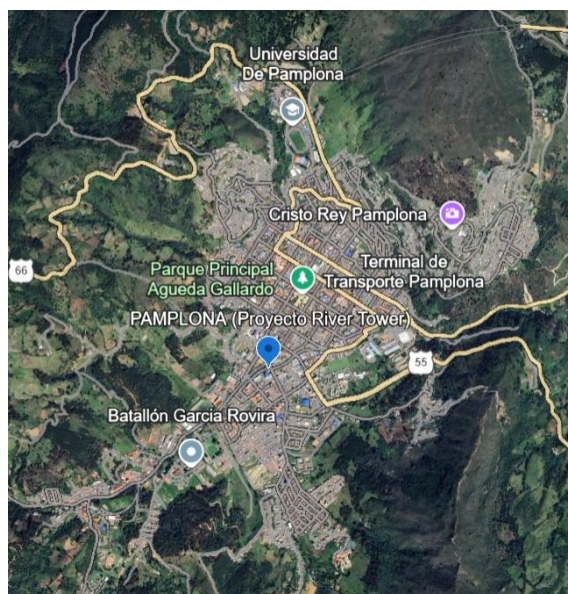
Ubicación de Pamplona Norte de Santander a nivel Departamental



Nota. En la imagen se muestra la ubicación del proyecto RIVER TOWER, ubicado en la ciudad de Pamplona Norte de Santander a nivel Departamental. **Fuente:** Adaptado de Google Earth Pro 2025.

Figura 3.

Ubicación de del proyecto a nivel Municipal

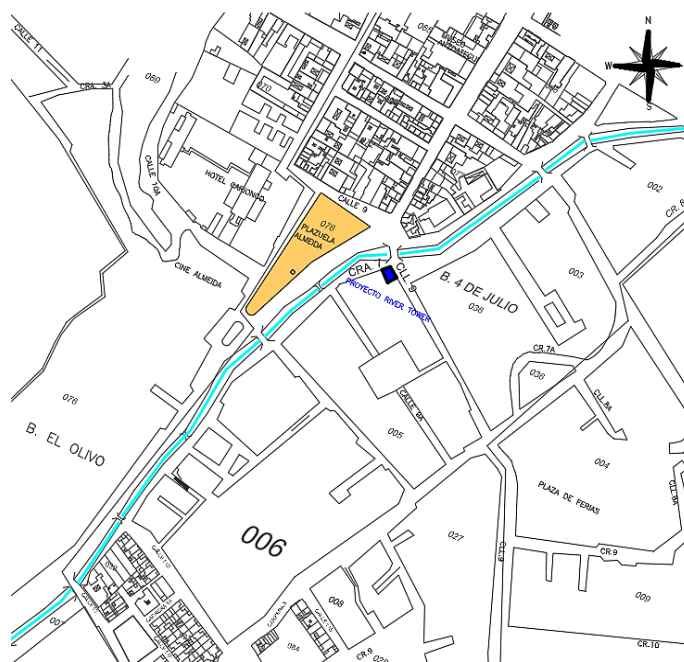


Nota. En la imagen se muestra la ubicación del proyecto RIVER TOWER a nivel Municipal.

Fuente: Adaptado de Google Earth Pro 2025.

Figura 4.

Ubicación del proyecto dentro del Municipio de Pamplona Norte de Santander



Nota. En la imagen se muestra la ubicación del proyecto RIVER TOWER dentro del Municipio de Pamplona Norte de Santander. **Fuente:** Diseño arquitectónico, Constructora Pérez S.A.S.

Generalidades

Extensión y ubicación

El municipio de Pamplona está ubicado en la región nororiental de Colombia, en el departamento de Norte de Santander, sobre la vertiente oriental de la Cordillera Oriental, a una altitud de aproximadamente 2.200 metros sobre el nivel del mar, lo que le confiere un clima templado de montaña. Sus coordenadas son 7°22'41" N y 72°39'09" O, posicionándola como un

punto estratégico entre el centro del país y la frontera con Venezuela (Alcaldía Municipal de Pamplona, s.f.).

Cuenta con una extensión cercana a los 318 km², equivalente al 1,4% del área total del departamento. Limita al norte con Pamplonita y Cucutilla, al sur con Cácuta y Mutiscua, al este con Labateca y al oeste nuevamente con Cucutilla (Cámara de Comercio de Pamplona, 2016; Alcaldía Municipal de Pamplona, s.f.).

Economía

La economía de Pamplona se caracteriza por ser predominantemente de tipo terciario, con una fuerte presencia del sector educativo y comercial. La ciudad es reconocida como un centro académico regional debido a la influencia de instituciones como la Universidad de Pamplona, lo que genera una dinámica económica basada en servicios, alquileres, comercio minorista y actividades asociadas al alojamiento y la alimentación de estudiantes. Adicionalmente, se mantiene una economía agrícola en las zonas rurales, donde se cultivan productos como papa, maíz y frutas de clima frío (Cámara de Comercio de Pamplona, 2016).

Demografía

Pamplona cuenta con una población aproximada de 57.000 habitantes, distribuidos entre la cabecera municipal y el área rural, siendo la zona urbana la más densamente poblada debido a la concentración de instituciones educativas, de servicios y comercio (DANE, 2018). Su población es mayoritariamente joven, influida por la presencia de estudiantes provenientes de diferentes regiones del país, lo cual le imprime un carácter multicultural y dinámico.

Cultura

Pamplona se destaca por sus profundas raíces religiosas y académicas, siendo reconocida como una ciudad histórica y universitaria. Su legado colonial se refleja en la arquitectura y en la

configuración de sus espacios públicos, los cuales preservan la memoria de su pasado. Las festividades religiosas, en especial la Semana Santa, constituyen una manifestación cultural de gran arraigo que atrae cada año a numerosos visitantes. Asimismo, la ciudad ha sido escenario de importantes procesos culturales y sociales en la región, lo que le ha valido el reconocimiento nacional como centro cultural del oriente colombiano (Ministerio de Cultura, 2021).

En este contexto, la Constructora Pérez y Asociados S.A.S., fundada el 14 de septiembre de 2016 en Pamplona, Norte de Santander, se consolida como un actor clave en el desarrollo urbano local. Esta microempresa, constituida como sociedad por acciones simplificada, se especializa en la ejecución de proyectos de construcción residencial e infraestructura pública. Su visión empresarial se centra en liderar con innovación, garantizando edificaciones de alta calidad y diseño que respondan a las expectativas del mercado. La constructora destaca por su uso eficiente de recursos y por su enfoque en la rentabilidad sostenible.

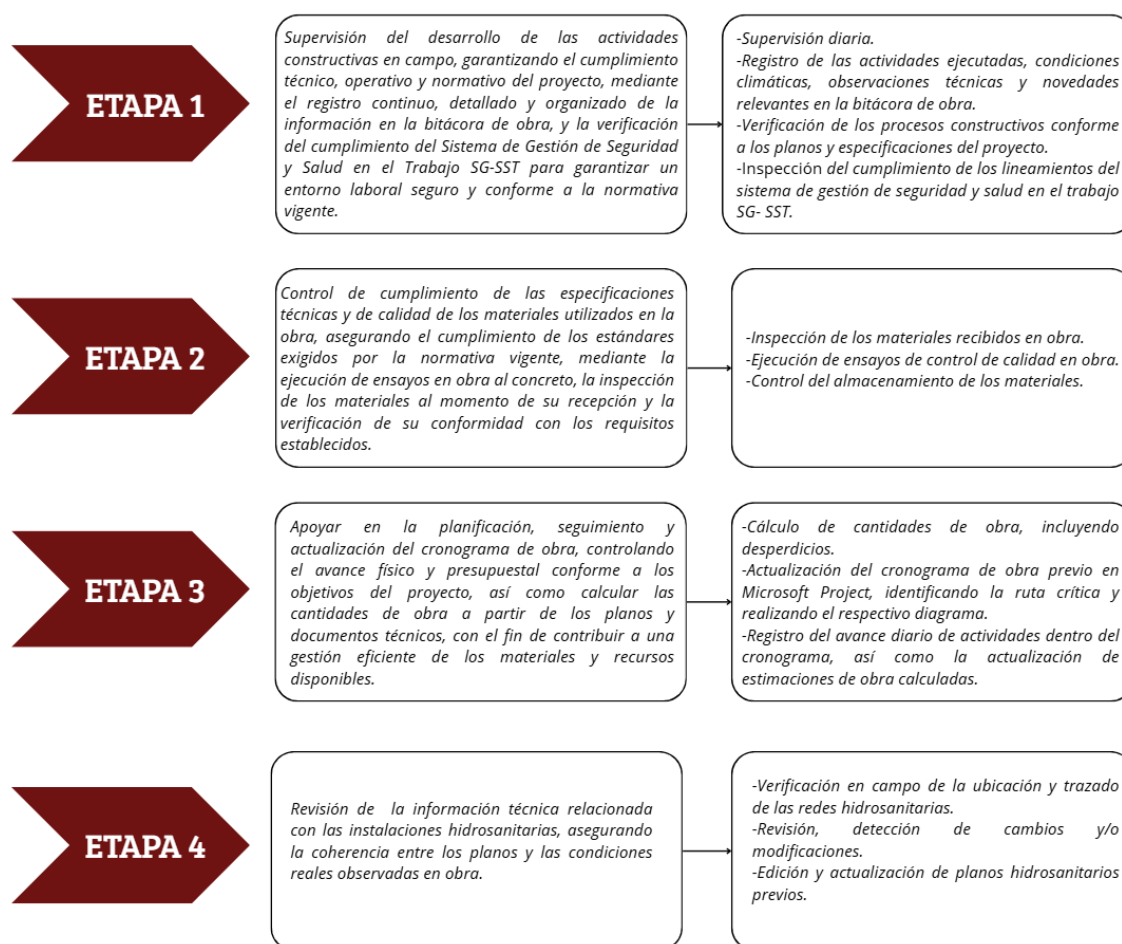
Entre sus proyectos más representativos se encuentran el Edificio River Tower actual foco de pasantía, un lujoso desarrollo residencial que se erige como un referente de modernidad y elegancia arquitectónica, el Edificio Plaza de los Andes, una moderna torre de ocho niveles con apartamentos, zonas comunes y espacios comerciales, y el Condominio residencial El Poblado, un conjunto de viviendas unifamiliares que responde a la creciente demanda habitacional, Estas iniciativas han impactado positivamente en el desarrollo urbano y económico de Pamplona, promoviendo la generación de empleo y mejorando la calidad de vida de sus habitantes. (CONSTRUCTORA PEREZ Y ASOCIADOS SAS, 2021)

Metodología

Durante un periodo de veinte semanas se implementó la metodología definida para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto, garantizando en todo momento la correcta ejecución de las actividades constructivas. Este proceso se desarrolló siguiendo los parámetros técnicos, operativos y normativos establecidos, lo que permitió llevar un control preciso del avance de la obra y asegurar que cada etapa se ejecutara conforme a los lineamientos del proyecto.

Figura 5.

Diagrama de etapas de la metodología



Nota: La figura muestra las etapas correspondientes al cumplimiento de los objetivos establecidos. **Fuente:** Elaboración propia.

Descripción del Proyecto

El proyecto corresponde a la construcción de un edificio de uso mixto; residencial y comercial, concebido como una de las propuestas arquitectónicas más destacadas y llamativas de la ciudad. La edificación contará con un área total construida de 6.440,57 m², distribuidos de manera eficiente para garantizar funcionalidad, confort y calidad de vida a sus futuros usuarios.

Figura 6.

Proyección del edificio River Tower



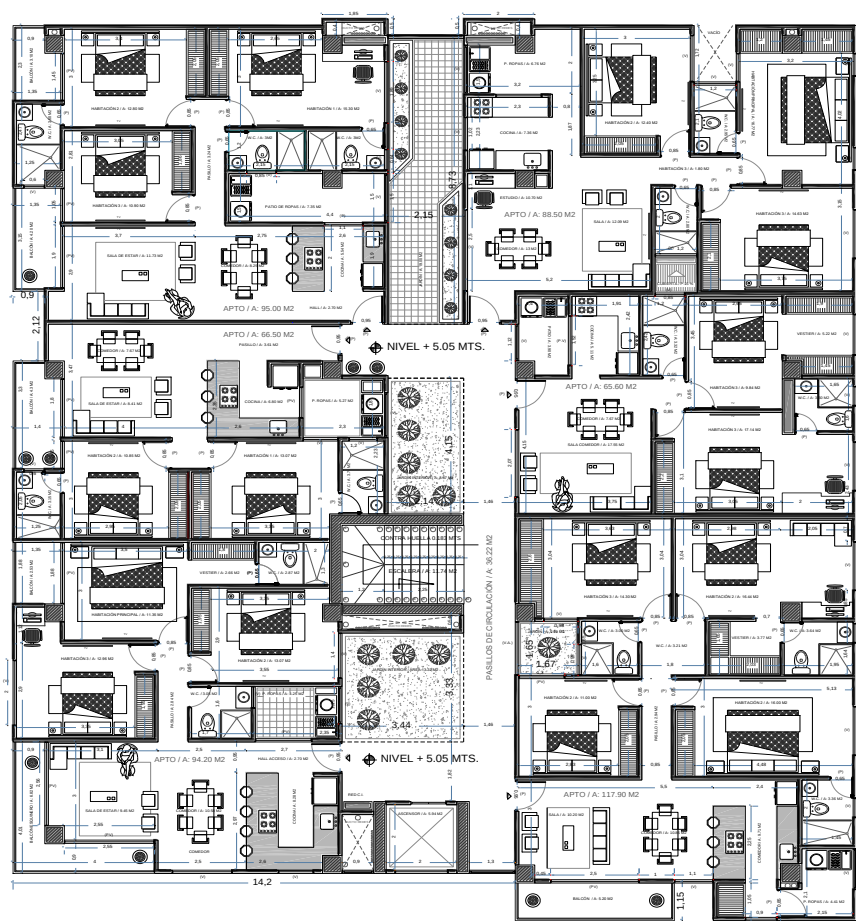
Nota. La figura muestra la proyección arquitectónica del edificio River Tower, destacando la distribución de los espacios y su funcionalidad. **Fuente:** Constructora Pérez y Asociados S.A.

El conjunto residencial está compuesto por 66 apartamentos, organizados en seis tipologías y distribuidos a razón de seis unidades por piso, ofreciendo ambientes amplios, buena iluminación

natural y vistas privilegiadas gracias al diseño panorámico del ascensor y a la adecuada orientación del edificio. La estructura, diseñada conforme a los lineamientos establecidos en la Norma Sismo Resistente NSR-10, incorpora materiales de alta calidad y criterios de seguridad estructural que garantizan estabilidad, resistencia y desempeño óptimo ante las condiciones sísmicas de la región.

Figura 7.

Distribución de apartamentos, piso 2 - River Tower



Nota. La figura muestra distribución de apartamentos del piso 2 del edificio River Tower, permitiendo identificar sus respectivas divisiones y tipologías. **Fuente:** Diseño arquitectónico River Tower, Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

En las primeras plantas, el edificio cuenta con locales comerciales, destinados a complementar el uso residencial y aportar dinamismo al entorno urbano. Asimismo, el proyecto integra diversos espacios comunes como gimnasio, terraza, zona social y parque infantil, promoviendo bienestar, recreación y convivencia entre los residentes. En cuanto a movilidad y servicio vehicular, el edificio dispone de dos niveles de parqueaderos, con una capacidad total de 44 espacios, proyectados bajo criterios de accesibilidad, circulación eficiente y normativas urbanísticas vigentes.

A nivel constructivo, el proyecto se desarrolla bajo parámetros de eficiencia y buenas prácticas técnicas, implementando procesos que garantizan la correcta ejecución de los sistemas estructurales, arquitectónicos, hidrosanitarios y de redes complementarias. El sistema estructural contempla muros y elementos portantes diseñados para responder adecuadamente ante cargas verticales y laterales, asegurando la integridad global de la construcción.

Este edificio, concebido como una solución moderna, funcional y visualmente atractiva, busca contribuir al desarrollo urbano y mejorar la calidad de vida de los habitantes, ofreciendo espacios habitables seguros, cómodos y adaptados a las necesidades contemporáneas.

Cumplimiento de objetivos

Objetivo 1.

Supervisión del desarrollo de las actividades constructivas en campo, garantizando el cumplimiento técnico, operativo y normativo del proyecto, mediante el registro continuo, detallado y organizado de la información en la bitácora de obra, y la verificación del cumplimiento del del cumplimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST para garantizar un entorno laboral seguro y conforme a la normativa vigente.

Supervisión diaria

Como parte del proceso de supervisión, diariamente se realizó un recorrido exhaustivo por el frente de obra con el fin de evaluar de manera directa el avance de las actividades constructivas y confirmar que estas se desarrollaran conforme al cronograma establecido. Durante estos recorridos se tomaron mediciones en campo, se verificaron dimensiones y se identificaron oportunamente situaciones que requerían ajustes, planteando soluciones prácticas para garantizar la continuidad de los trabajos.

Dado que el proyecto se encontraba en la fase de ejecución de los elementos estructurales, la supervisión se enfocó en revisar la correcta aplicación de los procedimientos constructivos propios de esta etapa. En este proceso también se implementaron medidas correctivas cuando fue necesario, asegurando que cada frente de trabajo mantuviera los estándares exigidos.

La verificación diaria se realizó siguiendo los lineamientos de la NSR-10, con especial atención a lo dispuesto en el Capítulo C y el Título I, los cuales regulan los criterios de diseño y construcción de los elementos estructurales. Este enfoque permitió que cada actividad se ejecutara

bajo los parámetros de seguridad y calidad requeridos, garantizando así un adecuado desempeño estructural y una correcta materialización del proyecto.

Figura 8.

Requisitos de ejecución de la construcción establecidos por la Norma Sismo Resistente NSR-10.

Tabla I.2.4-3
Requisitos de ejecución de la construcción

Material o elemento estructural	Tema	Referencia
Muros divisorios, acabados y elementos no estructurales	Peso	B.3.4 y B.3.5.
	Desempeño sísmico	Capítulo A.9
Concreto estructural	Almacenamiento de materiales	C.3.7
	Dosificación de las mezclas de concreto	C.5.2
	Preparación del equipo y del lugar de colocación del concreto	C.5.7
	Mezclado del concreto	C.5.8
	Transporte del concreto	C.5.9
	Colocación del concreto	C.5.10
	Curado del concreto	C.5.11
	Requisitos para clima frío y cálido	C.5.12 y C.5.13
	Diseño cimbras y encofrados	C.6.1
	Descimbrado, puntales y reapuntalamiento.	C.6.2
	Embebidos en el concreto	C.6.3
	Juntas de construcción	C.6.4
	Ganchos estándar	C.7.1 y C.7.2
	Doblado	C.7.3
	Condiciones de la superficie. del refuerzo	C.7.4
	Colocación del refuerzo	C.7.5
	Límites de espaciamiento del refuerzo.	C.7.6
	Protección de concreto para el refuerzo	C.7.7
	Refuerzo de retracción y temperatura	C.7.12
	Longitudes de desarrollo y empalmes del refuerzo.	C.12
	Empalmes soldados y mecánicos	C.12.14.3 y C.21.1.7
	Concreto prefabricado	Capítulo C.16
	Concreto preesforzado	Capítulo C.18
	Cáscaras y losas plegadas	Capítulo C.19
	Concreto estructural simple	Capítulo C.22
	Tanques y compartimientos estancos	Capítulo C.23
	Anclajes al concreto	Apéndice C-D

Nota. La figura presenta los requisitos y lineamientos definidos para asegurar la correcta ejecución del proceso constructivo. En ella se relacionan los temas y criterios técnicos que se tuvieron en cuenta durante el desarrollo del proyecto, sirviendo como guía para garantizar que cada actividad cumpliera con los estándares establecidos. **Fuente:** Tomado de *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*.

Figura 9.

Inspección del proceso de armado de acero de refuerzo de la viga V- 4067



Nota. En la imagen se observa la verificación del cumplimiento de la adecuada colocación del acero de refuerzo, verificando que cumplan su función estructural. **Fuente:** Elaboración propia.

Registro de las actividades ejecutadas, condiciones climáticas, observaciones técnicas y novedades relevantes en la bitácora de obra

La bitácora de obra es un documento oficial donde se registró diariamente todo lo acontecido en campo: trabajos realizados, condiciones climáticas (lluvia, sol, viento), novedades técnicas (como fallas o mejoras), personal presente, visitas o cambios de diseño. Este registro se consolidó como base sólida y de respaldo ante cualquier eventualidad. Con los registros diarios de la bitácora de obra se realizaron informes de supervisión, remitidos al equipo de interventoría del proyecto.

De manera diaria, se registró en el libro de bitácora de obra la asistencia del personal, la fecha, las condiciones climáticas, las actividades ejecutadas, las herramientas empleadas y los acontecimientos relevantes. Al cierre de cada mes, se elaboró un informe de supervisión para su respectiva revisión por parte de la interventoría del proyecto.

Figura 10.

Registro diario de Bitácora de obra

Bitácora de Obra 22 de Julio de 2025		
Clima Soleado		
• Trabajadores		
Humberto Capacho	Finaliza el armado en formaleta metálica del muro de la escalera HE1, HE2 y HE3. Seguidamente se procede a realizar la fundición utilizando concreto de resistencia de 4000 PSI.	
Miguel Laguardo		
Jhon Jairo Maldonado		
Paulo Carvajal		
Luis Romero Manrique		
Ricardo Solano		
Miguel Montaña		
Mauricio Arias		
Gonzalo Buitrago		
Cesar Rojas		
Luis Darío Capacho	La actividad inicia a las 9:00 am y termina a las 5:00 pm, empleando un total de 88 bultos de cemento.	
Brayan Jaimes	Continúa la instalación de tableros en madera para los puentes de las vigas ubicadas entre los ejes D4 y E4.	
Jairo Wilches		
Armando Carvajal		
Orlando Gallardo	Se mantiene el desarrollo de las actividades de mampostería en el nivel 4 de la primera planta destinada a uso residencial.	
• Herramientas		
Flexómetro		
Martillo		
Tenazas		
Andamios		
Tablas de Bando		
Bichiroque		
Pulidora		
Porra		
Formaleta Metálica		
Mezcladora		
Carretilla		
Balde		
Palustre		
Serrucho		

Nota. La imagen representa el registro de la bitácora de obra del día 22 de julio de 2025, donde se detallan las actividades realizadas durante la jornada laboral; armado de formaleta metálica,

vaciado de concreto en elemento estructural, control de tiempos y cantidades, así como procesos constructivos. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 11.

Informes de supervisión mensual

INFORME OCTUBRE RIVER - Excel

Buscar

Yenny Rocio

YR

Compartir

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Cortar
Copiar
Copiar formato
Portapapeles

Calibri 11 A⁺
Fuente
Alineación
Combinar y centrar

General
Número

Formato condicional
Dar formato como tabla
Estilos de celda
Estilos
Celdas

Autosuma
Rellenar
Borrar
Ordenar y filtrar
Buscar y seleccionar
Edición

H132

OBSERVACION: Ninguna							
Día	449	sábado, 11 de octubre de 2025					
ACTIVIDADES	REGISTRO FOTOGRAFICO	CLIMA	TRABAJADORES	HERRAMIENTA			
Se continúan las labores de instalación de láminas de Metal Deck en la placa N° 8, avanzando en la fijación, ajuste y aseguramiento de los paltos restantes.		Cielo Nublado	Humberto Capacho	Flexómetro			
		Cielo Nublado	Miguel Laguarda	Martillo			
Durante la jornada se verificó la correcta alineación, solape y nivelación, garantizando la continuidad del sistema estructural.		Cielo Nublado	Jhon Jairo Maldonado	Tenazas			
		Cielo Nublado	Paulo Carvajal	Andamios			
Prosiguen las actividades de instalación y marcación de puntos eléctricos en la placa, avanzando en la ubicación de cajas, ductos y canalizaciones de acuerdo con los planos eléctricos aprobados. Se realizaron labores de soldadura y fijación de mallas electrodoables, en cumplimiento de las especificaciones técnicas del diseño.		Cielo Nublado	Luis Romero Manrique	Taladro			
		Cielo Nublado	Ricardo Solano	Tablas de Bando			
Se continúan las labores de armado de acero de refuerzo en la rampa N° 1, disponiendo las barras longitudinales, transversales y anclajes según los planos estructurales. Se controló el recubrimiento, amarrado y separación de los elementos para garantizar la resistencia y durabilidad del sistema.		Cielo Nublado	Misael Montañez	Bichiroque			
		Cielo Nublado	Mauricio Arias	Porra			
		Cielo Nublado	Gonzalo Buitrago	Serrucho			
		Cielo Nublado	Cesar Rojas	Palustre			
		Cielo Nublado	Luis Darío Capacho	Balde			
		Cielo Nublado	Brayan Jaimes	Pulidora			
		Cielo Nublado	Jairo Wilches	Lazo			
		Cielo Nublado	Armando Carvajal				
		Cielo Nublado	Orlando Gallardo				
		Cielo Nublado	Fabio Sanchez				
		Cielo Nublado	Robert Bolívar				
		Cielo Nublado					
		Cielo Nublado					
OBSERVACION: Ninguna							
Revisado por:							

OBSERVACION: Ninguna							
Día	455	sábado, 18 de octubre de 2025					
ACTIVIDADES	REGISTRO FOTOGRAFICO	CLIMA	TRABAJADORES	HERRAMIENTA			
Avanzan las labores de armado del acero de refuerzo longitudinal y transversal en las columnas CC1, CC2 y CC3, así como en las columnas CB4 y CC4.		Cielo Nublado	Humberto Capacho	Flexómetro			
		Cielo Nublado	Miguel Laguarda	Martillo			
Durante la ejecución se verificó la posición, amarrado y recubrimiento de las varillas, asegurando el cumplimiento de los requerimientos del plano estructural y las tolerancias constructivas exigidas.		Cielo Nublado	Jhon Jairo Maldonado	Tenazas			
		Cielo Nublado	Paulo Carvajal	Andamios			
Prosiguen las actividades relativas al sistema eléctrico, que incluyen la disposición y fijación de tuberías, cajas, canalizaciones y puntos de conexión, además de las verificaciones de continuidad y pruebas parciales según planos electromecánicos aprobados.		Cielo Nublado	Luis Romero Manrique	Taladro			
		Cielo Nublado	Ricardo Solano	Tablas de Bando			
Se desarrollan y avanzan las labores de mampostería en el nivel 5, correspondiente a la segunda planta de uso residencial, ejecutando el levantamiento, plomeo y nivelación de muros divisorios y perimetrales.		Cielo Nublado	Misael Montañez	Bichiroque			
		Cielo Nublado	Mauricio Arias	Porra			
		Cielo Nublado	Gonzalo Buitrago	Serrucho			
		Cielo Nublado	Cesar Rojas	Palustre			
		Cielo Nublado	Luis Darío Capacho	Balde			
		Cielo Nublado	Brayan Jaimes	Pulidora			
		Cielo Nublado	Jairo Wilches	Lazo			
		Cielo Nublado	Armando Carvajal				
		Cielo Nublado	Orlando Gallardo				
		Cielo Nublado	Fabio Sanchez				
		Cielo Nublado	Robert Bolívar				
		Cielo Nublado					
		Cielo Nublado					
OBSERVACION: Ninguna							
Revisado por:							

JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE

OCTUBRE NOVIEMBRE

+

Listo (Se Accesibilidad se necesita inversión)

Nota. La imagen muestra los informes de supervisión correspondientes a los meses de julio a noviembre, en los cuales se registran las observaciones, verificaciones y controles realizados durante cada mes. Los **informes de supervisión** y los registros diarios de la **bitácora de obra** se encuentran consolidados en el [Apéndice A. Informes de Supervisión y Bitácora de Obra](#) para su consulta y verificación. **Fuente:** Elaboración propia.

Verificación de los procesos constructivos conforme a los planos y especificaciones del proyecto

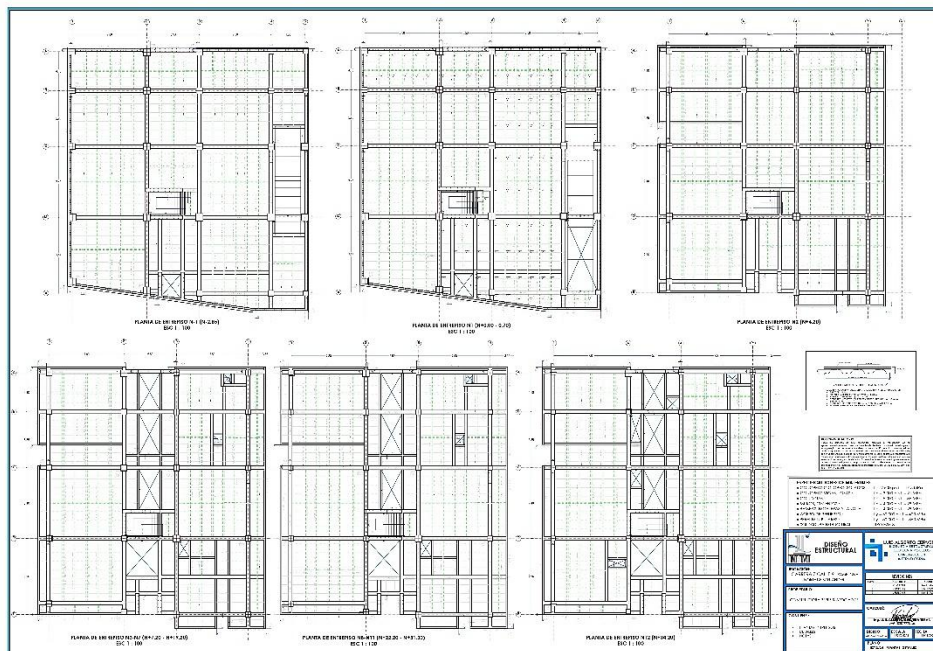
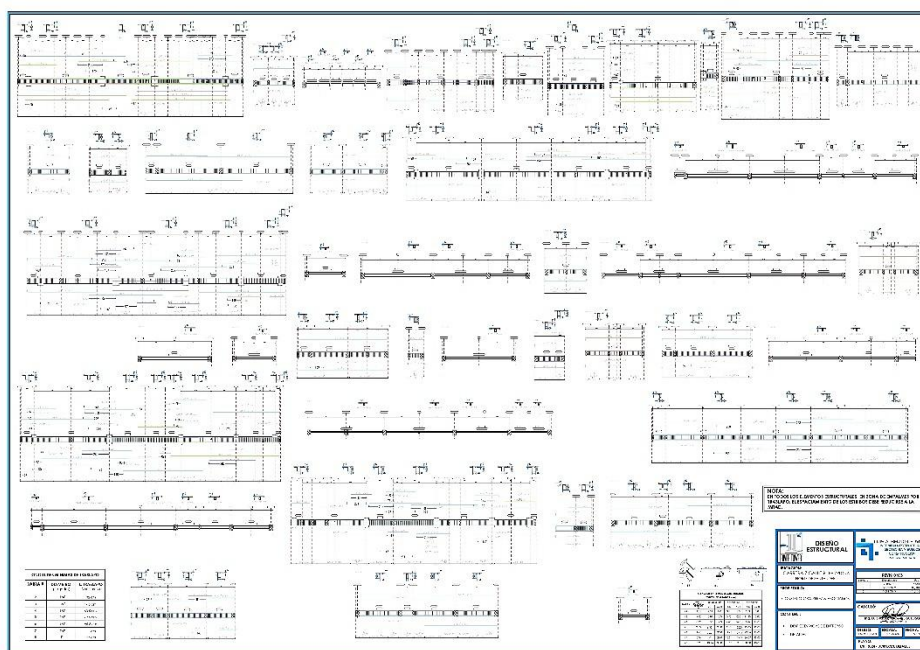
Para garantizar el cumplimiento de los procesos constructivos conforme a los planos y especificaciones del proyecto, se llevó a cabo una metodología de supervisión basada en la inspección permanente y el control técnico de cada una de las actividades desarrolladas en obra.

Bajo este esquema de verificación, se supervisaron de manera detallada los procedimientos relacionados con el armado del acero de refuerzo, la ejecución de las fundidas de los elementos estructurales y las instalaciones complementarias, asegurando que cada etapa cumpliera con los criterios de calidad, seguridad y alineación establecidos en los planos estructurales, arquitectónicos, eléctricos e hidrosanitarios del proyecto. A continuación, se presenta el desarrollo de cada una de estas actividades.

Armado de acero de fuerza de elementos estructurales

Se desarrolló el armado del acero de refuerzo en los diferentes elementos estructurales correspondientes a las placas 6, 7, 8 y parte de la placa 9. En las vigas se ejecutó el armado conforme a las secciones transversales definidas en los planos, particularmente en vigas de 60×40 cm, así como en viguetas de 60×20 cm y 60×25 cm, garantizando la correcta disposición del acero longitudinal y transversal.

De igual manera, se realizó el armado del refuerzo en las columnas con las dimensiones estructurales especificadas en el proyecto, entre las cuales se encuentran secciones de 55×55 cm, 60×60 cm, 50×50 cm, 70×70 cm, 45×45 cm y 65×65 cm. En cada columna se verificó la distribución, separación y longitud del acero, asegurando el cumplimiento de lo indicado en los detalles constructivo.

Figura 12.*Esquema de identificación de elementos estructurales***Figura 13.***Despiece de acero de refuerzo de vigas y viguetas*

Nota: Las figuras 12 y 13 muestran la denominación de los elementos que conforman el sistema estructural, junto con el despiece de vigas que orienta la correcta ubicación, distribución y cantidad del acero de refuerzo en obra. **Fuente:** Diseño estructural River Tower, Constructora Pérez S.A.S.

Figura 14.

Armado de acero de refuerzo en vigas y viguetas



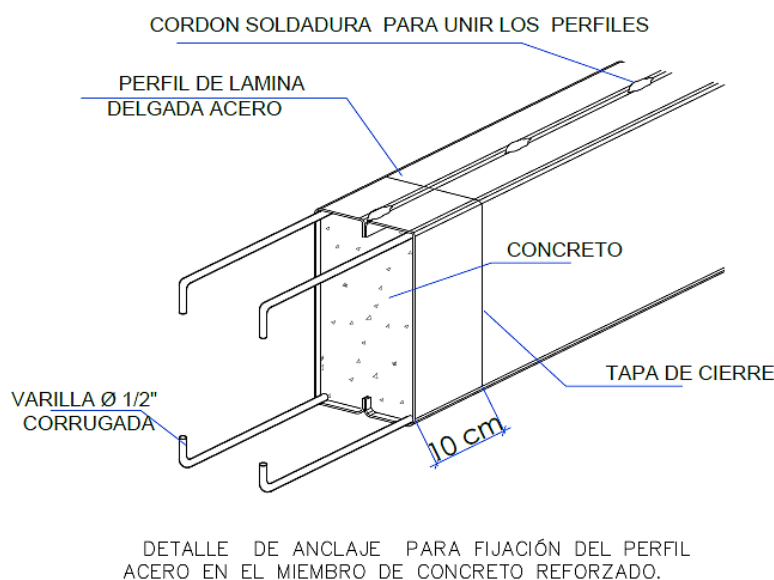
Nota. La imagen muestra la ejecución de la actividad de armado de acero de refuerzo en vigas y viguetas, en el avance de la construcción de la placa número 8. **Fuente:** Elaboración propia.

Paralelamente, se llevó a cabo la instalación y marcada de los perlines metálicos de refuerzo estructural y bastones de acero, definiendo su ubicación exacta y garantizando que estos elementos quedaran alineados y correctamente integrados al sistema de refuerzo de cada elemento estructural. Los bastones de acero aportan la resistencia necesaria ante esfuerzos de tensión en las vigas, permitiendo que el concreto trabaje de manera segura y evitando la aparición de grietas, mientras que los perlines metálicos funcionan como la estructura ligera que distribuye las cargas

del techado y brinda estabilidad al conjunto. Su correcta colocación y fijación se verificó directamente en los planos, asegurando coherencia entre el diseño y la ejecución para mantener la integridad y capacidad portante del sistema constructivo.

Figura 15.

Detalle de perlin de acero



Nota. La imagen muestra la ejecución de la actividad de armado de acero de refuerzo en vigas y viguetas, en el avance de la construcción de la placa número 8. **Fuente:** Diseño estructural River Tower, Constructora Pérez S.A.S.

Durante todo el proceso se realizaron los aplomes correspondientes con el fin de asegurar la verticalidad y correcta geometría de los elementos. Asimismo, se revisó en los planos estructurales la ubicación precisa de las varillas, junto con las dimensiones y longitudes de los bastones, orientando permanentemente al personal encargado del armado para que cada actividad se ejecutara de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto. Gracias a esta supervisión continua, se garantizó que cada elemento estructural fuera armado con la precisión, calidad y alineación requeridas.

Figura 16.

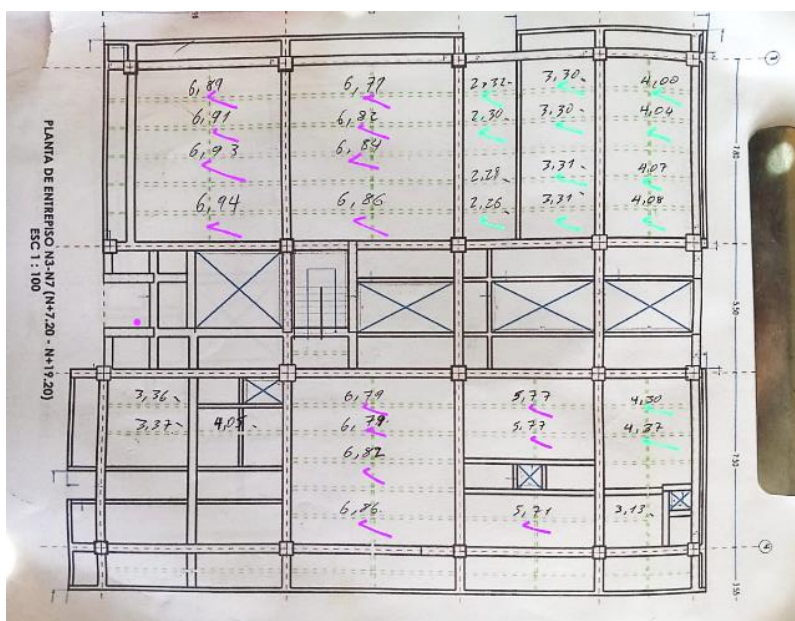
Marcación de ubicación y distribución de perlines de refuerzo estructural



Nota. La imagen muestra la marcación previa a la instalación de los perlines de acero. En esta etapa se verificó su correcta distribución y la ausencia de interferencias con los estribos de la viga. Cuando fue necesario, se reubicaron elementos para garantizar una fijación adecuada sin afectar su funcionalidad. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 17

Distribución y longitud de perlines de acero



Nota: La imagen refleja el control y seguimiento de la instalación de perlines en obra, asegurando el orden en la ejecución y verificando las medidas y especificaciones conforme a los planos. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 18.

Instalación de perlines de acero



Nota. La imagen muestra la instalación final de los perlines de acero, verificando su correcto anclaje y distribución, según lo estipulado en el diseño estructural. **Fuente:** Elaboración propia.

Ejecución de encofrado con formaleta metálica y en madera, incluyendo la instalación de puentes de trabajo y parales de restricción (retranque)

Se realizó la supervisión técnica del proceso de encofrado con formaleta metálica y en madera, verificando que cada elemento cumpliera con las dimensiones especificadas para la fundición y garantizando la correcta conformación del elemento estructural durante el vaciado del concreto. Se comprobó el aplome, la nivelación y la alineación general del encofrado, asegurando que la geometría final del elemento correspondiera a los planos y tolerancias establecidas.

Figura 19.

Verificación de verticalidad de la formaleta en madera



Nota. En la imagen se observa la verificación del proceso de formaleta en madera, donde se revisó que el elemento cumpliera con la verticalidad requerida, mediante herramientas como plomada y nivel. **Fuente:** Elaboración propia.

En el caso de las formaletas de madera, se evaluó el estado y calidad de los tableros utilizados. Se identificaron piezas que presentaban deformaciones o anomalías, por lo que se solicitó su corrección o reemplazo para evitar imperfecciones en la superficie del concreto y garantizar su adecuado comportamiento durante el proceso de fundición.

Previo al desencofrado, se constató la aplicación del agente desmoldante en este caso, aceite quemado en la formaleta metálica, con el propósito de evitar la adherencia del concreto, facilitar un retiro limpio de los elementos y prevenir daños como fisuras superficiales o desprendimientos.

Figura 20.

Aplicación de desmoldante a formaleta metálica



Nota. La imagen muestra la formaleta metálica empleada para el encofrado de columnas y muros, con la incorporación de desmoldante. **Fuente:** Elaboración propia.

Asimismo, se verificó la correcta instalación y amarre de las retrancas y parales de restricción, asegurando la estabilidad del sistema y evitando desplazamientos durante el vaciado. En los puentes de trabajo se confirmó el uso del nivel de referencia correspondiente, garantizando que las placas y demás elementos mantuvieran la cota de altura especificada.

De acuerdo con la programación de obra, cuando la placa alcanzó el punto adecuado para continuar con el proceso constructivo, se retiraron las retrancas para subirlas y utilizarlas en la siguiente placa. Esta actividad se realizó únicamente después de confirmar que la estructura mantenía la estabilidad necesaria para permitir su desmontaje sin generar afectaciones en el elemento vaciado.

Figura 21.

Verificación de altura de los puentes en tablón frente al nivel de referencia



Nota. La imagen muestra la verificación de la altura del puente en tablón respecto al nivel de referencia (1,00 m). Para este caso, la altura requerida era de 1,58 m, asegurando una altura total de piso de 2,58 m conforme a lo establecido en obra. **Fuente:** Elaboración propia.

Vaciado de concreto en elementos estructurales según planos y normas vigentes.

Descripción técnica del vaciado de concreto en elementos estructurales

Se llevó a cabo el proceso de vaciado de concreto en los elementos estructurales conforme a los planos estructurales y a las disposiciones de la NSR-10, Título C. Para el desarrollo de esta actividad se verificó previamente que todas las condiciones de ejecución cumplieran con las

especificaciones de diseño, garantizando la calidad del material y su adecuada colocación en cada elemento. Cada componente estructural contaba con una resistencia de concreto definida según su función. Para las vigas y losas se empleó concreto con una resistencia especificada de *3000 PSI*, mientras que en las columnas se utilizó concreto de *5000 PSI* para cumplir con los requisitos de capacidad y rigidez. En los muros estructurales se aplicó concreto de *4000 PSI*, misma resistencia utilizada para las rampas y escaleras, atendiendo a las exigencias de durabilidad y desempeño mecánico.

Concreto mezclado en obra

Figura 22.

Ejecución de mezclado de concreto en obra



Nota. En la imagen se observa el proceso de preparación del concreto mezclado en obra mediante una mezcladora manual, incorporando los materiales que conforman la mezcla: cemento de uso general marca Alión de 42.5 kg, agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ", arena de cantera, agua limpia y los aditivos Toxement (Eucoestabilizador 1000 y Plastol 7000). **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 23.

Vaciado de concreto en la columna CB1



Nota. La imagen evidencia la ejecución de la fundida de concreto en un elemento estructural tipo columna de 55×55 cm, con un equipo de trabajo conformado por un oficial y dos ayudantes. Durante la actividad se realizó la colocación y distribución adecuada de la mezcla, asegurando así la correcta calidad del vaciado. **Fuente:** Elaboración propia.

Durante la ejecución de elementos estructurales como columnas, muros, rampas y escaleras, se empleó concreto mezclado directamente en obra. Para ello, se verificó que la dosificación correspondiera estrictamente a las especificaciones de diseño establecidas en los planos y en la memoria estructural.

Previo al mezclado, se inspeccionaron los materiales asegurando que el cemento, los agregados y el agua cumplieran con las condiciones de limpieza y ausencia de contaminantes exigidas por la norma NTC 4045, la cual establece los requisitos del agua de amasado y señala que debe estar libre de sustancias que afecten la hidratación del cemento o la resistencia final.

Adicionalmente, se garantizó que los agregados cumplieran con los criterios de granulometría, limpieza y calidad establecidos, lo cual permitió asegurar que la mezcla no presentara segregación ni variaciones no deseadas en su comportamiento. Los aditivos empleados PLASTOL 7000 y EUCO ESTABILIZADOR 1000 fueron incorporados siguiendo las recomendaciones del fabricante TOXEMENT, verificando su correcta dosificación para mejorar la trabajabilidad y desempeño de la mezcla.

Figura 24.

Vaciado de concreto en el muro adyacente a la escalera



Nota: La imagen evidencia la ejecución de la fundida de concreto en el muro adyacente a la escalera, siguiendo los criterios de calidad y disposición de la mezcla. **Fuente:** Elaboración propia.

Durante el proceso de mezclado, se aplicaron los criterios de calidad referentes al procedimiento adecuado para mezclas de concreto en obra, garantizando tiempos de mezclado suficientes y uniformes. Una vez obtenida la mezcla, el vaciado se realizó de manera continua y supervisada, aplicando técnicas de consolidación. Se emplearon vibradores internos para eliminar

el aire atrapado, reducir vacíos, evitar la segregación y asegurar una adecuada compactación, especialmente en columnas y muros donde la alta cuantía de acero dificultaba el paso del concreto.

En la ejecución se realizaron los ensayos exigidos por el Título C de la NSR-10, entre ellos el control del asentamiento (slump) y la elaboración de cilindros de prueba para determinar su resistencia a compresión conforme a la norma INV E-410-13. Así mismo, se efectuó la cubicación previa para determinar el volumen exacto requerido, garantizando la disponibilidad continua de material y evitando interrupciones en la fundida. Finalmente, los elementos vaciados fueron sometidos al proceso de curado, cuyo objetivo es mantener la humedad adecuada para controlar la reacción exotérmica del cemento, prevenir fisuras tempranas y asegurar el desarrollo de la resistencia especificada en el diseño estructural.

Concreto premezclado para vigas y losas

Figura 25

Proceso de vaciado de concreto prefabricado en placa



Nota: La imagen muestra el proceso de vaciado de concreto en placa y elementos verticales, utilizando concreto premezclado suministrado por mixer. El equipo de obra realiza la distribución del material y el vibrado interno para garantizar una adecuada consolidación, evitando vacíos y asegurando el correcto llenado de columnas y muros. **Fuente:** Elaboración propia.

Para las vigas y losas estructurales se empleó concreto premezclado de resistencia de 3000 PSI suministrado por la empresa Concretos y Morteros S.A.S., garantizando el cumplimiento de las especificaciones del diseño estructural y de los lineamientos establecidos por la NSR-10, Título C, la cual exige que el concreto proveniente de planta cumpla con estándares de calidad, trazabilidad y resistencia comprobada mediante ensayos de control. Con base en los cálculos realizados para las placas 6, 7 y 8 todas con iguales dimensiones y requerimientos estructurales se estimó un consumo total de 114 m³ de concreto, volumen que fue solicitado por parte del ingeniero residente a cargo con anticipación para garantizar la disponibilidad del material de acuerdo con la programación de obra.

La empresa proveedora no solo suministró el concreto, sino también los vibradores, operados por personal técnico calificado. Además, se encargó de la instalación de la manguera de descarga proveniente de la bomba, la cual debía conectarse a la tubería fija que ya estaba instalada previamente en la obra para el paso del concreto. El personal especializado realizaba esta conexión y aseguraba la manguera a la altura correspondiente de la placa, garantizando un suministro seguro y continuo del material.

Figura 26.

Vibración y distribución del concreto en la placa



Nota: La imagen muestra el proceso de vaciado y vibrado del concreto de 3000 PSI en la placa 8, realizado por el personal de obra junto con el equipo técnico de Concretos y Morteros S.A.S. Se observa la correcta distribución y consolidación del material mediante vibradores internos, garantizando una colocación uniforme conforme a las especificaciones del diseño estructural. **Fuente:** Elaboración propia.

Antes del vaciado, se verificó que tanto la tubería como la manguera estuvieran correctamente fijadas y que su montaje no generara riesgos de caída, desprendimientos o golpes durante la operación. De esta manera se aseguraba que el concreto pudiera ser conducido y distribuido adecuadamente hacia la placa, manteniendo condiciones seguras y un flujo constante durante toda la actividad. Previo a la fundida se realizó la previsión y sellado de las esperas y aberturas del encofrado, con el fin de evitar fugas de concreto, pérdidas de material y deformaciones indeseadas durante la colocación. Este trabajo permitió garantizar que la placa contuviera adecuadamente el

material y que el vaciado se desarrollara sin interrupciones. Durante la ejecución, el maestro de obra, junto con los oficiales, se encargó del proceso de nivelación, guiándose por la marcación previa establecida en el perímetro y en los puntos de referencia, asegurando que la placa alcanzara las cotas definidas en los planos estructurales.

Figura 27 .

Fundida de la losa de placa de entrepiso número 8



Nota. En la imagen se observa la fundida de la placa de entrepiso número 8, la cual se encuentra correctamente nivelada y corresponde al cierre de la actividad y de la jornada laboral.

Fuente: Elaboración propia.

La fundida de cada placa se desarrolló de manera continua en un tiempo ejecutado de 9 horas, correspondiente a toda la jornada laboral, coordinando la llegada sucesiva de los camiones mezcladores, recalcando la importancia de controlar el tiempo de transporte y descarga para preservar la trabajabilidad del material. Cuando se detectó una disminución en la consistencia del concreto, se solicitó al personal técnico la adición de los aditivos aprobados, siguiendo la dosificación establecida. Así mismo, durante el vaciado de vigas se supervisó un vibrado más

profundo, dado que la congestión de refuerzo reduce la movilidad del concreto y exige una consolidación más rigurosa para evitar nidos de grava.

Al finalizar la jornada y una vez descargado el último camión programado, se realizó una verificación del volumen faltante en la placa mediante medición directa del nivel alcanzado. Con base en esta revisión se determinaba el ***pedido de reajuste***, el cual correspondía a una cantidad menor, permitiendo completar adecuadamente el elemento sin excedentes y evitando desperdicios de concreto. Esta práctica permitió optimizar el uso del material y garantizar que no se presentaran faltantes durante el proceso.

Finalmente, se ejecutó el curado del concreto, con el fin de evitar pérdidas prematuras de humedad, controlar la reacción exotérmica asociada a la hidratación del cemento y asegurar el adecuado desarrollo de la resistencia en todo el sistema estructural vaciado.

Instalación de lámina colaborante tipo Metaldeck en la losa.

Se llevó a cabo la instalación de la lámina colaborante tipo Metaldeck para la conformación de la losa, utilizando placas de 6.10 m x 0.94 m. Estas fueron ubicadas cuidadosamente sobre las vigas principales, verificando que su disposición no interfiriera con el ancho ni con la sección de las vigas, y que permitiera la continuidad necesaria para lograr una adecuada distribución del concreto durante la fundida.

Cada placa fue posicionada de manera ordenada y precisa, cuidando que los apoyos fueran uniformes y que no existieran interferencias que afectaran el correcto comportamiento estructural del sistema.

Figura 28.

Instalación de láminas de Metaldeck para la conformación de la placa



Nota: La imagen muestra la conformación de la losa de entrepiso número 6, donde se aprecia la lámina Metal Deck, el sistema eléctrico instalado mediante tubería Conduit y la malla electrosoldada utilizada como refuerzo. **Fuente:** Elaboración propia.

Durante el proceso de montaje, cada lámina se fijó mediante amarres con alambre para evitar desplazamientos ocasionados por vibraciones, tránsito del personal o cargas durante el vaciado del concreto. Se revisaron solapes, alineación, nivelación y apoyos, garantizando que el sistema colaborante cumpliera con las especificaciones del diseño. Este procedimiento se realizó en las placas 6, 7 y 8, donde también se efectuaron cortes en el Metaldeck siguiendo las dimensiones y la geometría de cada sección, permitiendo ajustar cada lámina al contorno exacto de la losa sin sobresalientes ni vacíos y asegurando una instalación limpia y precisa.

Posteriormente, una vez instalada la tubería para el sistema eléctrico en PVC y accesorios sobre la lámina colaborante, se procedió a colocar la malla electrosoldada número 5 (calibre 5 mm). Esta malla fue distribuida y amarrada adecuadamente con el fin de garantizar su función como refuerzo

adicional en la losa, mejorando la rigidez, el control de fisuración y el desempeño estructural del sistema colaborante.

Instalación, marcación y replanteo de tubería Conduit para el sistema eléctrico en la losa de entrepiso y en los apartamentos.

El desarrollo de la actividad correspondió a la instalación, marcación y replanteo de la tubería Conduit para el sistema eléctrico. Este proceso se realizó directamente sobre la placa, siguiendo detalladamente los lineamientos del plano eléctrico. Se utilizó tubería PVC tipo Conduit de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1" y accesorios como codos, uniones y acoples, instalados junto con sus respectivas cajas para luminarias, puntos de tomacorriente, apagadores y bajantes eléctricas, garantizando el paso adecuado de las redes hacia muros y elementos verticales. Durante el replanteo, se verificó la correcta distribución de todas las instalaciones, asegurando que cada área del apartamento quedara con los puntos eléctricos definidos en los planos. La actividad se desarrolló en conjunto con el electricista oficial de la obra, quien apoyó el proceso de marcación y revisión final de rutas, alturas y alineaciones.

Figura 29.

Marcación y replanteo del sistema eléctrico sobre la placa número 6

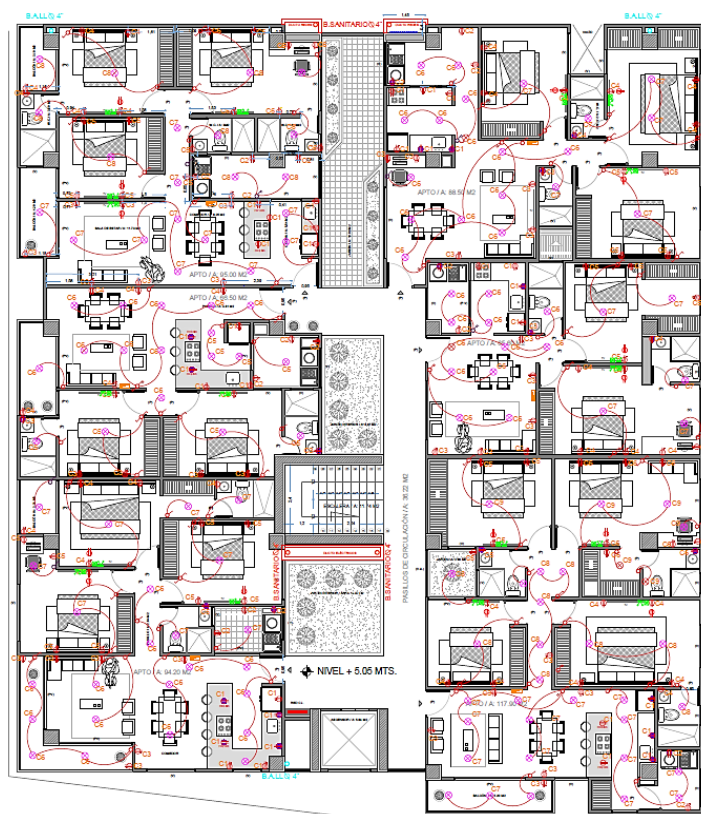


Nota: En la imagen se observa la marcación y replanteo para la instalación del sistema eléctrico en la placa 6, ejecutado conforme a los planos eléctricos. Se identifican las trayectorias y puntos de ubicación del Conduit, garantizando una distribución precisa y acorde con los detalles establecidos en el diseño. **Fuente:** Elaboración propia.

Adicionalmente, toda la tubería y sus accesorios fueron asegurados con alambre para mantener su posición durante el vaciado de concreto, evitando desplazamientos, deformaciones o pérdidas de nivel. De esta manera se garantizó que el sistema eléctrico quedara correctamente integrado dentro de la losa, cumpliendo los requisitos técnicos y funcionales previstos en el proyecto.

Figura 30.

Distribución del sistema eléctrico



Nota. La figura muestra la distribución del sistema eléctrico, incluyendo las conexiones a luminarias, tomacorrientes y apagadores. Este plano fue utilizado como referencia para la

instalación del sistema en las placas de los niveles 6, 7 y 8. **Fuente:** Diseño eléctrico River Tower, Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

Asimismo, en los apartamentos de los niveles 4, 5 y 6, destinados a uso residencial y donde ya se había ejecutado previamente la actividad de mampostería, se procedió con la instalación de tubería eléctrica, cajas para encendedores, conmutables y tomacorrientes. Esta intervención anticipada se realizó con el fin de evitar retrasos en el avance del proyecto y asegurar la correcta integración de las redes eléctricas dentro de los muros antes de continuar con las siguientes etapas constructivas.

Figura 31.

Instalación de tubería y accesorios del sistema eléctrico en apartamentos



Nota. En la imagen se observa la instalación de tubería PVC y accesorios del sistema eléctrico en el nivel 5, correspondiente a la segunda planta destinada a uso residencial, actividad desarrollada por el personal eléctrico, siguiendo las especificaciones de diseño conforme a lo establecido en los planos eléctricos. **Fuente:** Elaboración propia.

Instalación de tuberías y accesorios correspondientes al sistema hidrosanitario.

Para el sistema hidrosanitario se realizó la marcación, ubicación y replanteo de la tubería en coordinación directa con el plomero de la obra, siguiendo los planos hidrosanitarios del proyecto. Durante este proceso se verificaron cuidadosamente las pendientes, longitudes y diámetros requeridos para cada recorrido, asegurando que las instalaciones cumplieran con las especificaciones técnicas y garantizaran un adecuado funcionamiento del sistema.

También se revisó la continuidad de las líneas de suministro para garantizar la presión adecuada en cada apartamento, evitando pérdidas de carga innecesarias y asegurando que los diámetros y longitudes cumplieran con lo indicado en los planos y con las recomendaciones del RAS para redes internas. La distribución de los puntos sanitarios fue supervisada de manera que cada unidad habitacional contara con las acometidas y descargas ubicadas exactamente según diseño.

Figura 32.

Tuberías y accesorios del sistema sanitario

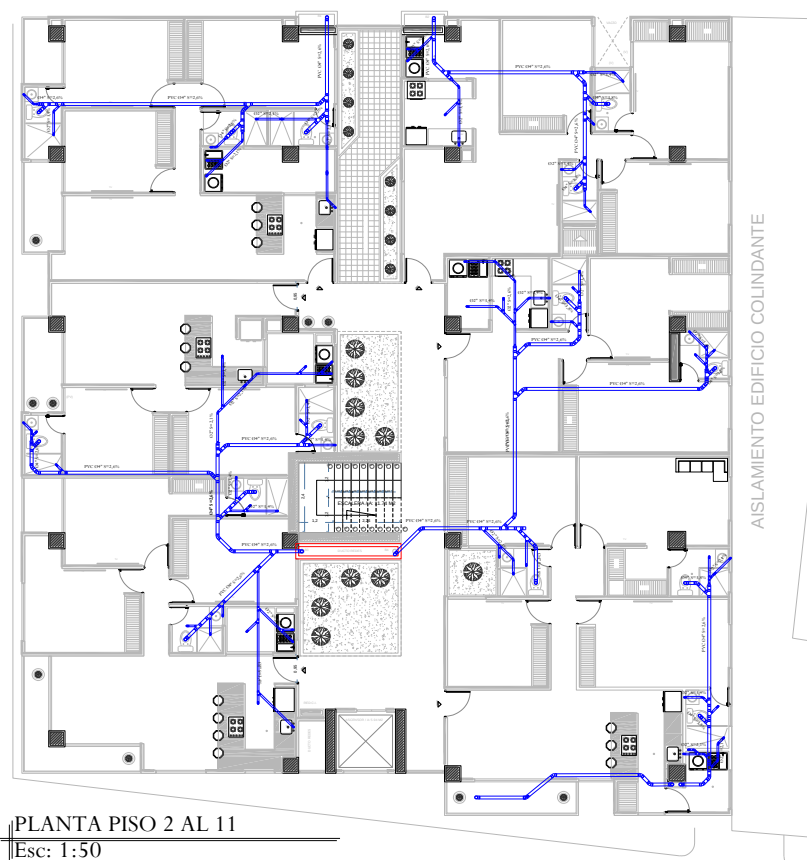


Nota. En la imagen se muestra la conexión entre la tubería y accesorios en PVC del sistema hidrosanitario, donde se realizó la respectiva verificación de sus conexiones, dimensiones y distribución. **Fuente:** Elaboración propia

Durante el replanteo se verificó la correcta interacción entre el sistema sanitario, cuidando que no hubiera cruces o interferencias con estructuras o instalaciones eléctricas. Se revisó la firme sujeción de la tubería y accesorios, de manera que permanecieran en su posición durante la ejecución de la losa y el levantamiento de muros, garantizando una instalación estable, segura y sin desplazamientos.

Figura 33.

Plano sanitario - piso 2 al 11



Nota. La figura muestra la distribución del sistema hidrosanitario, incluyendo conexiones y accesorios. Este plano fue utilizado como referencia para la instalación del sistema en las los niveles 6, 7 y 8. **Fuente:** Diseño Sanitario, Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

Inspección diaria de las actividades de mampostería.

Se realizó la inspección de las actividades de mampostería ejecutadas por un contratista externo. Durante el proceso se supervisó el desarrollo de los trabajos, verificando la calidad, el avance y el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas en los planos. Asimismo, se hizo seguimiento a las necesidades del contratista, garantizando el suministro oportuno de materiales y recursos requeridos para la continuidad de la actividad.

Esta supervisión permitió mantener un control adecuado sobre la correcta ejecución de los muros, la alineación, plomo y nivel, así como sobre el desempeño general del equipo encargado.

Figura 34.

Desarrollo de actividades de mampostería



Nota: En la imagen se observa el desarrollo de las actividades de mampostería ejecutadas en el nivel 5, correspondiente a la segunda planta destinada a uso residencial. **Fuente:** Elaboración propia.

Hallazgos e indicadores técnicos durante la supervisión de los procesos constructivos

La supervisión técnica realizada durante el desarrollo de los diferentes procesos constructivos permitió identificar, documentar y analizar una serie de indicadores y hallazgos que incidieron directamente en la calidad, el desempeño y la correcta ejecución de las actividades en obra. Estos resultados constituyen una evidencia fundamental del seguimiento continuo efectuado a cada procedimiento, y permiten evaluar el nivel de cumplimiento de las especificaciones técnicas, normas vigentes y lineamientos establecidos en los planos de diseño.

A través del registro sistemático de estas observaciones se logró medir el grado de conformidad de los procesos, identificar desviaciones y aplicar las acciones correctivas correspondientes, fortaleciendo así el control de calidad y la toma de decisiones en campo. Los indicadores cuantitativos y cualitativos obtenidos, junto con los hallazgos técnicos documentados, reflejan el comportamiento real de la obra y el impacto de la supervisión en la optimización de los resultados constructivos. En las siguientes tablas se presentan los indicadores de supervisión, los hallazgos detectados en cada actividad, las medidas correctivas implementadas y la verificación final del proceso; información que evidencia el análisis técnico desarrollado y aporta insumos clave para la evaluación integral del proyecto.

Tabla 1.

Armado de acero de refuerzo de elementos estructurales

<i>Aspecto</i>	<i>Descripción - Armado de acero de refuerzo de elementos estructurales</i>
	- Aprox. 100 % de columnas y vigas de las placas 6, 7, 8 y parte de la 9 verificadas antes del vaciado. - Aprox. 15 % de barras verticales requirieron ajuste de posición por desalineación.

<i>Indicadores de supervisión técnica</i>	- Aprox. 5–8 % de estribos revisados fueron rechazados por corrosión o mala elaboración. - Tras las correcciones, el 100 % de los elementos revisados cumplió con el diseño estructural.
<i>Hallazgos técnicos identificados</i>	- Desalineación de barras verticales que podía generar torsión y desplazamientos entre placas. - Presencia de estribos con corrosión superficial y otros mal conformados. - Riesgo de inconsistencias en replanteo y necesidad de redimensionar columnas.
<i>Acciones correctivas ejecutadas</i>	- Se realizó replanteo y ajuste de posición del acero vertical antes del vaciado. - Se segregó el acero deteriorado, permitiendo el uso exclusivo de estribos en buen estado. - Se reforzaron amarres para garantizar rigidez del conjunto. - Se registraron observaciones en bitácora.
<i>Verificación final</i>	- Se verificó la alineación de columnas asegurando continuidad estructural. - Se retiró el acero inadecuado, reduciendo riesgos estructurales. - El armado quedó aprobado para el vaciado, sin reprocesos posteriores.

Nota. La Tabla 1 muestra los principales indicadores de supervisión técnica asociados al armado de acero estructural, así como los hallazgos detectados durante la revisión de columnas y vigas. En ella se detallan las acciones correctivas implementadas para garantizar el cumplimiento de los planos y las especificaciones del diseño estructural, junto con la verificación final obtenida en campo. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 2.*Encofrado con formaleta metálica y de madera*

Aspecto	Descripción - Encofrado con formaleta metálica y de madera
Indicadores de supervisión técnica	- Aprox. 100 % de elementos encofrados revisados antes del vaciado. - Formaleta metálica en óptimas condiciones casi en el 100 % de los casos. - Aprox. 20–25 % de la formaleta de madera presentó desgaste o deformaciones visibles. - 100 % de la formaleta deteriorada fue reforzada o reportada para cambio.
Hallazgos técnicos identificados	- Tableros de madera con bultos, combados o fisuras. - Riesgo de deformación en el concreto vaciado. - Dependencia del uso correcto del desmoldante.
Acciones correctivas ejecutadas	- Se aplicó desmoldante en formaleta metálica. - Se marcó y segregó formaleta deteriorada. - Se reforzaron piezas con alambre y soportes. - Se informó al propietario/administración para la reposición.
Verificación final	- Los encofrados quedaron estables y nivelados. - Los elementos vaciados presentaron deformaciones mínimas dentro de tolerancias aceptables.

Nota. La Tabla 2 presenta los indicadores, hallazgos y medidas correctivas relacionadas con la supervisión del encofrado en formaleta metálica y de madera. Se evidencia el estado de los elementos utilizados, las condiciones identificadas durante el proceso y las verificaciones realizadas para asegurar la correcta geometría y estabilidad de los elementos estructurales vaciados. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 3.*Concreto mezclado en obra*

Aspecto	Descripción - Concreto mezclado en obra
Indicadores de supervisión técnica	- 100 % de mezclas supervisadas. - 20 % presentó variación en la relación agua–cemento durante el cambio de operario. - Tras correcciones, 100 % cumplió la dosificación establecida. - Se controló la cubicación de materiales.
Hallazgos técnicos identificados	- Variación en la textura (concreto más aguado). - Humedad adicional en la arena por lluvias. - Riesgo de pérdida de resistencia.
Acciones correctivas ejecutadas	- Se verificó la dosificación y se capacitó al nuevo operario. - Se ajustó el aporte de agua según humedad de agregados. - Se verificó la trabajabilidad y el asentamiento del concreto. - Se registraron observaciones en bitácora.
Verificación final	- La mezcla cumplió con los parámetros del diseño estructural. - No se presentaron fallas estructurales posteriores.

Nota. La Tabla 3 sintetiza los indicadores de control del concreto producido en obra, así como las variaciones encontradas en la dosificación y la trabajabilidad del material. Se describen los hallazgos técnicos derivados de estas variaciones y las acciones correctivas aplicadas para garantizar la calidad del concreto colocado durante la ejecución de los elementos estructurales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.*Concreto premezclado para vigas y losas*

Aspecto	Descripción - Concreto premezclado para vigas y losas
Indicadores de supervisión técnica	- 114 m³ vaciados en placas 6, 7 y 8. - 19 carros mixers por placa (4–6 m³ c/u). - 85 % de despachos puntuales; 15 % con retrasos.
Hallazgos técnicos identificados	- Retrasos en la llegada de carros mixers. - Estallido de manguera de bombeo en placa 8. - Riesgo de afectación a personal y edificaciones vecinas.
Acciones correctivas ejecutadas	- Coordinación constante con planta y ajuste de horarios. - Verificación del sello, volumen y especificaciones del concreto de cada carro mixer. - Detención temporal del vaciado y revisión del equipo tras el estallido. - Refuerzo del control de perímetro de seguridad.
Verificación final	- Vaciados ejecutados conforme al diseño estructural. - Incidente controlado sin lesiones. - Protocolos de seguridad reforzados.

Nota. La Tabla 4 detalla los indicadores de suministro y colocación del concreto premezclado, junto con los principales hallazgos presentados durante el proceso de vaciado, incluyendo demoras logísticas y situaciones de riesgo identificadas. Además, se documentan las acciones implementadas para controlar la calidad del concreto y la ejecución segura del procedimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.*Vaciado, vibrado y distribución del concreto*

Aspecto	Descripción - Vaciado, vibrado y distribución del concreto
Indicadores de supervisión técnica	- 100 % de vaciados supervisados. - 10–15 % de columnas presentaron porosidad superficial o nidos de grava. - 100 % de estas columnas fueron reparadas. - 25 % de elementos requirió mayor tiempo de vibrado por congestión de acero.
Hallazgos técnicos identificados	- Porosidad y vacíos superficiales. - Dificultad de paso del concreto por congestión de acero. - Riesgo de segregación.
Acciones correctivas ejecutadas	- Reparación con mortero estructural. - Reiteración sobre técnica y tiempo de vibrado. - Redistribución manual del concreto en zonas densas.
Verificación final	- Elementos aprobados estructuralmente. - Reducción de defectos en vaciados posteriores.

Nota. La Tabla 5 evidencia los indicadores técnicos asociados al proceso de vaciado y compactación del concreto, destacando los hallazgos relacionados con la porosidad superficial y la congestión del acero de refuerzo. Asimismo, se indican las acciones correctivas aplicadas y la verificación final que permitió garantizar la calidad estructural de los elementos vaciados. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 6.*Instalación del sistema hidrosanitario*

Aspecto	Descripción - <i>Instalación del sistema hidrosanitario</i>
<i>Indicadores de supervisión técnica</i>	- 100 % inspeccionado. - 90–95 % mantuvo trazado original. - 5–10 % modificado por condiciones reales.
<i>Hallazgos técnicos identificados</i>	- Modificaciones no contempladas en los planos iniciales.
<i>Acciones correctivas ejecutadas</i>	- Verificación de pendientes y continuidad del sistema. - Actualización de planos, ajustados a condiciones reales en obra. - Validación con el área de diseño.
<i>Verificación final</i>	- Sistema instalado correctamente conforme a la norma y condiciones de obra. - Planos actualizados para futura operación.

Nota. La Tabla 6 presenta los resultados de la supervisión del sistema hidrosanitario, incluyendo el porcentaje de elementos instalados conforme a los planos, las modificaciones identificadas y las acciones correctivas realizadas. La información permite visualizar el nivel de cumplimiento del diseño y los ajustes efectuados para asegurar el funcionamiento adecuado de las redes. **Fuente:** *Elaboración propia.*

Tabla 7.

Instalación de lámina colaborante Metaldeck

<i>Aspecto</i>	<i>Descripción - Instalación de lámina colaborante Metaldeck</i>
<i>Indicadores de supervisión técnica</i>	- 100 % inspeccionada. - 10–15 % con desfasajes o sobrantes. - 5 % con aberturas selladas antes del vaciado.
<i>Hallazgos técnicos identificados</i>	- Láminas sobresalientes que afectaban vigas. - Fugas de concreto por aberturas.
<i>Acciones correctivas ejecutadas</i>	- Ajuste de medidas de lámina. - Sellado de uniones y vacíos. - Supervisión desde parte inferior durante la fundida.
<i>Verificación final</i>	- Losa correctamente adherida al Metaldeck. - Sin pérdidas significativas de concreto.

Nota. La Tabla 7 muestra los indicadores y hallazgos asociados a la instalación de la lámina colaborante Metaldeck, detallando las irregularidades identificadas, las fugas potenciales de concreto y las acciones correctivas adoptadas. Esta información permite comprender el proceso de control previo al vaciado y la verificación realizada para asegurar la correcta adherencia entre la lámina y el concreto. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 8.*Instalación y replanteo de tubería Conduit*

Aspecto	Descripción - Instalación y replanteo de tubería Conduit
Indicadores de supervisión técnica	- 100 % de rutas verificadas. - 80 % mantuvo ubicación inicial. - 20 % modificada por cambios arquitectónicos.
Hallazgos técnicos identificados	- Cambios en espacios arquitectónicos afectaron recorridos eléctricos.
Acciones correctivas ejecutadas	- Replanteo de rutas con el personal eléctrico. - Uso de los primeros apartamentos como referencia estándar. - Verificación de la adecuada inserción y ausencia de interferencias.
Verificación final	- Sistema instalado conforme al diseño definitivo. - Minimización de reprocesos.

Nota. La Tabla 8 expone los indicadores y hallazgos correspondientes al proceso de instalación y replanteo del sistema eléctrico mediante tubería conduit, incluyendo los cambios arquitectónicos que influyeron en los recorridos. Se registran también las acciones implementadas para ajustar la instalación y la verificación final del cumplimiento frente al diseño actualizado. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 9.*Inspección diaria de mampostería*

Aspecto	Descripción - Inspección diaria de mampostería
Indicadores de supervisión técnica	- 100 % frentes inspeccionados. - 80–85 % con mortero adecuado. - 5–20 % con mezcla arenosa.
Hallazgos técnicos identificados	- Mezcla arenosa con desprendimiento superficial. - Riesgo de baja adherencia entre bloques.
Acciones correctivas ejecutadas	- Revisión de consistencia del mortero. - Comunicación de ajuste al contratista. - Seguimiento posterior.
Verificación final	- Mezcla corregida en etapas posteriores. - Mampostería con buen comportamiento estructural.

Nota. La Tabla 9 resume los indicadores de supervisión aplicados a los procesos de mampostería, destacando los hallazgos relacionados con la calidad del mortero y la adherencia entre bloques. Asimismo, se presentan las medidas adoptadas para corregir la dosificación del material y la verificación de la correcta ejecución de los muros. **Fuente:** Elaboración propia.

Revisión y cumplimiento de las especificaciones de diseño.

Durante el desarrollo de las actividades se siguieron estrictamente los lineamientos y especificaciones establecidas en los diseños, garantizando que cada proceso se ejecutara conforme a los planos y criterios técnicos del proyecto.

Figura 35.*Especificaciones de materiales*

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	
• CONCRETO CICLOPEO, SOLADOS:	$f_c = 2.500 \text{ p.s.i.} = 17.5 \text{ MPa}$
• CONCRETO VIGAS, LOSAS :	$f_c = 3.000 \text{ p.s.i.} = 21 \text{ MPa}$
• COLUMNAS :	$f_c = 5.000 \text{ p.s.i.} = 35 \text{ MPa}$
• MUROS, CIMIENTOS :	$f_c = 4.000 \text{ p.s.i.} = 28 \text{ MPa}$
• RAMPAS, ESCALERAS Y TANQUE :	$f_c = 4.000 \text{ p.s.i.} = 28 \text{ MPa}$
• ACERO DE REFUERZO :	$f_y = 60.000 \text{ p.s.i.} = 420 \text{ MPa.}$
• PERFILES TUBULARES :	$f_y = 50.000 \text{ p.s.i.} = 350 \text{ MPa.}$
• SOLDADURA ESTRUCTURAL	TIPO E7018

Nota: En la figura se muestra las especificaciones técnicas de diseño, donde detalla resistencia del concreto establecida para cada elemento estructural. **Fuente:** Diseño estructural River Tower, Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

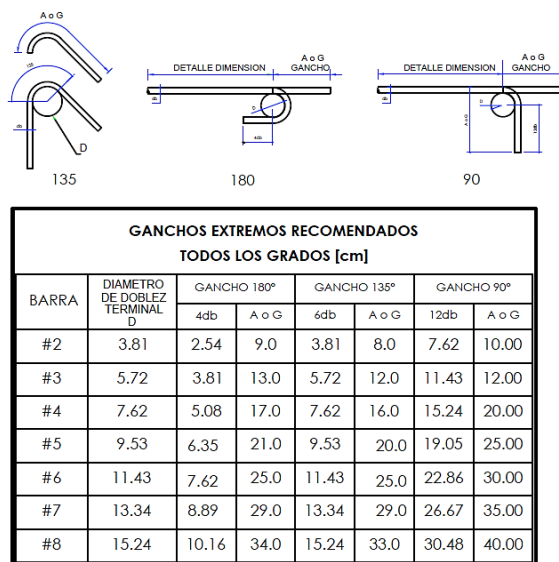
Figura 36.*Longitudes mínimas de traslapo*

LONGITUDES MINIMAS DE TRASLAPO		
BARRA #	DIAMETRO (Pulgadas)	L. TRASLAPO (Centímetros)
2	1/4"	32 cm
3	3/8"	47.5 cm
4	1/2"	63.5 cm
5	5/8"	79.5 cm
6	6/8"	95.5 cm
7	7/8"	111 cm
8	1"	127 cm

Nota: En la figura se muestra las especificaciones técnicas de diseño, donde detalla las longitudes mínimas de traslapes a utilizar según el número de barra. **Fuente:** Diseño estructural River Tower, Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

Figura 37.

Ganchos extremos recomendados



Nota: En la figura se muestra las especificaciones técnicas de diseño, donde detalla los ganchos extremos recomendados a usar según el número de barra. **Fuente:** Diseño estructural River Tower, Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

Figura 38.

Recubrimientos para elementos en contacto permanente con el exterior

RECUBRIMIENTOS PARA ELEMENTOS EN CONTACTO PERMANENTE CON AGUA, INTEMPERIE O TIERRA		
ELEMENTO	CONDICIÓN	RECUBRIMIENTO
LOSAS Y VIGUETAS	BARRAS No 5 Y Menores	40 mm
	BARRAS No 6 Y Mayores	50 mm
VIGAS Y COLUMNAS	ESTRIBOS Y ESPIRALES	50 mm
	REFUERZO PRINCIPAL	65 mm
MUROS Y PAREDES	TANQUES CIRCULARES	55 mm
	OTROS TANQUES	50 mm
ZAPATAS Y LOSAS DE CIMENTACIÓN	CONTACTO PERMANENTE CON TIERRA	75 mm

Nota: En la figura se muestran los recubrimientos a usar para elementos en contacto permanente con agua, intemperie o tierra a usar según el elemento estructural y condición específica. **Fuente:** Diseño estructural, Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

Inspección del cumplimiento de los lineamientos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG- SST

Se realizó la verificación del cumplimiento de las medidas de prevención y protección establecidas por el SG-SST en el frente de obra, incluyendo el uso adecuado de los elementos de protección personal (EPP), la señalización de áreas de riesgo, las condiciones seguras de trabajo y los protocolos de actuación en caso de emergencia. Para ello, se diligenciaron los formatos mensuales relacionados con la entrega y uso de EPP, y se efectuaron llamados de atención al personal cuando se evidenció el incumplimiento de estas medidas.

Figura 39

Formato de Inspección de Elementos de Protección Personal

 MINISTERIO DE SALUD REPUBLICA PERUANA	SISTEMA DE GESTION EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		SG SST FO-14 Versión: 02
	FORMATO INSPECCION ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL- EPP		Fecha: Pág. 1 de 1
	FECHA 22 de Agosto de 2025		
	OBRA River Tower NOMBRE DE QUIEN REPORTA Jenny Vargas		

Nº.	NOMBRE	CARGO	DEBE USAR																	USA	ESTADO			NO USA POR		MEDIDAS DE CONTROL									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	S	SI		NO	B	R	M	NS	NP	NG	1	2	3	4	5			
1	Polio Carvajal	Oficial				X					X	X							X				X	X											
2	Luis Romero M	Asistente			X						X	X							X				X	X											
3	Cesar Rojas	Asistente			X						X	X							X				X	X											
4	Bryan Torres	Asistente			X						X	X							X				X	X											
5	Humberto Lopez	Asistente			X						X	X							X				X	X											
6	Luis Dario Toranzo	Oficial			X						X	X							X				X	X											
7	Miguel Lugo	Oficial			X						X	X							X				X	X											
8	John Jairo Hilde	Asistente			X						X	X							X				X	X											
9	Mauricio Arias	Oficial			X						X	X							X				X	X											
10	Anacleto Santiago	Asistente			X						X	X							X				X	X											
11	Ricardo Salgado	Asistente			X						X	X							X				X	X											
12	Edison Hernandez	Asistente			X						X	X							X				X	X											
13	Orlando Bolanos	Pintero			X						X	X							X				X	X											
14	Fabio Sanchez	Electrico			X						X	X							X				X	X											
15	Yairo Wilches	Asistente			X						X	X							X				X	X											
16	Armando C.	Oficial			X						X	X							X				X	X											

EPP FALTANTE POR PERSONA										DEBE USAR										ESTADO		NO USA POR		MEDIDAS DE CONTROL							
Nº	CARGO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	S	SI	NO	B	R	M	NS	NP	NG	1	2	3	4	5	
1	Oficial	X																													
2	Asistente	X																													
3	Asistente	X																													
4	Asistente	X																													
5	Asistente	X																													
6	Oficial	X				</																									

Nota. En la imagen se observa el formato utilizado para la respectiva inspección de EPP, los formatos diligenciados se encuentran consolidados en el [Apéndice B. Formatos de Inspección de](#)

[EPP](#) para su consulta y verificación, **Fuente:** Elaboración propia, formato de Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

Asimismo, se asistió a las capacitaciones impartidas por el responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo. De manera complementaria, se realizaron inspecciones de acuerdo con el desarrollo de las actividades, verificando el estado y la correcta utilización de los implementos necesarios, como los arneses, dado que se ejecutaron labores en altura con un riesgo considerable. También se revisó el botiquín de primeros auxilios, especialmente ante incidentes presentados en obra, como enterradas de puntillas, golpes leves y otros eventos menores.

Figura 40

Capacitación de seguridad y salud en el trabajo



Nota. En la imagen se observa la capacitación dada por la persona encargada del área de SST, donde se abordaron temas relacionados con los riesgos laborales y la importancia de la prevención en obra. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 41.

Lista de asistencia a capacitación

CONSTRUCTORA PÉREZ Y ASOCIADOS S.A.S NIT: 901 013679-5					Código: FT-SST-02
SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO					Versión: 02
FORMATO PARA REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES					Fecha: 13/01/2025
					Página: 1 de 2
Capacitación		Actividad		Fecha:	
Tema					
Objetivo					
N°	Nombre	Cédula	Cargo	Firma	
1	Carmona Orellana	88151815	plumero	<i>[Firma]</i>	
2	Yumberto Capacho	8803162	plumero	<i>[Firma]</i>	
3	Luis Davis	88151043	operario	<i>[Firma]</i>	
4	Alfonso Portocarrero	7336399	plumero	<i>[Firma]</i>	
5	Cesar Proyer	4124357022	Obrero	<i>[Firma]</i>	
6	Ricardo Salazar	88305935	OFICIAL	<i>[Firma]</i>	
7	Edgar Davis	72030722	OFICIAL	<i>[Firma]</i>	
8	Gerardo Duthay	54784735	Obrero	<i>[Firma]</i>	
9	Pablo Carranza	8315077	Obrero	<i>[Firma]</i>	
10	Jhon Maldonado	109424789	Obrero	<i>[Firma]</i>	
11	Luis Ramirez Peña	30379611284		<i>[Firma]</i>	
13	Héctor Laguarda	1094267696	OFICIAL	<i>[Firma]</i>	
14	Proyer Juan Carlos	7094243825	Obrero	<i>[Firma]</i>	
15	José Leonardo Brando	4008025225	Inspección	<i>[Firma]</i>	
16	Geny Rocio Vargas	1007409309	Asistente	<i>[Firma]</i>	
17					

Nota. En la imagen se observa la asistencia a la capacitación de riesgos laborales e importancia de la prevención en obra. **Fuente:** Elaboración propia, formato de Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

Figura 42

Uso de arnés en zona de riesgo



Nota. En la imagen se observa el uso del arnés ante el exposición y riesgo a caída, en el desarrollo de la actividad de armado de acero de refuerzo en las vigas perimetrales **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 43

Implementación de línea de vida como medida de seguridad



Nota. En la imagen se observa la distribución y función de la Línea de Vida, como soporte de amarre en zonas donde no se encuentra un elemento adyacente de fijación para el arnés, **Fuente:** Elaboración propia.

Adicionalmente, se verificó en las áreas externas de la obra la correcta instalación de vallas preventivas y el control del paso peatonal cuando se ejecutaban actividades que representaban riesgo de caída de escombros hacia las personas que transitaban por la zona. Todas estas acciones se ejecutaron de manera continua con el propósito de prevenir accidentes y garantizar un entorno laboral seguro para todo el personal y la comunidad cercana.

En el desarrollo de estas actividades de inspección se llevaron a cabo intervenciones que contribuyeron a la identificación temprana de condiciones inseguras, al seguimiento de comportamientos de riesgo y a la implementación de medidas correctivas oportunas, lo cual favoreció un ambiente de trabajo más seguro y organizado.

A continuación, se presentan las principales intervenciones ejecutadas durante la supervisión, organizadas de acuerdo con los aspectos críticos observados en campo.

Tabla 10.

Intervenciones realizadas en la supervisión de los parámetros de SST

Aspecto del SST supervisado	Intervención y/o aporte realizado
<i>Uso adecuado de EPP</i> 	- Se brindó acompañamiento permanente al personal para el uso correcto del arnés, casco, guantes y protección visual. - Se realizaron observaciones directas cuando se evidenciaron incumplimientos y se conversó con los trabajadores para reforzar la importancia del autocuidado.
<i>Trabajos en altura</i> 	- Se verificó la correcta instalación de líneas de vida, puntos de anclaje y barandas de protección. - Se hizo la observación técnica cuando se identificaron riesgos asociados a superficies inestables o ausencia de sujeción, solicitando correcciones inmediatas.

Control de áreas y circulación



- Se supervisó el orden y la limpieza en zonas de tránsito, evitando obstrucciones y riesgos de caídas al mismo nivel.
- Se conversó con el personal operativo para reorganizar materiales que generaban peligros en los accesos.
- Se supervisó la seguridad de los visitantes durante las visitas académicas, garantizando que ingresaran únicamente a áreas permitidas y bajo las condiciones de protección requeridas.

Condiciones inseguras en procesos estructurales



- Se identificaron situaciones inseguras durante el armado de acero, encofrado y vaciado de concreto, como elementos sin sujeción o formaleas inestables.
- Se indicó al personal la necesidad de corregir estas condiciones antes de continuar con la actividad.

Inspecciones diarias de SST



- Se realizó el diligenciamiento de formatos de inspección de EPP, herramientas y equipos.
 - Se informó a la supervisión cuando se detectaron hallazgos que requerían atención prioritaria.
-

Comunicación y retroalimentación



- Se mantuvo comunicación constante con supervisores y trabajadores, aclarando procedimientos seguros en actividades de riesgo.
- Se reforzaron indicaciones preventivas mediante recomendaciones verbales durante las jornadas.

Prevención de incidentes



- Se monitorearon zonas críticas durante vaciados, transporte de materiales y maniobras estructurales.
 - Se actuó preventivamente al alertar al personal ante comportamientos o condiciones inseguras.
 - Se inspeccionaron los elementos de emergencia, verificando que el botiquín contara con los insumos requeridos para la atención inmediata en caso de presentarse una situación de emergencia.
-

Nota. En la Tabla 10 se observan las intervenciones y acciones realizadas durante la supervisión de los parámetros de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), las cuales permitieron identificar condiciones de riesgo, implementar medidas preventivas y reforzar el cumplimiento de los lineamientos establecidos en obra. **Fuente:** Elaboración propia.

Objetivo 2

Controlar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y de calidad de los materiales utilizados en la obra, para asegurar que cumplan con los estándares exigidos por la normativa vigente, mediante la ejecución de ensayos en obra al concreto, la inspección de los materiales al momento de su recepción y la verificación de su conformidad con los requisitos establecidos.

Inspección de los materiales recibidos en obra

Se realizó la verificación de los materiales que ingresaron a obra, comprobando que cumplieran con las especificaciones técnicas establecidas según los requerimientos del proyecto. Para ello, se inspeccionó la recepción e ingreso de cada material destinado a las actividades constructivas, revisando sus condiciones físicas al momento de la llegada, la cantidad suministrada, la calidad, la presentación, las certificaciones del proveedor y las condiciones de transporte.

Figura 44.

Recepción e ingreso de material



Nota. La imagen muestra la recepción e ingreso de bloque H-7, destinado a actividades de mampostería. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 45.

Recepción e ingreso de perlines de acero



Nota. La imagen muestra la recepción e ingreso de perlines de acero, destinados a actividades de refuerzo estructural. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 46.

Descarga e ingreso de bolsas de cemento



Nota. En la imagen se observa la recepción e ingreso de bolsas de cemento Argos de uso general de 42.5 kg, destinadas a actividades de mampostería, donde se verificó que la cantidad recibida fuera la que se solicitó. **Fuente:** Elaboración propia.

Control del almacenamiento de los materiales

Se llevó un control riguroso sobre el almacenamiento y la disposición de los materiales en obra, vigilando que se mantuvieran en condiciones óptimas para garantizar su integridad y su disponibilidad en el momento requerido. Para ello, se realizaron inspecciones periódicas en las zonas de acopio, verificando que los materiales estuvieran correctamente organizados, protegidos de la humedad, identificados según su tipo y almacenados conforme a sus características específicas.

Figura 47.

Almacenamiento de materiales



Nota. La imagen muestra el almacenamiento del cemento empacado sobre estibas, evitando su contacto con la humedad del piso. También se observa el acero de refuerzo ubicado en una zona protegida, lejos de agentes externos que puedan afectar sus propiedades y provocar corrosión. **Fuente:** Elaboración propia.

El cemento fue ubicado sobre estibas para evitar el contacto con la humedad del piso, especialmente durante días de lluvia, y se mantenía cubierto para prevenir que el agua afectara los sacos. El acero de refuerzo se almacenó en un área seca y alejada de zonas húmedas o de

acumulación de agua, con el fin de evitar procesos de corrosión. Los bloques de mampostería se trasladaban directamente al nivel o zona donde se ejecutarían los muros, reduciendo el riesgo de fisuras, roturas o desprendimientos por manipulación excesiva.

Asimismo, los materiales granulares como arena y grava se mantuvieron en constante protección e inspección, para evitar contaminación con tierra, residuos o humedad. Finalmente, elementos como tuberías PVC, puntillas, alambre y accesorios menores se almacenaron dentro de la bodega temporal de la obra, garantizando su resguardo, orden y disponibilidad oportuna durante el proceso constructivo.

Figura 48

Recepción de material granular



Nota. La imagen muestra la recepción y acopio del material granular (arena), dispuesto en un área designada para su almacenamiento. El material se mantuvo contenido y en condiciones adecuadas para evitar contaminación con tierra, residuos u otros agentes externos que pudieran afectar su calidad. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 49.

Nota. La imagen muestra la ficha técnica del acero utilizado en los elementos estructurales. Para consultar las fichas técnicas de los materiales empleados en obra, se puede acceder al [Apéndice C. Fichas Técnicas, Control de Calidad de Materiales](#). **Fuente:** Acerías PazdelRio Colombia.

Figura 51

Ficha técnica del aditivo empleado en obra Euco Estabilizador 1000

EUCO ESTABILIZADOR 1000 Aditivo estabilizador para cemento	
Descripción	EUCO ESTABILIZADOR 1000 es un aditivo líquido para concreto que inhibe temporalmente la hidratación del cemento. De acuerdo con su aplicación, EUCO ESTABILIZADOR 1000 puede utilizarse como parte de un sistema de aditivos para prolongar el tiempo de trabajabilidad de mezclas de concreto que requieran un control en la permanencia de la fluidez. Otra aplicación de EUCO ESTABILIZADOR 1000 es la estabilización de la hidratación del cemento para optimizar el uso del agua en la producción de concreto en plantas premezcladoras y promover las prácticas sustentables en la industria de la construcción. EUCO ESTABILIZADOR 1000 no es corrosivo y su formulación no incluye ingredientes base cloruros. EUCO ESTABILIZADOR 1000 cumple con la norma ASTM C-494 Tipo S.
Información Técnica	Apariencia : Líquido de baja viscosidad de color café. Densidad : 1.07 kg/l +/- 0.02 kg/l
Usos	• Concreto lanzado. • Elementos prefabricados densamente armados, los cuales requieren un tiempo de permanencia de fluidez determinado para asegurar su adecuada colocación continua. • Pilotes realizados in situ que requieren concreto con un tiempo determinado de fluidez. • Estructuras de concreto con requerimientos de alta resistencia mecánica inicial, cuya trabajabilidad deba ser controlada. • Transporte de concreto a lugares lejanos a la planta productora. • Promueve el uso racional de los materiales para la producción del concreto.
Ventajas	• Facilidad para colocar concreto en estructuras monolíticas. • Control de la fluidez del concreto y del tiempo de fraguado. • Optimización del uso de los recursos para la producción de concreto.
Dosificación	EUCO ESTABILIZADOR 1000, se utiliza típicamente en un rango de dosificación de 0,1% a 1,2% del peso del cemento, esta dosis puede ser mayor. Siempre deben realizarse ensayos previos en concreto para evaluar el desempeño. Adicionalmente es importante tener en cuenta las condiciones de temperatura ambiente para evitar problemas de retardo en el fraguado. Se pueden requerir dosis diferentes a las recomendadas, en estos casos consultar con el Departamento Técnico de EUCLID CHEMICAL TOXEMENT.

OFICINA PRINCIPAL:
Parque Industrial Gran Sabana, M3 - M7, Tocancipá,
P.O. Box 11, 959-97 87
WWW.TOXEMENT.COM.CO



**EUCLID CHEMICAL
TOXEMENT**

Nota. La imagen muestra la ficha técnica verificada para la incorporación del aditivo Euco Estabilizador 1000 en la mezcla de concreto utilizada para los elementos estructurales. **Fuente:** Euclid Chemical TOXEMENT.

Ejecución de ensayos de control de calidad en obra

Se realizaron ensayos de calidad al concreto con el propósito de verificar el cumplimiento de los parámetros y especificaciones establecidos en el diseño y en los criterios de calidad del proyecto. Estos controles permitieron asegurar que las mezclas empleadas en obra respondieran adecuadamente a las exigencias estructurales y a la normativa vigente.

Ensayo de resistencia a la compresión

El ensayo realizado corresponde a la verificación de las propiedades del material, realizado siguiendo las especificaciones y lineamientos establecidos en la norma Sección 400 – Concreto Hidráulico y la Norma INV E-410-13, relativa a la determinación de la resistencia a la compresión en cilindros de concreto.

Materiales y equipos utilizados:

Tabla 11

Materiales y equipos de Ensayo de Resistencia a La Compresión

Materiales utilizados	- Concreto fresco para la elaboración de cilindros
	- Agua para curado
	- Aceite desmoldante
Equipos y herramientas empleados	- Moldes cilíndricos: De dimensiones estándar de 150 mm × 300 mm, de metal, conforme a la norma.
	- Varilla de compactación: Metálica, lisa, diámetro aprox. 16 mm y longitud de 600 mm, puntas redondeadas.
	- Máquina de compresión: Hidráulica, calibrada y con velocidad de carga controlada según norma.

-
- **Verificadores y medidores:** Cinta métrica para verificar dimensiones del cilindro.
 - **Superficie de asentamiento:** Placas rígida y nivelada para el moldeo.
 - **Tanque de curado:** Con agua limpia.
 - **Herramientas menores:** Llana, espátula, trapo, cepillo, balde, marcadores para identificación.
-

El procedimiento realizado para la ejecución de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto fue el siguiente:

Tabla 12

Procedimiento del Ensayo de Resistencia a la Compresión (INVÍAS 410-13)

PROCEDIMIENTO REALIZADO	DESCRIPCIÓN
1. Toma de muestra de concreto fresco 	Se extrajo la muestra directamente del concreto fresco utilizado en la fundida de los elementos estructurales. La Norma INVÍAS 410-13 establece que la muestra debe ser representativa y tomada inmediatamente después de la descarga, evitando segregación.

2. Preparación de las camisas cilíndricas



Se acondicionaron las camisas aplicando desmoldante en su interior para facilitar el posterior desencofrado sin causar daño. Según la norma, los moldes deben estar limpios, sin deformaciones y con aplicación uniforme del agente desmoldante.

3. Colocación del concreto en capas



El concreto se vació en tres capas uniformes en el molde cilíndrico de 30 x 15 cm, aplicando 25 golpes por capa con varilla lisa metálica, para garantizar la compactación y expulsión del aire atrapado. Se golpearon también las paredes del molde para liberar burbujas.

4. Fraguado inicial de 24 horas



Los cilindros se dejaron reposar durante aproximadamente 24 horas para permitir el fraguado inicial y el desarrollo básico de resistencia, manteniéndolos en ambiente protegido contra vibraciones, lluvia y pérdida excesiva de humedad, tal como indica la norma.

5. Desmolde y traslado a cámara de curado



Transcurridas las 24 horas, los cilindros fueron desmoldados cuidadosamente y trasladados al tanque de curado. El curado se realizó por inmersión para garantizar que el concreto mantuviera humedad constante y temperatura controlada, evitando fisuración térmica y asegurando hidratación completa del cemento.

6. Curado entre 14 y 28 días



Los especímenes permanecieron en el tanque entre 14 y 28 días, cumpliendo la recomendación normativa para el desarrollo de resistencia. El curado evito la pérdida de humedad, mantuvo un control del calor generado por la hidratación

7. Transporte al laboratorio de ensayo



En las fechas establecidas, los cilindros fueron trasladados al laboratorio del Instituto Superior de Educación Rural – ISER (Pamplona), garantizando su integridad, identificación y sin alteraciones. Se cuidó que los cilindros no se golpearan ni sufrieran daños antes del ensayo.

8. Ensayo en máquina de compresión



En el laboratorio, cada cilindro fue sometido a carga axial en la máquina de compresión, aplicando la carga a velocidad constante hasta la falla. Se registró la carga máxima alcanzada y se calculó la resistencia a compresión.

9. Registro, cálculo y verificación de resultados



Finalizado el ensayo, se analizaron los resultados y se compararon con la resistencia requerida en diseño. Se implementó una hoja de cálculo en Excel para registrar y estandarizar los valores de carga, resistencia, edad del cilindro y observaciones, con el fin de fortalecer el control de calidad en obra.

En total se tomaron siete muestras de concreto, correspondientes a diferentes elementos estructurales de la obra. De estas, las probetas ensayadas a edades más avanzadas 29, 32 y 114 días lograron cumplir o incluso superar la resistencia de diseño especificada, demostrando un buen comportamiento del concreto en condiciones de madurez adecuada.

Por otro lado, las muestras ensayadas a edades más tempranas 14, 16 y 18 días presentaron resistencias inferiores al valor de diseño, lo cual es esperable, ya que el concreto aún no había alcanzado los 28 días, momento en el que desarrolla su resistencia característica. Por ello, estos

resultados no reflejan necesariamente un incumplimiento del concreto, sino la evolución natural de sus propiedades mecánicas. En general, los ensayos muestran que el concreto utilizado en la obra tiene un desempeño adecuado.

Según el análisis y la inspección visual, seis de los siete cilindros presentaron una falla tipo 3 y uno una falla tipo 2, patrones considerados típicos para probetas de concreto sometidas a compresión. La repetitividad en el modo de falla indica un comportamiento estructural coherente del material, condiciones de carga adecuadas y una adecuada homogeneidad del concreto, por lo que los resultados obtenidos se consideran representativos y confiables para la evaluación de la resistencia del elemento.

Figura 52.

Tipos de falla; patrones típicos según la norma INV E-410

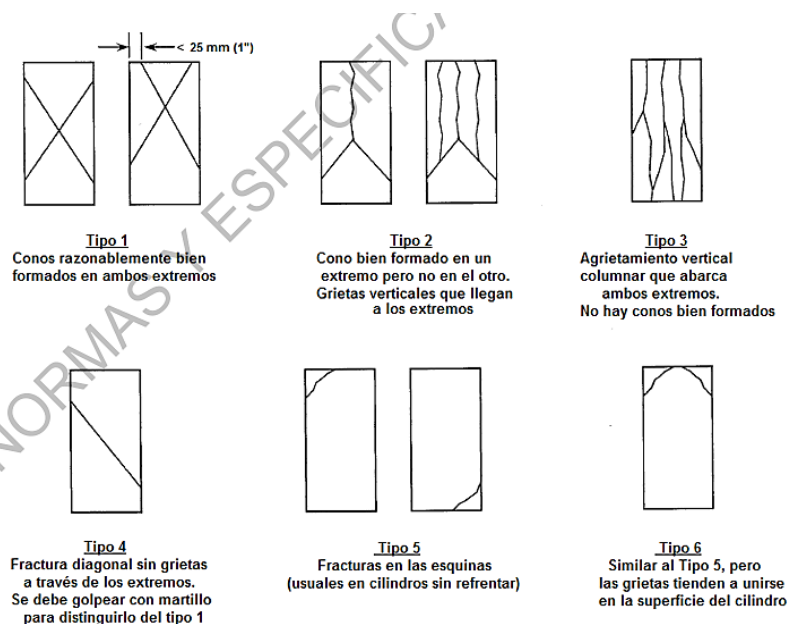
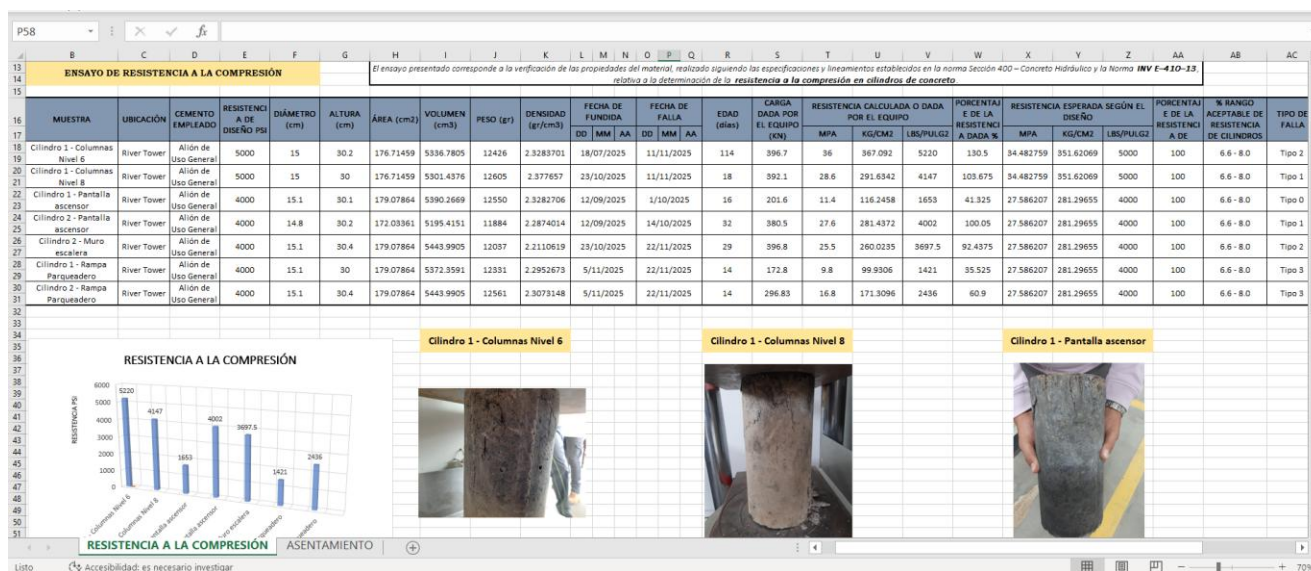


Figura 410 - 3. Esquemas de patrones de falla típicos

Nota. La figura representa los patrones de fisuración y fracturas típicos en los cilindros para determinar el tipo de falla presentado en el ensayo de resistencia a la compresión. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 53.

Resultados de ensayo de resistencia a la compresión



Nota. La figura presenta los resultados y el análisis de los ensayos realizados. La hoja de cálculo en Excel empleada para el registro y cálculo de los valores obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión se encuentra disponible en el [Apéndice D. Ensayos de Control de Calidad](#), ingresar para su consulta y verificación. **Fuente:** Elaboración propia.

Ensayo de Asentamiento del Concreto (Slump Test)

El ensayo de asentamiento se realizó con el fin de determinar la consistencia y trabajabilidad del concreto fresco empleado en obra. Este procedimiento se ejecutó siguiendo las especificaciones establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 396, la cual define los métodos, condiciones y parámetros necesarios para garantizar que la mezcla cumpla con la fluidez requerida según el diseño estructural. Este ensayo permite identificar variaciones en la dosificación, presencia de exceso de agua, falta de cohesión o problemas de mezclado, asegurando

que el concreto colocado en los elementos estructurales mantenga un comportamiento adecuado durante su vaciado y consolidación.

Tabla 13

Materiales y equipos utilizados en el ensayo de Asentamiento (Slump Test)

Materiales utilizados	- Concreto fresco tomado in situ
	- Agua para curado
Equipos y herramientas empleados	- Cono de Abrams: Molde troncocónico metálico conforme a la NTC 396.
	- Varilla de compactación: Metálica, lisa, diámetro aprox. 16 mm y longitud de 600 mm, puntas redondeadas.
	- Base rígida y nivelada: Superficie metálica plana para la ejecución del ensayo.
	- Cinta métrica o regla graduada: Para medir el asentamiento de la mezcla.
	- Palustre: Para depositar y manipular el concreto dentro del molde.
	- Herramientas de limpieza: Trapo, cepillo y balde para retirar residuos del equipo y mantener condiciones adecuadas durante el ensayo.

Se llevó a cabo el siguiente procedimiento para todas las muestras con el fin de garantizar un registro uniforme, preciso y reproducible del asentamiento del concreto, siguiendo las

recomendaciones establecidas en la normativa vigente y asegurando condiciones adecuadas durante la toma, preparación, medición y análisis de cada muestra obtenida en obra.

Tabla 14
Procedimiento del Ensayo de Asentamiento (Slump Test)

PROCEDIMIENTO REALIZADO	DESCRIPCIÓN
1. Toma de la muestra 	Se extrajo concreto fresco directamente de la fundida del elemento estructural, asegurando que correspondiera a la mezcla colocada en obra y cumpliendo con las exigencias de muestreo indicadas por la NTC 396.
2. Preparación del equipo 	Se ubicó el Cono de Abrams sobre una base metálica rígida y nivelada. El molde fue firmemente sostenido con los pies o con los soportes laterales para evitar cualquier levantamiento durante el llenado. Esto garantizó estabilidad y precisión en el ensayo.

3. Llenado del molde (3 capas)



El cono se llenó en tres capas de igual volumen, compactando cada una con 25 golpes aplicados con una varilla lisa de punta redondeada, conforme a la norma. La compactación buscó eliminar vacíos de aire y asegurar una distribución homogénea del material.

4. Nivelación de la superficie



Después de llenar la tercera capa, se retiró el exceso de concreto con la varilla o llana, dejando la superficie nivelada al borde del molde.

5. Levantamiento del cono



El Cono de Abrams se levantó verticalmente en un tiempo constante aproximado de 5 segundos, evitando movimientos laterales o vibraciones que alteraran el resultado.

6. Medición del asentamiento



Se midió la diferencia entre la altura original del cono y la altura del concreto asentado utilizando la varilla metálica. Este valor corresponde al **asentamiento (slump)**, indicador directo de la trabajabilidad del concreto.

8. Análisis y registro en formato digital

ANÁLISIS DE RESULTADOS		
MUESTRA	UBICACIÓN	FECHA DE ENSAYO
1. Columna CD4 (Muestra 1)	River Tower	22/10/2025
2. Columna CD4 (Muestra 2)	River Tower	22/10/2025
3. Muro Pantalla MB2	River Tower	28/10/2025
4. Rampa Nivel 2	River Tower	5/11/2025
5. Muro pantalla Escalera	River Tower	4/11/2025

Los datos fueron ingresados en una hoja de cálculo en Excel diseñada para documentar resultados, facilitar el análisis y dejar un registro estandarizado para los controles de calidad en obra.

Los resultados del ensayo de asentamiento slump realizados en obra evidencian que las mezclas presentaron valores entre 118 y 236 mm, clasificándose según la NTC 396 mayoritariamente como concretos de consistencia muy fluida, comportamiento asociado al uso de aditivos como Plastol y Eucoestabilizador, que incrementan la trabajabilidad y estabilidad sin generar segregación.

Sin embargo, la última muestra registró un asentamiento de 118 mm, valor significativamente menor en comparación con los ensayos anteriores, lo cual refleja la efectividad de las medidas correctivas implementadas, entre ellas el ajuste en la relación agua-cemento y la capacitación del operario de la mezcladora para garantizar una dosificación adecuada y un manejo correcto de los

aditivos. Estas acciones permitieron estabilizar la mezcla y acercarla a los rangos especificados en el diseño, promoviendo una consistencia más controlada y homogénea. En conclusión, aunque inicialmente se evidenció una trabajabilidad excesivamente alta, las correcciones aplicadas optimizaron el comportamiento del concreto, contribuyendo al control de calidad y asegurando mezclas más uniformes y acordes con los requisitos técnicos de la obra.

Figura 54.
Resultados Ensayo de Asentamiento

ANÁLISIS DE RESULTADOS					
MUESTRA	UBICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	CEMENTO EMPLEADO	ASENTAMIENTO (mm)	TIPO DE MEZCLA
1. Columna CD4 (Muestra 1)	River Tower	22/10/2025	Alión de Uso General	193	Muy Fluida
2. Columna CD4 (Muestra 2)	River Tower	22/10/2025	Alión de Uso General	225	Muy Fluida
3. Muro Pantalla MB2	River Tower	28/10/2025	Alión de Uso General	236	Muy Fluida
4. Rampa Nivel 2	River Tower	5/11/2025	Alión de Uso General	194	Muy Fluida
5. Muro pantalla Escalera	River Tower	4/11/2025	Alión de Uso General	118	Blanda
Los resultados del ensayo de asentamiento slump realizados en obra evidencian que las mezclas presentaron valores entre 118 y 236 mm, clasificándose según la NTC 396 mayoritariamente como concretos de consistencia muy fluida, comportamiento asociado al uso de aditivos como Plastol y Eucoestabilizador, que incrementan la trabajabilidad y estabilidad sin generar segregación.					
Sin embargo, la última muestra registró un asentamiento de 118 mm , valor significativamente menor en comparación con los ensayos anteriores, lo cual refleja la efectividad de las medidas correctivas implementadas , entre ellas el ajuste en la relación agua-cemento y la capacitación del operario de la mezcladora para garantizar una dosificación adecuada y un manejo correcto de los aditivos. Estas acciones permitieron estabilizar la mezcla y acercarla a los rangos especificados en el diseño, promoviendo una consistencia más controlada y homogénea. En conclusión, aunque inicialmente se evidenció una trabajabilidad excesivamente alta, las correcciones aplicadas optimizaron el comportamiento del concreto, contribuyendo al control de calidad y asegurando mezclas más uniformes y acordes con los requisitos técnicos de la obra.					
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA					
1. Columna CD4 (Muestra 1)	2. Columna CD4 (Muestra 2)		3. Muro Pantalla MB2		
					

Nota. La figura presenta los resultados y el análisis de los ensayos realizados. La hoja de cálculo en Excel empleada para el registro y cálculo de los valores obtenidos en el ensayo de

asentamiento se encuentra disponible en el [Apéndice D. Ensayos de Control de Calidad](#), donde puede ser consultada y verificada. **Fuente:** Elaboración propia.

En el desarrollo de la verificación de la calidad del concreto, se solicitó a la empresa Concretos y Morteros S.A.S. la entrega de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión correspondientes al concreto suministrado para la fundición de las placas 6, 7 y 8 en las fechas programadas. Esta información fue requerida con el fin de llevar un control adecuado sobre la resistencia real obtenida en obra, para así compararla con los parámetros especificados en el diseño, donde se verificó que si se daba cumplimiento a las características técnicas exigidas para el proyecto en base a los resultados analizados.

Figura 55.

Informe de resistencia a la compresión de Concretos y Morteros



San José de Cúcuta, 18 de noviembre de 2025

Señor: CONSTRUCTORA PEREZ Y ASOCIADOS S.A.S
OBRA: PAMPLONA
Cúcuta

Ref. Informe de resistencia a la compresión.

Cordial saludo

Anexo entregamos los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días de los concretos suministrados por la Planta Concretos y Morteros S.A.S.

Agradeciendo de antemano la atención prestada

ANDRES ALVARIN

OSCAR ANDRES ALVARAN RIVERA
Director de Calidad y Producción
Mat. Prof. No 121037-0529264 NTS



NIT. 900.092.414-4

Nota. La figura presenta el informe de los resultados y el análisis del ensayo de resistencia a la compresión, realizado en los laboratorios de la empresa Concreto y Morteros S.A.S. previos el suministro del concreto a la obra. Los informes recopilados se encuentran disponibles en el [Apéndice D. Ensayos de Control de Calidad](#), donde pueden ser consultados y verificados. **Fuente:** Elaboración propia.

Adicionalmente, durante la recepción del concreto en obra se verificaban los sellos de garantía ubicados en la tolva del mixer y se revisaban las especificaciones registradas en la ficha de entrega documento que se firma por personal autorizado en el momento del descargue, confirmando que el material recibido correspondiera al tipo de concreto solicitado en cuanto a resistencia, asentamiento y demás requisitos establecidos.

Los ensayos realizados permitieron verificar el comportamiento del concreto frente a los parámetros establecidos en diseño, identificando oportunamente variaciones en la trabajabilidad y en la evolución de la resistencia. A partir de estos resultados, se confirmó que los valores obtenidos se mantenían dentro de los rangos permisibles y, cuando se evidenciaron desviaciones tendientes a salirse del comportamiento esperado, se tomaron medidas correctivas inmediatas, tales como la revisión de la dosificación, el ajuste de la relación agua-cemento y la verificación de las condiciones de mezcla en obra. Estas acciones permitieron estabilizar el proceso, garantizar la calidad del material colocado y asegurar que los elementos estructurales cumplieran con los requisitos técnicos establecidos.

Objetivo 3

Apoyar en la planificación, seguimiento y actualización del cronograma de obra, controlando el avance físico y presupuestal conforme a los objetivos del proyecto, así como calcular las cantidades de obra a partir de los planos y documentos técnicos, con el fin de contribuir a una gestión eficiente de los materiales y recursos disponibles.

Cálculo de cantidades de obra, incluyendo desperdicios

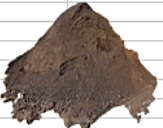
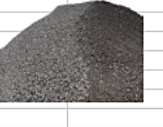
Se realizó el cálculo detallado de las cantidades de obra tomando como referencia los planos arquitectónicos, estructurales y las especificaciones técnicas del proyecto, con el objetivo de obtener una estimación precisa y confiable de los materiales requeridos antes de ejecutar cada actividad constructiva. Para ello se elaboró una memoria de cálculo en Excel programada para automatizar el proceso del cálculo de la dosificación del concreto: el archivo permite ingresar las dimensiones de cada elemento estructural como sección, longitud, espesor y resistencia especificada y calcular de manera inmediata el volumen de concreto requerido, así como la cantidad de materiales necesarios para su elaboración.

La herramienta genera automáticamente el número de bultos de cemento (en sus diferentes unidades de presentación), la cantidad de arena, la cantidad de grava triturada y el volumen de agua requerido, basándose en la dosificación establecida para cada resistencia y en las especificaciones técnicas del cemento empleado, en este caso Alión de Uso General.

Así mismo, se elaboraron unas tablas donde se calculó la cantidad de acero requerido para elementos estructurales como columnas, vigas y placas de entrepiso, recopilando una información clara y precisa para la correcta ejecución de los procesos contractivos y optimización de los recursos.

Figura 56.

Memoria de cálculo de cantidades

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		DOSIFICACIÓN REQUERIDA PARA UNA RESISTENCIA DE F'C: 4000 PSI									
		INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL:				CEMENTO ALIÓN DE USO GENERAL F'C: 4000 PSI					
						CEMENTO	ARENA	TRITURADO	DOSIFICACIÓN		
		<i>Longitud (L) Mts</i>	2.57			400	832	873	<i>Dosificación Kg</i>		
		<i>Ancho (b) Mts</i>	0.45			425	88.4	92.8	<i>Por bulto Kg</i>		
		<i>Alto (h) Mts</i>	2.4			42.5	0.052	0.062	<i>Datos en M3</i>		
		<i>M3</i>	2.7756			42.5	2.6	3.09	<i>En Baldes</i>		
						1UND	2.5 UND	3UND	<i>Constructivo</i>		
		DOSIFICACIÓN REQUERIDA									
				Incluye 5% Desperdicio							
		<i>Cemento de uso General Kg</i>	1110.24	27.42945882	Bultos de 42.5 kg						
		<i>Arena Kg</i>	2309.2992	57.05327435	kg						
		<i>Grava Kg</i>	2423.0988	59.86479388	kg						
		<i>Agua</i>	555.12	582.876	lts						
		DOSIFICACIÓN REQUERIDA PARA UNA RESISTENCIA DE F'C: 5000 PSI									
		INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL:				CEMENTO ALIÓN DE USO GENERAL F'C: 3000 PSI					
						CEMENTO	ARENA	TRITURADO	DOSIFICACIÓN		
		<i>Longitud (L) Mts</i>	2.57			450	786	85.1	<i>Dosificación Kg</i>		
		<i>Ancho (b) Mts</i>	0.6			42.5	74.2	80.4	<i>Por bulto Kg</i>		
		<i>Alto (h) Mts</i>	0.6			42.5	0.044	0.054	<i>Datos en M3</i>		
		<i>M3</i>	0.9252			42.5	2.183	2.679	<i>En Baldes</i>		
						1UND	2 UND	2.5 UND	<i>Constructivo</i>		
		DOSIFICACIÓN REQUERIDA									
				Incluye 5% Desperdicio							
		<i>Cemento de uso General Kg</i>	416.34	9.796235294	Bultos de 42.5 kg						
		<i>Arena Kg</i>	727.2072	14.544144	kg						
		<i>Grava Kg</i>	78.73452	1.5746904	kg						
		<i>Agua</i>	185.04	194.292	lts						
		CANTIDAD DE ARENA, CEMENTO, GRAVA POR METRO CUBICO M3 Y RESISTENCIA QUE SE OBTIENEN									
		MEZCLA	CEMENTO		ARENA	GRAVA	AGUA LITROS		A LOS 28 DIAS		
		C. A. G	KILOS	SACOS (50 KG)	M3	M3	AGR. HUM	AGR. SECO	KG/CM2	LBS/PULG	
		1.2.2	420	8.5	0.670	0.670	180	200	250	3.555	
		1.2.2 1/2	380	7.5	0.600	0.760	170	190	240	3.400	
		1.2.3	350	7.0	0.555	0.835	160	180	220	3.130	
		Memoria de Cálculo									

Nota. La figura muestra la hoja de cálculo programada para calcular la dosificación del concreto, el libro de Excel se encuentra disponible en el [Apéndice E. Memoria de Cálculo y Cantidades de Obra](#), al cual puede ingresarse para su consulta y verificación. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 57.

Cantidad total de concreto y acero en columnas

CANTIDAD TOTAL DE CONCRETO Y ACERO EN COLUMNAS					
Planta	Concreto		Armaduras		
	Tipo $f_c = 350$ Recubrimiento: 4 cm		Longitudinal (kg)	Estribos (kg)	Total + 10% (kg)
	Volumen (m3)	Encofrado (m2)			
Terrazas	12.15	105	670.7	2335.1	3306.38
Piso 12	15.81	118.8	2720.8	2500.3	5441.59
Piso 11	16.72	122.4	3009.8	2551.3	5788.75
Piso 10	17.18	124.2	3020.9	2583.7	5836.6
Piso 9	17.34	124.8	3168.4	2591.1	6006.99
Piso 8	17.5	125.4	3217.9	2589.6	6059.79
Piso 7	17.67	126	3470	2575.2	6321.26
Piso 6	18.81	130.2	3528.7	2633.7	6454.8
Piso 5	18.81	130.2	3725.3	2607.1	6530.37
Piso 4	19.48	132.6	3813.2	2676.2	6689.43
Piso 3	20.83	137.4	4258.5	2767.2	7279.36
Piso 2	27.23	170.92	5160.5	3261.6	8785.15
Piso 1	32.53	190.20	6494.30	4248.50	11817.08
Sótano 1	27.63	161.88	5344.10	3481.20	9707.83
Cimentación	871.8	131.304	39568.17	-	43524.987
TOTAL	1151.49	2031.30	91171.3	39401.8	139550.367

Nota. La figura muestra el cálculo general de acero y concreto en las columnas que conforman el edificio. La hoja de cálculo de Excel donde se detallan las cantidades de obra calculadas por piso, se encuentra disponible en el [Apéndice E. Memoria de Cálculo y Cantidades de Obra](#), al cual puede ingresarse para su consulta y verificación. **Fuente:** Elaboración propia.

De forma complementaria, también se realizaron cálculos directos en obra, especialmente durante las actividades de fundida, donde se verificaban las dimensiones reales de los elementos estructurales para ajustar el consumo de concreto de acuerdo con los volúmenes ejecutados en campo. Esto permitió anticipar la cantidad exacta a utilizar en cada vaciado, evitar desperdicios y garantizar que la mezcla fuera coherente con las necesidades reales del elemento. En contraste, el cálculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal se realizó estrictamente con base en los

planos estructurales, determinando el número de barras, longitudes, diámetros, pesos unitarios y armados requeridos, dado que estos datos dependen directamente del diseño estructural.

Figura 58.

Cálculo de cantidades en obra

Concreto - Columnas

Dosificación : 465 kg x m³ para 5000 (Cemento)

Col CC1, CD1, CB2, CC2

$$0,65 \times 0,65 \times 2,57 = 1,0858 \text{ m}^3$$

$$0,60 \times 0,60 \times 2,57 = 0,9252 \text{ m}^3$$

$$2 \times (0,55 \times 0,55 \times 2,57) = 1,554 \text{ m}^3$$

$$3,57 \text{ m}^3$$

$$3,57 \text{ m}^3 \times 465 \text{ kg} = 1.660$$

$$\frac{1.660 \text{ kg} \cdot \text{m}^3}{42,5 \text{ kg}} = 39 \text{ Bolsas}$$

42,5 kg → Bolsa de cemento Allón de uso general x 42,5 kg

• Nota: Para el muro pantalla del Volado se necesitan 27,5 bultos, y para la siguiente fundida 4 columnas 37 bolsas.

Cálculo - Concreto

Eje A

Volado - A1 = 0,86 x 0,52 x 0,60 = 0,27

A1 - A2 = 0,06 x 0,52 x 0,60 = 0,02

A2 - A3 = 0,13 x 0,40 x 0,60 = 0,03

A3 - A4 = 0,14 x 0,40 x 0,60 = 0,04

A4 - Volado = 0,65 x 0,40 x 0,60 = 0,16

Eje B

Completo = 2,3,90 x 0,40 x 0,60 = 0,94

Eje C

Completo = 1,23 x 0,40 x 0,60 + (0,90 x 0,50 x 0,60) = 0,71

Eje D

V 4083 - V 4087 = 5,10 x 0,40 x 0,60 = 1,22

V 4084 - V 4082 = 14,70 x 0,40 x 0,60 = 3,53

V 4072 = 2,40 x 0,20 x 0,60 = 0,29

V 4071 = 1,60 x 0,30 x 0,60 = 0,29

Vgt buitrón = 3,25 x 0,20 x 0,60 = 0,39

V HE 1 = 5,00 x 0,40 x 0,60 = 1,82

V 4041 - V 4043 = 5,30 x 0,20 x 0,60 = 0,64

V 4039 = 9,40 x 0,20 x 0,60 = 1,13

V 4040 = 1,40 x 0,20 x 0,60 x (2) = 0,34

V 4012 = 2,30 x 0,30 x 0,60 = 0,41

V 4003 - V 4004 = 11,33 x 0,25 x 0,60 = 1,69

V 4001 = 3,12 x 0,20 x 0,60 = 0,45

V 4102 - V 4104 = 2,20 x 0,20 x 0,60 = 0,38

V 4100 - 4101 = 15,80 x 0,20 x 0,60 = 1,90

Eje 1

Completo = 2,6,20 x 0,40 x 0,60 = 6,29

V 4087 - V 4085 = 4,95 x 0,30 x 0,60 = 0,89

V 4103 = 1,40 x 0,30 x 0,60 = 0,34

V 4119 = 5,80 x 0,25 x 0,60 x (2) = 1,94

V 4113 = 3,00 x 0,20 x 0,60 = 0,36

V 4182 - V 4184 = 9,20 x 0,20 x 0,60 x (2) = 2,21

Eje 4

Completo = 2,7,90 x 0,40 x 0,60 = 6,90

V 4210 - 4214 = 2,7,00 x 0,20 x 0,60 = 3,35

V 4073 - V 4076 = 4,05 x 0,20 x 0,60 = 0,49

V 4096 = 4,30 x 0,20 x 0,60 = 0,52

V 4070 = 0,90 x 0,40 x 0,60 = 0,22

V 4074 - V 4075 = 9,40 x 0,20 x 0,60 = 1,13

Placel = 0,59 m x 49,42 m = 29,16 m²

Total = 113,98 ≈ **114 m³**

Nota. En la imagen se observa el cálculo de cantidades en obra, previo a la actividad de fundida de dichos elementos estructurales. **Fuente:** Elaboración propia.

En ambos casos, tanto para concreto como para acero, se incluyeron porcentajes de desperdicio acordes a las prácticas de obra: un 5% para concreto y un 10% para acero, compensando pérdidas durante la manipulación, transporte, corte y vaciado. Esta memoria de cálculo, junto con los ajustes realizados en obra, no solo facilitó el trabajo técnico, sino que también aportó información

clave para el área administrativa de la constructora, permitiendo gestionar oportunamente la compra y suministro de materiales, organizar inventarios y coordinar entregas. Con ello se evitaron retrasos y sobre costos asociados a faltantes o excedentes y se fortaleció la coordinación entre la planeación técnica y la logística del proyecto, logrando un desarrollo más eficiente, ordenado y coherente con los objetivos de construcción.

Figura 59.

Inventario de estribos disponibles en obra

Dimensión (cm)	Diámetro (pulg)	Cantidad (unidades)
30 x 50	3/8	128
25 x 50	3/8	10
25 x 45	3/8	39
20 x 50	3/8	15
12 x 50	3/8	14
20 x 55	3/8	13
25 x 40	3/8	8
65 x 65	3/8	3
35 x 35	3/8	34
30 x 45	3/8	5
55 x 55	3/8	36
30 x 50	1/2	124
30 x 45	1/2	2
30 x 30	1/2	2
60 x 60	3/8	2
20 x 35	3/8	60
45 x 45	3/8	16
25 x 60	3/8	2
40 x 40	3/8	1
15 x 50	3/8	22
25 x 30	3/8	28
20 x 60	3/8	2
50 x 50	3/8	5
20 x 40	3/8	3

Nota. La imagen muestra el inventario realizado antes de solicitar los estribos requeridos al área administrativa y operacional, con el fin de determinar la cantidad exacta a pedir, optimizar el uso de los recursos y asegurar una adecuada rotación del material. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 60.

Cálculo de cantidad de acero transversal de 1/2" en obra

• EJ 4
 - CC4 - CD4 = 50 E 1/2"
 Total E 1/2" = 419 E
 En obra hay = 55 und Suelos
 Total Faltante = 364 und E
 - 118 E puestos ya en otras
246 E
 - 90 E que llegarán
156 E Faltantes

Nota. En la imagen se observa el cálculo total de estribos de 1/2" requeridos según el diseño estructural para la placa 7, los dispuestos en obra y la cantidad faltante a solicitar. **Fuente:** Elaboración propia.

Actualización del cronograma de obra en Microsoft Project, identificando la ruta crítica y realizando el respectivo diagrama

Dado que el proyecto no contaba con una programación previa ni con un cronograma formalmente establecido, fue necesario implementar una medida correctiva orientada a estructurar y organizar la planificación de las actividades ejecutadas y pendientes en obra. Para ello, se realizó

inicialmente una revisión exhaustiva de los informes de supervisión y demás documentos archivados en el área administrativa de la constructora, a partir de los cuales fue posible identificar el historial de actividades desarrolladas desde el inicio del proyecto. De manera complementaria, se llevó a cabo una recopilación directa de información con el personal que participó activamente en cada etapa constructiva, verificando duraciones reales, secuencias de ejecución, tiempos muertos y procesos específicos. Esta labor permitió reconstruir con mayor precisión la programación inicial de la obra.

Figura 61.

Actividades de obra

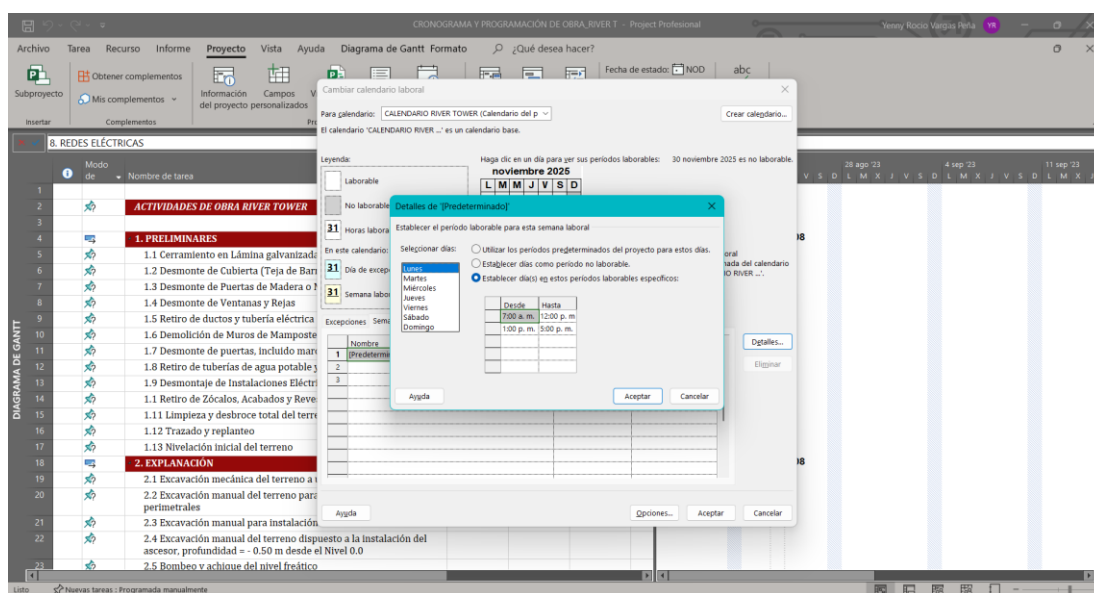
CONSTRUCTORA PEREZ Y ASOCIADOS S.A.S				
ACTIVIDADES DE OBRA DE OBRA				
DATOS DE PROYECTO				
NOMBRE	Condominio residencial RIVER TOWER			
LOCALIZACIÓN	Calle 9 con Carrera 7, Esquina, Plazuela Almeyda			
FECHA DE INICIO	Programada	20-ago-22	Real	23-ago-22
FECHA DE FINALIZACIÓN	Programada	20-ago-27	Real	Ejecución
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD
1. PRELIMINARES				
1.1	Cerramiento en Lámina galvanizada ondulada			ML
1.2	Desmonte de Cubierta (Teja de Barro y Estructura de Madera)			M2
1.3	Desmonte de Puertas de Madera o Metálicas			UND
1.4	Desmonte de Ventanas y Rejas			UND
1.5	Retiro de ductos y tubería eléctrica (conduit)			ML
1.6	Demolición de Muros de Mampostería			UND
1.7	Desmonte de puertas, incluido marco			UND
1.8	Retiro de tuberías de agua potable y desagüe			ML
1.9	Desmontaje de Instalaciones Eléctricas			ML
1.10	Retiro de Zócalos, Acabados y Revestimientos			M2
1.11	Limpieza y desbroce total del terreno			ML
1.12	Trazado y replanteo			M2
1.13	Nivelación inicial del terreno			M2
2. EXPLANACIÓN				
2.1	Excavación mecánica del terreno a un nivel de - 8.00 mts			M3
2.2	Excavación manual del terreno para muros de contención perimetrales			M3
2.3	Excavación manual para instalación de filtro Fráncés			M3
2.4	Excavación manual del terreno dispuesto a la instalación del ascensor, profundidad = - 0.50 m desde el Nivel 0.0			M3
2.5	Bombeo y achique del nivel freático			M3
2.6	Conformación de la cama filtrante			M3
2.7	Instalación del filtro Fráncés			ML
2.8	Relleno del sistema drenante			M3
2.9	Relleno en material común del terreno			M3
2.10	Relleno de sub base con material seleccionado del terreno en general e= 0.50 m			M3
2.11	Compactación manual del fondo de la excavación			M2
2.12	Compactación mecánica del terreno en general			M2
3. CIMENTACIÓN				
3.1	Concreto de limpieza (Solado), e= 5 cm, F'c= 2500 PSI			M3
3.2	Armado de acero de refuerzo (parrilla) de losa de cimentación Fy= 420 Mpa			KG
3.3	Armado de acero de refuerzo de muros perimetrales Fy=420 Mpa			KG
3.4	Instalación de formaleta Metálica para losa de cimentación			M2
3.5	Instalación de formaleta Metálica para muros de contención perimetrales			M2
3.6	Fundida de losa de cimentación F'c= 4000 PSI			M3
3.7	Fundida de muros de contención perimetrales F'c= 4000 PSI			M2
3.8	Desencofrado de losa de cimentación			M2
3.9	Desencofrado de muros de contención perimetrales			M2
3.10	Curado del concreto de losa de cimentación			M2
3.11	Curado del concreto de muros de contención perimetrales			M2
4. ESTRUCTURAS EN CONCRETO				
4.1. ESTRUCTURAS EN CONCRETO - SÓTANO 1 NPT -5.70 MTS				
4.1.1	Trazado de ejes principales mediante escuadra y equipo de medición.			GLOBAL
4.1.2	Replanteo de elementos estructurales conforme a planos y puntos de control.			ML
4.1.3	Armado de acero de refuerzo de columnas Fy=420 Mpa			KG
4.1.4	Encofrado y aplome de columnas mediante formaleta metálica			M2

Nota. En la figura se observa las actividades de obra correspondientes a la ejecución del proyecto residencial River Tower. Esta información se encuentra disponible en el [Apéndice F. Actividades de Obra](#), al cual puede ingresarse para su consulta y verificación. **Fuente:** Elaboración propia.

Con la información consolidada, se procedió a la elaboración del cronograma en Microsoft Project, importando y estructurando cada actividad, asignando sus duraciones correspondientes y definiendo las relaciones de precedencia y sucesión necesarias para reflejar el orden lógico de la construcción. Como parte de esta programación, se creó un calendario de trabajo personalizado dentro de Project, ajustado a la jornada real de la obra.

Figura 62.

Creación de calendario en Microsoft Project



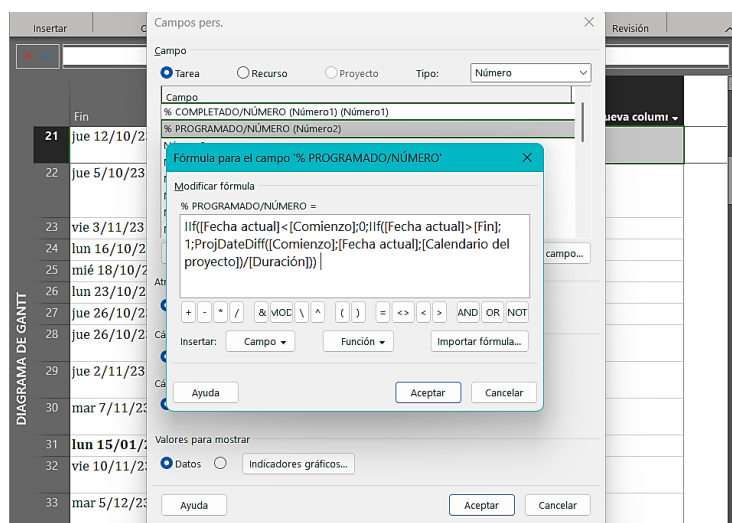
Nota. En la figura se observa la creación del calendario en Microsoft Project, ajustado a la jornada laboral real del proyecto River Tower. Este archivo correspondiente al cronograma de obra se encuentra disponible en el [Apéndice G. Cronograma y Programación de Obra](#), al cual puede ingresarse para su consulta y verificación. **Fuente:** Elaboración propia.

Se estableció un horario laboral de 9 horas diarias, distribuidas de 7:00 a.m. a 1:00 p.m. y de 1:00 p.m. a 5:00 p.m., correspondiente a los días laborales regulares. Adicionalmente, se configuró que los sábados y los días festivos que coinciden dentro del calendario de obra contaran con una jornada reducida, comprendida entre 7:00 a.m. y 12:00 p.m., tal como se trabaja en campo. De esta forma, se definió una semana operativa de lunes a sábado, considerando festivos dentro de estos días, y dejando como único día no laborable el domingo, en coherencia con la dinámica real del proyecto.

Asimismo, se desarrolló una programación, la cual permitió integrar la información del proyecto en un cronograma estructurado y dinámico. Esta planificación facilitó la comparación entre el porcentaje de avance real, el porcentaje programado y el porcentaje de retraso, posibilitando un análisis preciso del cumplimiento de las actividades. Gracias a esta herramienta fue posible identificar discrepancias entre lo ejecutado y lo planificado, lo que aportó elementos objetivos para evaluar el rendimiento del proyecto y orientar la toma de decisiones en materia de seguimiento y control.

Figura 63.

Programación de nuevo campo en el proyecto

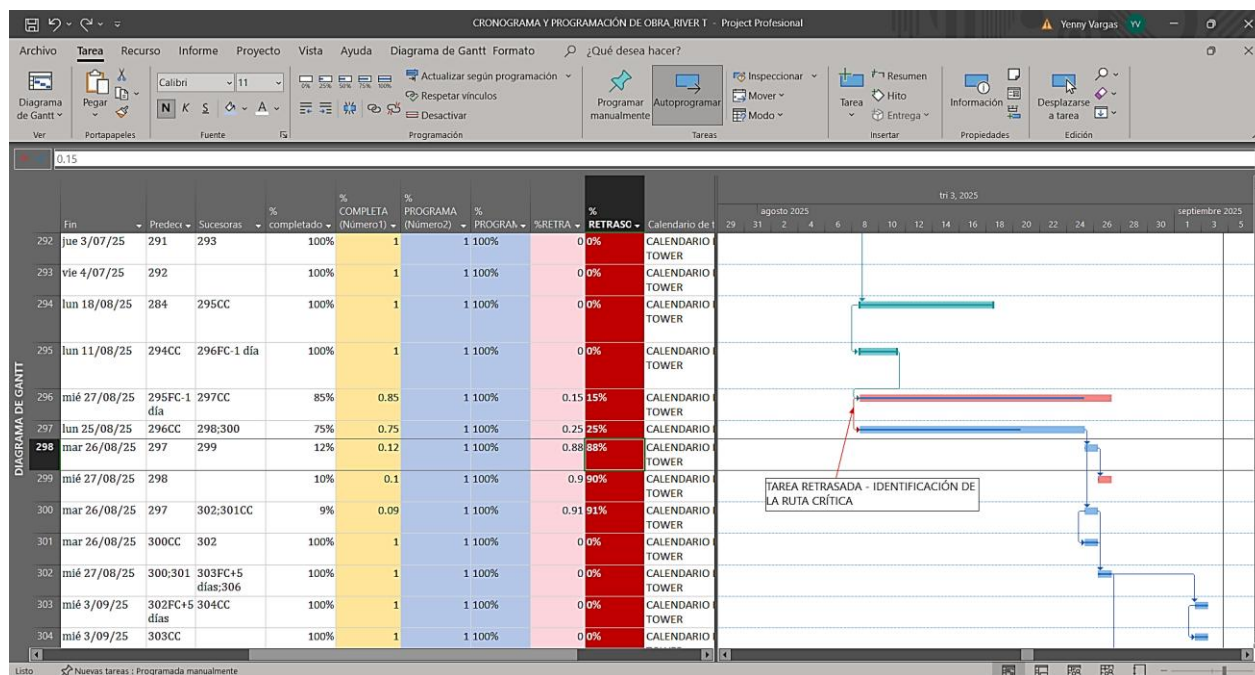


Nota. En la figura se evidencia la creación de un nuevo campo en Microsoft Project mediante programación, el cual permite calcular y comparar el porcentaje completado con el porcentaje programado, obteniendo así de manera automática el porcentaje de retraso del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Con base en la identificación de las actividades que presentaron atrasos, fue posible determinar la ruta crítica del proyecto, entendida como la secuencia de tareas cuya variación impacta directamente en la duración total de la obra. Este análisis permitió reconocer los puntos de mayor sensibilidad dentro de la programación y, a partir de ello, optimizar los procesos de planificación, control y ejecución. La identificación oportuna de estas tareas críticas contribuyó a fortalecer la gestión del cronograma, favorecer la asignación eficiente de recursos y mejorar la continuidad operativa de la obra.

Figura 64.

Cronograma de obra y diagrama de Gantt

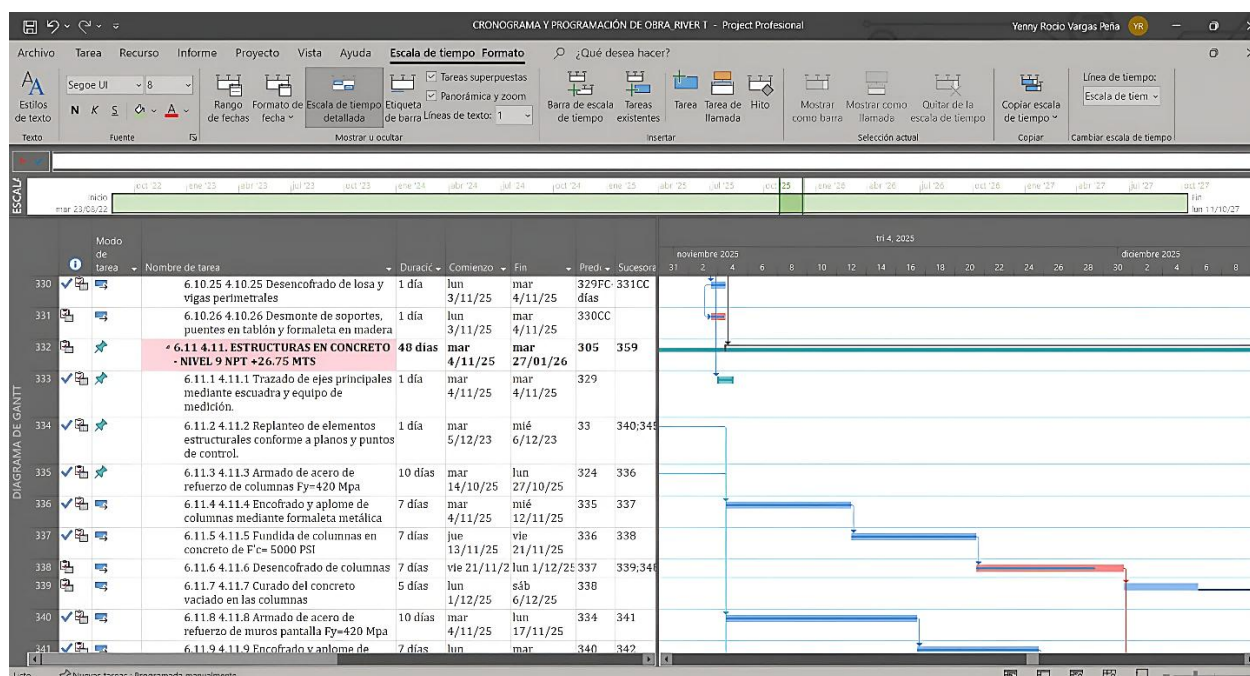


Nota. En la figura se aprecia el avance del cronograma de obra elaborado en Microsoft Project, donde las actividades se ejecutan de manera continua. Se identifica la presencia de una tarea retrasada y la ruta crítica generada a partir de esta condición, lo cual permite tomar acciones preventivas y correctivas para garantizar el adecuado desarrollo del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

La estructuración de este cronograma permitió visualizar de manera clara el orden cronológico real de las actividades ejecutadas, así como la relación de dependencia entre cada una de ellas por medio del diagrama de Gantt. Esto facilitó la evaluación del avance del proyecto y permitió identificar la ruta crítica, entendida como el conjunto de actividades que determinan directamente la duración total del proyecto. Gracias a esta identificación, fue posible detectar oportunamente posibles atrasos, anticipar riesgos en la programación y plantear medidas correctivas de forma adecuada para garantizar la continuidad y eficiencia de la obra.

Figura 65.

Cronograma de obra y secuencia de actividades

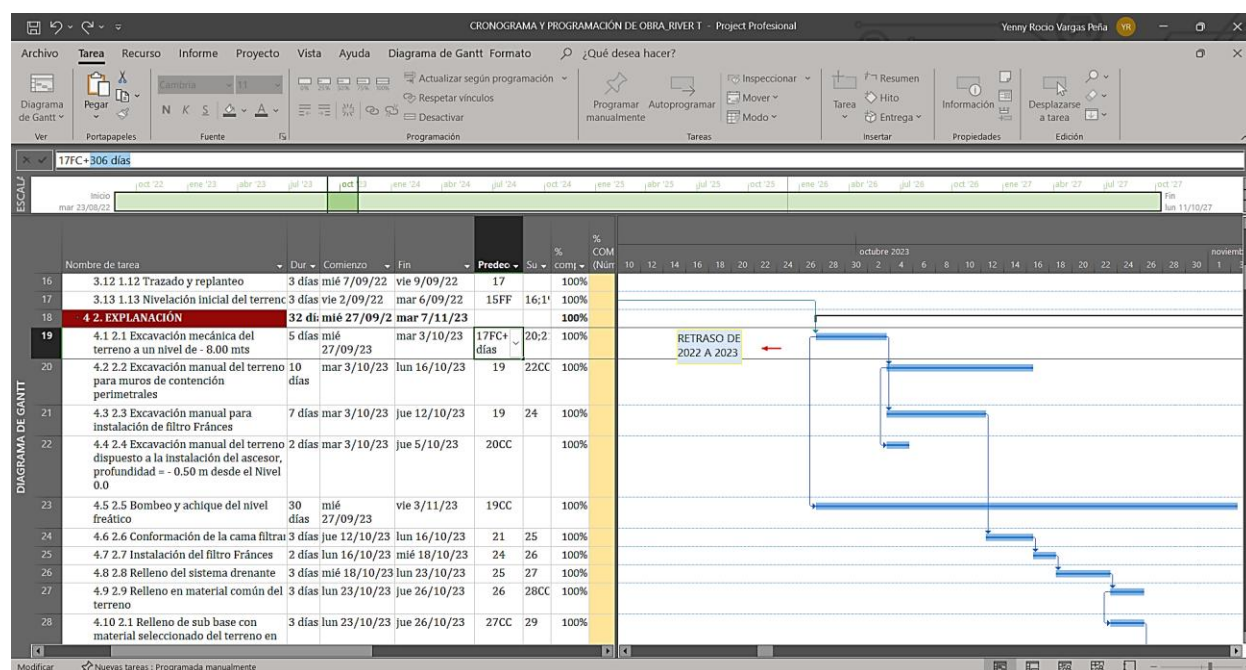


Nota. En la figura se presenta la secuencia de actividades definida en el cronograma de obra elaborado en Microsoft Project, donde se establecieron las duraciones previstas para cada proceso constructivo y se realizó el análisis cronológico. **Fuente:** Elaboración propia.

Durante el análisis cronológico se evidenció que la obra mantiene actualmente un buen ritmo de ejecución, presentando solo pocos atrasos acumulados. El retraso más significativo se registró en el periodo de los años 2022-2023, cuando la obra se detuvo temporalmente por temas relacionados con la licencia de construcción. No obstante, a partir del año 2024 las actividades se reanudaron de manera continua y, hasta la fecha, no se han presentado nuevas interrupciones relevantes.

Figura 66.

Retraso de la obra en el periodo de 2022-2023



Nota. En la figura se evidencia el periodo de cese y retraso de actividades comprendido entre 2022 y 2023, originado por factores administrativos. Dicho intervalo fue incorporado y

documentado dentro del cronograma, donde se estableció formalmente la pausa programada en la ejecución del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

La programación también permitió establecer con precisión los tiempos necesarios entre fundidas de placas de entrepiso. A partir del análisis se determinó que, desde la fundición de una placa hasta la fundición de la siguiente, se registraron las siguientes duraciones: 48 días para la placa 6, 49 días para la placa 7 y 48 días para la placa 8. Estos valores permitieron consolidar un tiempo promedio estimado de 7 semanas entre placas, dato indispensable para la planificación de recursos, la coordinación de actividades y la proyección del avance general de la obra.

Registro del avance diario de actividades dentro del cronograma, así como la actualización de estimaciones de obra calculadas

Además de la programación en Microsoft Project, el control del avance se reforzó mediante el registro constante en la bitácora de obra. En este documento se anotaban, de manera diaria, las fechas en las que cada actividad iniciaba y finalizaba, así como observaciones relevantes sobre su desarrollo. Este seguimiento permitió contar con un registro fiel del avance real en campo, lo que facilitaba contrastar la ejecución diaria con la planificación proyectada. Con base en esta información, se actualizaba posteriormente el cronograma en Project, incorporando los adelantos o ajustes necesarios para que la programación permaneciera alineada con la realidad de la obra. Este proceso permitió mantener una organización clara, ordenada y coherente con el ritmo de construcción, asegurando que la planificación se ajustara de manera continua al progreso efectivo del proyecto.

Cortes de obra quincenales: seguimiento del avance y control de desviaciones

En base a las actividades registradas en la bitácora de obra y a la programación establecida en el cronograma oficial del proyecto, se elaboraron cortes de obra quincenales con el propósito de realizar un seguimiento detallado del avance real frente a lo planificado. Este proceso de control permitió evaluar de manera precisa el comportamiento de la obra a lo largo del tiempo, identificando variaciones en la ejecución, analizando los factores que influyeron en el desarrollo de las actividades y estableciendo las acciones necesarias para mantener la continuidad del proceso constructivo dentro de los parámetros proyectados.

Cada corte integra la comparación entre actividades programadas y ejecutadas, las variaciones en días, los porcentajes de retraso, el análisis técnico y las medidas de mitigación aplicadas. A continuación, se presentan los cortes correspondientes al periodo evaluado, los cuales permiten visualizar de forma clara y estructurada la dinámica real del proyecto y su relación con la programación inicial.

Tabla 15.

Corte de obra 1 (1–15 de julio)

<i>Actividad</i>	<i>Planeado</i>	<i>Ejecutado</i>	<i>Duración Planeada (días)</i>	<i>Variación (días)</i>	<i>Retraso (%)</i>	<i>Observación</i>
<i>Armado de columnas</i>	6–10 julio	5–10 julio	5 días	+1 día	20%	Se extiende por continuidad en varios ejes.
<i>Fundida de columnas</i>	6-10 julio	4 y 7 julio	3 días	-2 días	0%	La fundida se divide en dos jornadas.
<i>Armado de muros tipo pantalla</i>	8–14 julio	7–15 julio	7 días	+2 días	29%	Ajustes de formaleta.

Fundida de muros tipo pantalla	12–14 julio	15 julio	1 día	0	0%	Se ejecuta al cierre del ciclo.
Encofrado de columnas y muros	6–10 julio	8–10 julio	5 días	–2 días	0%	Se realiza en menor tiempo al previsto.
Desencofrado de columnas y losa 6	5–8 julio	5–7 julio	3 días	0	0%	Dentro del rango programado.
Armado de vigas y puentes en tablón	10–15 julio	14–15 julio	5 días	–3 días	0%	Se concentra al final del corte.
Inicio de replanteo de mampostería nivel 4	1–31 julio	14–15 julio	1 días	0	0%	Actividad continua.

Tabla 16.

Corte de obra 2 (16–31 de julio)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración Planeada (días)	Variación (días)	Retraso (%)	Observación
Encofrado de muros pantalla	15–18 julio	16–18 julio	4 días	+1 día	25%	Retraso por desencofrados previos.
Armado de vigas principales	17–23 julio	17–24 julio	7 días	+1 día	14%	Avance constante, retraso leve.
Encofrado de vigas	20–22 julio	18–23 julio	3 días	+1 día	33%	Secuencia del armado influyó.
Vaciado vigas principales	23–25 julio	25–30 julio	3 días	+5 días	15%	Retraso leve por disponibilidad de concreto.
Armado vigas secundarias	22–26 julio	22–31 julio	5 días	+5 días	30%	Actividad no crítica; retraso absorbible.

Mampostería nivel 4	1-31 julio	1-31 julio	31 días	0	0%	Cumplimiento continuo.
----------------------------	------------	------------	---------	---	----	------------------------

Tabla 17.

Corte de obra 3 (1-15 de agosto)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración (días)	Variación	Retraso %	Observación
Armado de vigas principales	1-10 ago	1-12 ago	10 días	+2 días	20%	Se extendió por mayor cantidad de acero.
Armado de vigas secundarias	3-15 ago	2-14 ago	13 días	0 días	0%	Cumple programación.
Encofrado de placa siguiente	8-15 ago	7-15 ago	7 días	0 días	0%	Inició incluso antes del planeado.
Fundida de elementos estructurales	15 ago	10 y 14 ago	1 día	0 días	0%	La fundida se adelantó estratégicamente.
Mampostería nivel 5	1-31 ago	1-15 ago	31 días	0	0%	Avance constante y sin retraso.

Tabla 18.

Corte de obra 4 (16-31 de agosto)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración	Variación	Retraso %	Observación
Encofrado final de placa	15-20 ago	16-21 ago	6 días	+1 día	17%	Retraso leve por armado previo.
Fundida de placa	20-25 ago	25 ago	1 día	0 días	0%	Dentro del rango aceptable.
Desencofrado	25-31 ago	26-31 ago	6 días	0 días	0%	Sin retrasos.

Armado de columnas siguiente nivel	29–31 ago	29–31 ago	6 días	0	0%	Cumple totalmente.
Mampostería nivel 5	1–31 ago	16–31 ago	31 días	0	0%	Avance continuo.

Tabla 19.

Corte 5 (1 al 15 septiembre)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración Planeada	Variación (días)	Retraso (%)	Observación
Armado de vigas principales	1–7 sep	1–8 sep	7 días	+1 día	14%	Retraso leve por volumen de acero.
Encofrado de vigas	5–12 sep	5–13 sep	8 días	+1 día	12.5%	No afectó preparación de fundida.
Instalaciones embebidas	Desde 10 sep	9–15 sep	6 días	0	0%	Actividad se adelantó.
Fundida estructural	12–15 sep	12 y 14 sep	3 días	0	0%	Perfecto cumplimiento del cronograma.
Desencofrado	14–18 sep	14–15 sep	5 días	–3 días (adelanto)	0%	Buena eficiencia operativa.
Mampostería nivel 5	Todo septiembre	1–15 sep	30 días	0	0%	Flujo continuo sin retrasos.

Tabla 20.

Corte 6 (16–30 septiembre)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración Planeada	Variación (días)	Retraso (%)	Observación
Encofrado de vigas finales	15–22 sep	16–23 sep	8 días	+1 día	12.5%	Retraso leve por disponibilidad de formaleta.

Armado de vigas y muros	16–25 sep	16–26 sep	10 días	+1 día	10%	Retraso controlado por complejidad del armado.
Instalaciones hidrosanitarias	1–30 sep	16–30 sep	30 días	0 días	0%	Avance normal según cronograma.
Fundida estructural	25–28 sep	24–25 sep	3 días	0 días	0%	Se adelantó (positivo).
Mampostería nivel 5	1–30 sep	16–30 sep	30 días	0 días	0%	Avance continuo, sin retraso.
Instalaciones eléctricas	20–30 sep	21–30 sep	10 días	0 días	0%	Cumple programación.

Tabla 21.

Corte 7 (1–15 octubre)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración Planeada	Variación (días)	Retraso (%)	Observación
Encofrado de vigas	1–7 oct	1–8 oct	7 días	+1 día	14%	Retraso leve por reorganización de formaleta.
Armado de vigas principales	3–10 oct	1–8 oct	8 días	–2 días (adelanto)	0%	Armado comenzó antes, positivo.
Fundida de vigas	8–11 oct	8 oct	4 días	0 días	0%	Fundida ejecutada en la fecha programada.
Desencofrado	10–15 oct	11–15 oct	6 días	0 días	0%	Normal.
Mampostería niveles 5-6	Todo octubre	1–15 oct	31 días	0	0%	Avance continuo.
Instalaciones eléctricas y sanitarias	Todo octubre	1–15 oct	31 días	0	0%	En sincronía con mampostería.

Tabla 22.

Corte 8 (16–31 octubre)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración Planeada	Variación	Retraso %	Observación
Armado de muros pantalla	16–26 oct	16–27 oct	11 días	+1 día	9%	Retraso leve por complejidad de refuerzo.
Encofrado de muros	16–26 oct	17–28 oct	11 días	+2 días	18%	Atraso leve por rotación de formaleta.
Armado de vigas nivel 7	16–28 oct	18–30 oct	13 días	+2 días	15%	Se acumuló por incremento de frentes simultáneos.
Fundida muro pantalla MB2	20–28 oct	24 oct	9 días	0 días	0%	Ejecución en fecha prevista.
Instalaciones eléctricas	1–31 oct	16–31 oct	31 días	0 días	0%	Avance normal y continuo.
Instalaciones hidrosanitarias	1–31 oct	16–31 oct	31 días	0 días	0%	Sin desviaciones.
Mampostería niveles 5–6	1–31 oct	16–31 oct	31 días	0 días	0%	Avance continuo en ritmo adecuado.
Preparación formaleta placa	28–31 oct	28–31 oct	4 días	0 días	0%	Cumplimiento exacto.

Tabla 23.

Corte 9 (1 al 15 noviembre)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración Planeada	Variación (días)	Retraso (%)	Observación
Armado de vigas nivel 8	1–8 nov	1–9 nov	8 días	+1 día	12.5%	Retraso leve por volumen de refuerzo.

Encofrado de vigas	5–12 nov	6–13 nov	8 días	+1 día	12.5%	Ligera demora por rotación de formaleta.
Fundida de vigas	12–15 nov	14 nov	4 días	0 días	0%	Ejecutada dentro de lo programado.
Instalación eléctrica	Todo nov	1–15 nov	30 días	0	0%	Sin retrasos.
Instalación hidrosanitaria	Todo nov	1–15 nov	30 días	0	0%	Correcto flujo de trabajo.
Mampostería niveles 5–6	Todo nov	1–15 nov	30 días	0	0%	Avance normal.
Preparación formaleta para placa	14–18 nov	13–15 nov	5 días	–1 día (adelanto)	0%	Inicio anticipado.

Tabla 24.

Corte 10 (16 al 30 noviembre)

Actividad	Planeado	Ejecutado	Duración Planeada	Variación (días)	Retraso %	Observación
Armado de muros pantalla	16–24 nov	16–25 nov	9 días	+1 día	11%	Retraso leve por complejidad del refuerzo.
Encofrado de muros	16–24 nov	17–25 nov	9 días	+1 día	11%	Se retrasó por escasez temporal de formaleta.
Fundida de muros estructurales	23–27 nov	23 nov	5 días	0	0%	Fundida realizada dentro de lo programado.
Desencofrado de muros	24–30 nov	26–30 nov	7 días	0	0%	Cumplido sin afectación.
Armado placa superior	28–30 nov	28–30 nov	3 días	0	0%	Avance correcto.

Instalaciones eléctricas	Todo nov	16–30 nov	30 días	0	0%	Avance constante.
Instalaciones hidrosanitarias	Todo nov	16–30 nov	30 días	0	0%	Sin variaciones.
Mampostería nivel 5–6	Todo nov	16–30 nov	30 días	0	0%	Ritmo adecuado.

Los retrasos identificados fueron leves y se determinaron comparando las fechas programadas con las ejecutadas, calculando la variación en días y su porcentaje respecto a la duración planeada. Este método facilitó la identificación de desviaciones, sus causas y la aplicación oportuna de acciones correctivas. Factores como la rotación de formaleta, la complejidad del armado, interferencias con instalaciones y la disponibilidad de materiales generaron variaciones puntuales; sin embargo, medidas como la redistribución de personal, la priorización de actividades críticas y ajustes en la logística permitieron mantener la continuidad del proceso y asegurar el cumplimiento del camino crítico del proyecto.

Al inicio del periodo de práctica profesional, la estructura del proyecto presentaba un avance aproximado del 35%, correspondiente a la culminación del nivel 5 dentro de un total de 17 niveles que conforman la edificación, incluyendo sótanos, niveles comerciales y residenciales. Durante el periodo de acompañamiento, se ejecutaron las placas estructurales de los niveles 6, 7 y 8, y se dejó avanzado el nivel 9, logrando llevar la obra hasta un 53% de avance estructural al cierre de la práctica. Esto significa que durante este proceso se contribuyó directamente al desarrollo de cerca del 18% del avance total de la estructura, participando activamente en el seguimiento técnico, la verificación de actividades y el control de obra en una etapa clave del ciclo constructivo del proyecto.

Objetivo 4

Revisión de la información técnica relacionada con las instalaciones hidrosanitarias, garantizando la correspondencia entre los planos y las condiciones reales de obra

Verificación en campo de la ubicación y trazado de las redes hidrosanitarias

A medida que avanzaban las actividades y procesos constructivos en obra, se realizó un seguimiento continuo a la instalación de las redes sanitarias, con el propósito de asegurar que cada tramo de tubería se ejecutara de acuerdo con las especificaciones del diseño y las condiciones reales del proyecto. Este control incluyó la revisión detallada de la ubicación, el trazado y la correcta disposición de las tuberías de aguas negras y aguas lluvias.

Durante la verificación se constató que las acometidas, bajantes, colectores y ramales se ejecutaran en las posiciones exactas indicadas en los diseños, respetando niveles, distancias y las condiciones de accesibilidad necesarias para su correcto funcionamiento. Este acompañamiento en campo permitió mantener coherencia entre lo proyectado y lo construido, corregir de manera temprana cualquier desviación y asegurar la calidad final del sistema sanitario.

Figura 67.

Toma de mediciones de elementos del Sistema Sanitario



Nota. En la figura se observa la toma de mediciones en el desarrollo de la instalación de tubería y accesorios del sistema sanitario. **Fuente:** Elaboración propia.

Revisión, detección de cambios y/o modificaciones

Durante las inspecciones visuales realizadas en obra, así como en la revisión exhaustiva de los planos sanitarios, se identificaron diferencias significativas entre el diseño estipulado, la instalación ejecutada en campo y la instalación próxima a ejecutarse en los niveles superiores. Este análisis permitió evidenciar que las modificaciones no correspondían a una zona puntual, sino que se presentaban de manera continua desde el piso 1 hasta la terraza del edificio, afectando principalmente el trazado general del sistema de aguas lluvias.

A medida que avanzaba la construcción de cada planta, se realizó un seguimiento detallado para comparar lo ejecutado con los planos originales. Esta verificación permitió detectar variaciones en la ubicación de tuberías, en las pendientes proyectadas y en los recorridos establecidos para bajantes y ramales.

Figura 68.

Bajante principal no prevista en planos sanitarios

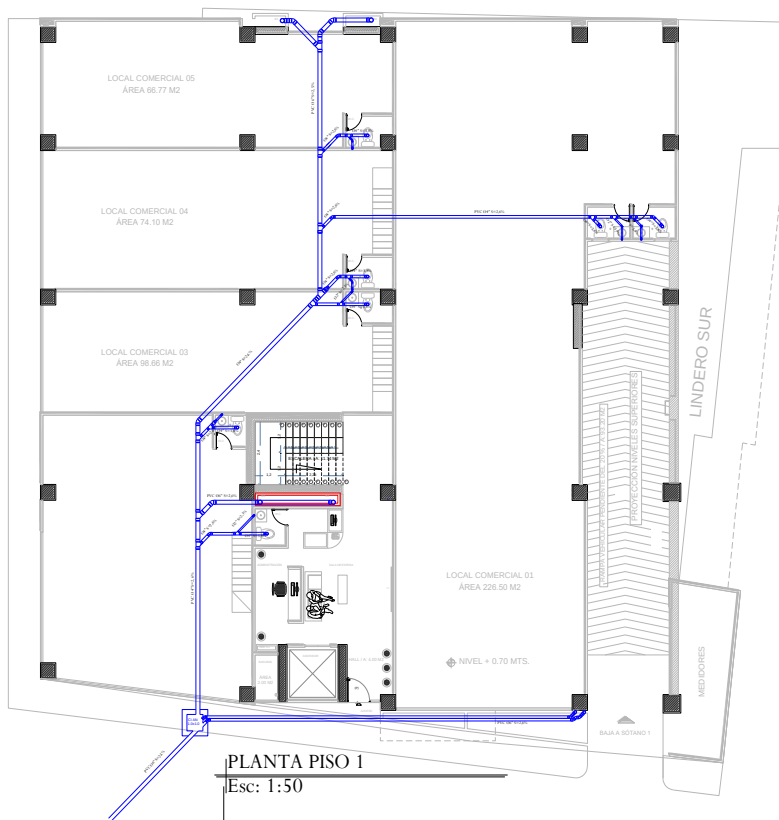


Nota. La imagen evidencia la presencia de tuberías y componentes sanitarios que no estaban contemplados en los planos originales, producto de modificaciones contractuales que aún no han sido incorporadas en la documentación técnica del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Los hallazgos más relevantes se localizaron en la bajante de aguas lluvias ubicada en la parte posterior del edificio, así como en varios tramos interiores donde las tuberías no coincidían con el diseño previsto, ya sea por ajustes constructivos, interferencias con elementos estructurales o reubicaciones realizadas por el personal de obra durante la instalación. Estas modificaciones acumuladas a lo largo de todos los niveles motivaron la necesidad de revisar integralmente la red sanitaria del proyecto, evaluando no solo la instalación ya realizada, sino también la forma en que estas variaciones podrían afectar la continuidad, funcionalidad y coherencia del sistema en los pisos superiores. En consecuencia, se procedió a levantar la información directamente en campo, documentar cada cambio y actualizar la representación digital mediante la edición de planos y la elaboración del modelado correspondiente, con el fin de reflejar fielmente las condiciones reales de la obra.

Edición y actualización de planos hidrosanitarios previos

Tras identificar las modificaciones en campo, se procedió a actualizar los planos hidrosanitarios en AutoCAD, incorporando los ajustes detectados en todos los niveles del edificio. Este proceso incluyó la corrección del trazado de tuberías, la ubicación de bajantes, las pendientes requeridas y la distribución de aparatos y accesorios, asegurando que la documentación técnica reflejara con precisión las condiciones reales de la obra.

Figura 69.*Actualización plano sanitario piso 1*

Nota. La figura muestra el trazado de la red que conforma el sistema sanitario, elaborado a partir del replanteo realizado en obra y actualizado para reflejar rigurosamente las condiciones contractuales y constructivas del proyecto. En el [Apéndice H. Actualización e Implementación de Planos y Diseños](#), encuentra el archivo en DWG completo, con sus correspondientes plantas y detalles, para su consulta y verificación. **Fuente:** Diseño sanitario, Constructora Pérez S.A.S.

Estas actualizaciones no solo se realizaron en planos 2D, sino que también se llevaron al modelo digital del edificio mediante Revit. El uso de modelado permitió visualizar de manera integral todo el sistema sanitario, facilitando la verificación de pendientes, la identificación de posibles interferencias, la correcta alineación de tuberías y la coherencia de recorridos entre

plantas. Gracias a la modelación, fue posible analizar cómo se relacionaban entre sí los distintos componentes del sistema, anticipar conflictos constructivos y comprobar que el modelo actualizado cumpliera con las condiciones reales observadas en campo.

Figura 70.

Modelado estructural y sanitario



Nota. La figura muestra la renderización de la actualización del sistema sanitario, mediante un modelado. En el [Apéndice H. Actualización e Implementación de Planos y Diseños](#), encuentra el archivo Revit completo, con sus correspondientes plantas y detalles, para su consulta y verificación. **Fuente:** Diseño sanitario, Constructora Pérez S.A.S.

Diseño e implementación de la red contra incendios

Durante el proceso de verificación en obra y revisión de la documentación técnica existente, se evidenció que el edificio no contaba con el diseño ni la implementación de una red contra incendios, a pesar de que este sistema es obligatorio para edificaciones de gran altura. Conforme a lo establecido en el Título J de la NSR-10, toda construcción destinada a vivienda multifamiliar o uso institucional que supere varios niveles debe contar con un sistema de protección contra incendios debidamente diseñado, instalado y funcional. Considerando que el proyecto en cuestión está conformado por 15 niveles, el cumplimiento de este requerimiento no es opcional, sino una exigencia normativa para garantizar la seguridad de los ocupantes y la integridad estructural en caso de emergencia.

Con base en estos criterios nacionales e internacionales, se procedió a desarrollar el diseño correctivo de la red contra incendios, definiendo la distribución y ubicación de todos los elementos que conforman el sistema. En el caso de la red de rociadores automáticos, y de acuerdo con los lineamientos de NFPA 13 para ocupaciones de riesgo ligero, se adoptaron separaciones entre rociadores en el orden de 3,0 a 4,6 m y distancias máximas a muros equivalentes a la mitad de la separación entre rociadores, garantizando además una distancia mínima aproximada de 1,8 m entre cabezales, con el fin de respetar las áreas de cobertura establecidas por la norma.

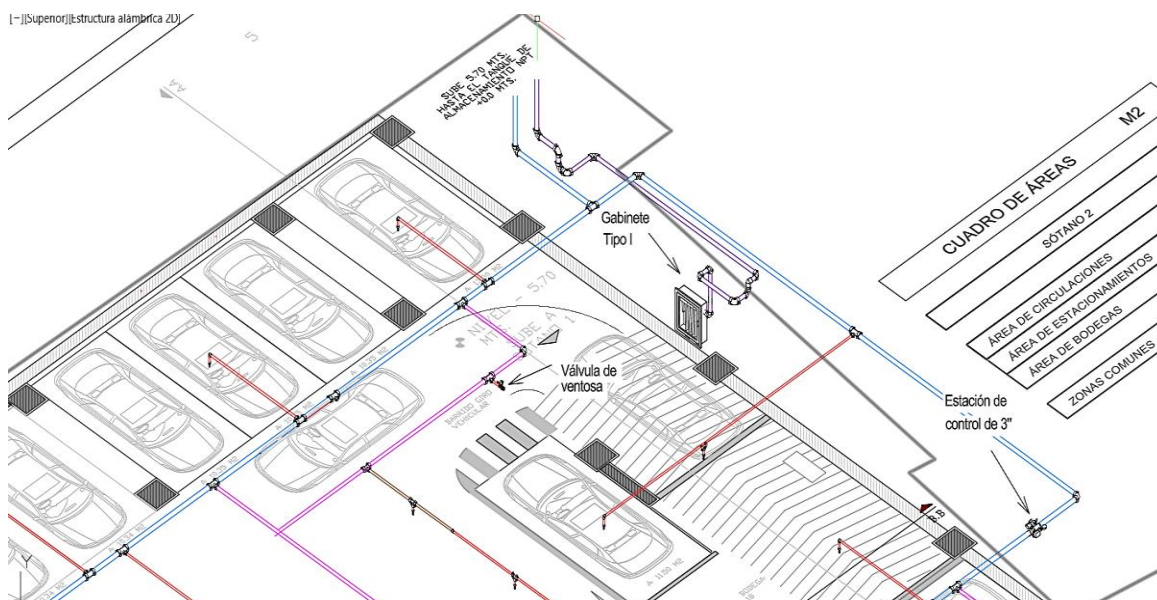
Para los extintores portátiles, siguiendo las recomendaciones de NFPA 10, se definió su ubicación de manera que la distancia máxima de recorrido no superara aproximadamente 23 m (75 ft) para riesgos Clase A y 15 m (50 ft) para riesgos Clase B, asegurando cobertura adecuada en función del nivel de riesgo del área protegida.

Los gabinetes con manguera se localizaron próximos a escaleras, salidas y rutas de evacuación, cumpliendo los criterios de NFPA 14 sobre la disposición de conexiones de manguera en descansos de escaleras y pasajes de salida, y verificando que la distancia desde cada conexión hasta el punto más alejado del piso se mantuviera dentro de los límites de cobertura establecidos por la norma.

Paralelamente, se seleccionó la bomba contra incendios, los diámetros de tubería y los recorridos verticales y horizontales conforme a los caudales y presiones requeridos por las normas aplicables, y se definió la señalización de evacuación y de equipos de emergencia. Finalmente, se comprobó que cada uno de los componentes diseñados fuera compatible con los requisitos del Título J de la NSR-10, el cual remite a las normas NFPA para los sistemas de protección activa contra incendios, garantizando así un sistema integral ajustado a las exigencias legales y a las mejores prácticas de ingeniería.

Figura 71.

Diseño de la red de distribución contra incendios



Nota. La figura muestra el diseño de la red contra incendios, en este caso en el parqueadero del sótano 2, con su respectiva tubería, accesorios y complementos. En el [Apéndice H. Actualización e Implementación de Planos y Diseños](#) se encuentra el archivo DWG completo, con sus correspondientes plantas y detalles, para su consulta y verificación. **Fuente:** Elaboración propia.

Con base en estos criterios nacionales e internacionales, se procedió a desarrollar el diseño correctivo de la red contra incendios, definiendo la distribución y ubicación de todos los elementos que conforman el sistema. Este proceso incluyó la determinación de las distancias mínimas y máximas entre rociadores, la ubicación estratégica de extintores portátiles, la instalación de gabinetes con manguera, la selección de la bomba contra incendios, la definición de diámetros de tubería y la organización de los recorridos verticales y horizontales que permitirán el adecuado abastecimiento del sistema.

Asimismo, se estableció la señalización requerida para guiar la evacuación en situaciones de emergencia, y se verificó que cada uno de los componentes cumpliera con los estándares establecidos por la NSR-10 y las recomendaciones de la NFPA.

De esta manera, el diseño resultante garantiza que la edificación cuente con un sistema integral de protección contra incendios, ajustado a las exigencias legales y a las mejores prácticas de ingeniería, proporcionando seguridad a los usuarios y fortaleciendo la capacidad de respuesta del edificio ante eventos imprevistos.

Diseño e implementación de ruta de evacuación

Figura 72.

Ruta de evacuación piso 2



Nota. La figura muestra el diseño de la ruta de evacuación, en este caso en el piso 2 del edificio, con su respectiva señalización. En el [Apéndice H. Actualización e Implementación de Planos y Diseños](#), encuentra el archivo DWG completo, con sus correspondientes plantas y detalles, para su consulta y verificación. **Fuente:** Diseño hidrosanitario, Constructora Pérez S.A.S.

Durante las inspecciones realizadas en obra se evidenció que el edificio no contaba con un sistema de evacuación diseñado, ni con planos que definieran claramente las rutas de salida en

caso de emergencia. Asimismo, se verificó que, aunque la obra disponía de un conjunto de señales y dispositivos de emergencia, estos no habían sido distribuidos ni instalados en los lugares correspondientes. Esta condición representaba un riesgo considerable, dado que la edificación cuenta con 15 niveles, lo que incrementa la complejidad de la evacuación y amplía las distancias de recorrido. Por ello, se hace indispensable el estricto cumplimiento de los lineamientos de seguridad humana, tanto para los trabajadores durante la etapa constructiva como para los futuros residentes de las viviendas.

Figura 73.

Señalización no distribuida



Nota. En la imagen se evidencia que sí se dispone de la señalización necesaria; sin embargo, esta no se encuentra almacenada ni distribuida correctamente en las zonas de riesgo donde debería ubicarse según los parámetros de seguridad establecidos. **Fuente:** Elaboración propia.

Con base en estos hallazgos, se procedió a desarrollar el diseño completo del sistema de evacuación, el cual incluyó la definición de rutas, puntos de salida, zonas seguras y ubicación de

los elementos de señalización necesarios. Para esta labor se consultó la normativa colombiana aplicable, principalmente:

NSR-10, Título J – Protección Contra Incendios, que establece la obligación de que las edificaciones cuenten con rutas de evacuación claras, señalización visible e instalaciones mínimas contra incendios.

NTC 1461 y NTC 2885, relacionadas con señales de seguridad, evacuación y advertencia.

Decreto 1072 de 2015 (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo), que exige la implementación de planes y rutas de evacuación en edificaciones.

Adicionalmente, se utilizaron como referencia estándares internacionales de seguridad humana, tales como la NFPA 101 – *Life Safety Code*, que establece los criterios para el diseño de rutas de escape, iluminación de emergencia, distancias máximas de recorrido y dispositivos mínimos que debe tener un sistema de evacuación.

Con base en estas normas y recomendaciones, se diseñó la distribución completa del sistema, incorporando:

- Señalización de Salida de Emergencia y Ruta de Evacuación.
- Señalización de Zona Segura Antisísmica.
- Señales de “No usar el ascensor en caso de incendio o sismo”.
- Ubicación de detectores de humo.
- Distribución de gabinetes con manguera contra incendios.
- Identificación de recorridos hacia las escaleras principales y secundarias.
- Cálculo de distancias máximas de evacuación permitidas por normativa.

El diseño se elaboró mediante AutoCAD, lo que permitió generar planos claros, precisos y fácilmente interpretables tanto por el personal técnico como por los ocupantes futuros del edificio. La necesidad de este sistema se justifica ampliamente: estudios de emergencias estructurales y reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y de la NFPA

han demostrado que, en situaciones de incendio o sismo, gran parte de los incidentes fatales ocurren porque los ocupantes no encuentran rutas claras de evacuación, se desorientan o no logran identificar puntos seguros. Por ello, la implementación de rutas de escape bien diseñadas y señalizadas es una exigencia fundamental en edificaciones de múltiples niveles.

Gracias a este proceso se logró establecer un sistema de evacuación completo, coherente con las condiciones del edificio y ajustado a la normativa vigente, garantizando así una mayor protección y seguridad para los ocupantes ante cualquier eventualidad.

Conclusiones

Las actividades desarrolladas durante la práctica empresarial permitieron fortalecer la supervisión técnica del proyecto River Tower, asegurando el cumplimiento de las especificaciones constructivas y de los lineamientos establecidos en la Norma Sismo Resistente NSR-10, especialmente en lo relacionado con la ejecución de elementos estructurales, manejo de materiales y control de procesos. La verificación diaria de los frentes de obra contribuyó a identificar desviaciones en la alineación, dimensiones y procedimientos, lo que facilitó la toma de decisiones oportunas orientadas a mantener la calidad estructural y la continuidad del proyecto.

En cuanto al control de calidad, la revisión de fichas técnicas, el seguimiento a la recepción de materiales y la ejecución de ensayos de laboratorio permitieron garantizar que los insumos empleados cumplieran con los requisitos normativos y de diseño. La aplicación de los ensayos de resistencia a la compresión y asentamiento, desarrollados bajo la norma INV E-410-13 para compresión y la NTC 396 para trabajabilidad, evidenció que el concreto producido se comportó dentro de los rangos aceptables, y cuando se detectaron variaciones, se implementaron ajustes en la dosificación y en el manejo de la mezcla que mejoraron la estabilidad y calidad del material utilizado en las estructuras.

En relación al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), la práctica permitió fortalecer el control sobre el uso adecuado de los elementos de protección personal, las condiciones de orden y aseo en obra, la verificación de botiquines y zonas seguras, y la gestión de riesgos operativos. La identificación de elementos deteriorados, la falta de algunos EPP y el desorden en áreas específicas dieron lugar a intervenciones que corrigieron estas condiciones y reforzaron las prácticas preventivas. Estas acciones contribuyeron a crear un entorno laboral más

seguro, reduciendo la probabilidad de incidentes y promoviendo una cultura de autocuidado dentro del equipo de trabajo.

La revisión técnica de los planos arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios y eléctricos permitió identificar diferencias entre el diseño inicial y las condiciones reales de obra, como variaciones en recorridos de tuberías, cambios arquitectónicos no actualizados e interferencias entre redes. Estas inconsistencias fueron documentadas y corregidas, logrando planos ajustados al estado real del proyecto. Asimismo, la actualización de los planos técnicos —incluyendo la red contra incendio, las rutas de evacuación y la distribución sanitaria— fortaleció la coordinación entre especialidades, evitó interferencias durante la instalación de sistemas y brindó una base fiable para la toma de decisiones, mejorando la planificación, el mantenimiento futuro y la seguridad del edificio.

La estructuración del cronograma de obra en Microsoft Project representó un avance significativo para la planificación del proyecto, ya que permitió visualizar la secuencia real de actividades, identificar la ruta crítica y reconocer retrasos que afectaban la duración total del proceso constructivo. Gracias a este análisis cronológico, se optimizó la coordinación entre actividades estructurales, arquitectónicas y de instalaciones, logrando una gestión más precisa de tiempos, recursos y personal. La programación se consolidó como una herramienta fundamental para el seguimiento técnico y administrativo del proyecto.

En conjunto, cada una de las actividades desarrolladas durante la práctica empresarial trascendió la simple ejecución de tareas y se convirtió en un proceso de análisis, verificación, toma de decisiones y mejoramiento continuo, lo que permitió aportar soluciones técnicas reales al proyecto.

Recomendaciones

Es fundamental que el equipo de obra continúe ejecutando las actividades conforme a los planos y documentos técnicos establecidos. Para ello, se recomienda mantener una actualización constante de los planos, de manera que la documentación refleje con precisión las condiciones reales del proyecto y permita una ejecución coherente con lo diseñado.

El cronograma elaborado constituye una herramienta clave para la planificación y el control del proyecto. Se recomienda mantenerlo actualizado según el avance real, de modo que sirva como instrumento de apoyo para la toma de decisiones, la identificación de retrasos y la optimización del uso de recursos.

Considerando que las labores se ejecutan a alturas significativas y en condiciones de alto riesgo, se recomienda implementar acciones preventivas y correctivas orientadas a fortalecer la seguridad del personal. Esto incluye garantizar el suministro y uso adecuado de arneses, líneas de vida, puntos de anclaje, cascos, guantes y demás elementos de protección personal, así como verificar periódicamente el estado de la dotación entregada a los trabajadores.

Se recomienda continuar con la revisión y correcta implementación del diseño de la red contra incendios, cumpliendo con los lineamientos normativos vigentes. Igualmente, una vez se encuentren listas las áreas correspondientes, se debe proceder con la instalación de la señalización de rutas de evacuación, con el fin de brindar claridad y seguridad en caso de una emergencia.

Se sugiere realizar un seguimiento permanente a los ensayos de calidad del concreto, garantizando que este cumpla con los parámetros de calidad y trabajabilidad requeridos. Así mismo, es indispensable inspeccionar y asegurar un adecuado almacenamiento de los materiales,

protegiéndolos de agentes externos que puedan alterar sus propiedades y comprometer su desempeño en obra.

Se recomienda establecer reuniones periódicas entre el residente de obra, interventoría y contratistas, con el fin de revisar avances, identificar desviaciones y definir acciones correctivas oportunas. Esto mejora la comunicación y ayuda a anticipar problemas constructivos o logísticos.

Se recomienda implementar un plan de manejo de residuos de construcción y demolición (RCD), así como rutinas de limpieza diaria, para garantizar un entorno de trabajo seguro y ordenado. Mantener la obra limpia reduce riesgos y mejora la eficiencia operativa.

Referencias

- Alcaldía Municipal de Pamplona. (s.f.). Plan de Desarrollo Municipal. Recuperado de <https://www.pamplona-nortedesantander.gov.co>
- Alnajjar, O., Atencio, E., & Turmo, J. (2025). Framework for optimizing the construction process: The integration of Lean Construction, Building Information Modeling (BIM) and Emerging Technologies. *Applied Sciences*, 15(13), 7253. <https://doi.org/10.3390/app15137253>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. <https://www.argos.co/wp-content/uploads/2021/01/reglamento-colombiano-construccion-sismo-resistente-nsr-10.pdf>
- Baltar, A. (1968). Control de la ejecución de proyectos por el método del camino crítico (PERT). Cuadernos del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES), Serie I: Apuntes de Clases, N° 4. Santiago de Chile.
- Banco Mundial. (2022). Panorama global de la industria de la construcción.
- Barato Arroyo, J. (2018). Gestión de Proyectos con Microsoft Project 2016. Editorial Hexaeditores.
- Brand García, L y Yañez López, J. (2018). Estudio de suelo y diseño estructural e hidrosanitario con cantidades de obra para la construcción de la nueva casa cural en el centro poblado La Donjuana. Universidad Francisco de Paula Santander. Disponible en: <http://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/5406>

- Camacol. (2021). Informe anual del sector de la construcción en Colombia. Cámara Colombiana de la Construcción.
- Cámara de Comercio de Pamplona. (2016). Informe socioeconómico del municipio de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander.
- Caro Becerra, Juan Luis. (2023). Implementation of hydraulic and sanitary engineering under the concept building information modeling, in a nine-floor intelligent building, Zapopan, Jalisco. *Revista de Ingeniería Civil*. 18-25. 10.35429/JCE.2023.17.7.18.25.
- Castellanos, R. (2022). Control de calidad en materiales hidrosanitarios en edificaciones urbanas de Pamplona. *Revista Ingeniería y Territorio*, 9(2), 33–47.
- Cervantes Abarca, A. (2009). La supervisión en los proyectos de construcción. En *Administración y Tecnología para el Diseño*. Anuario 2009, 11(11), 99–117. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.
- Ching, F. D. K. (2014). *Manual de construcción ilustrado* (4.^a ed.). Wiley.
- Cortés Zambrano, M. (2021). Programación, presupuestos y control de obra. Universidad Santo Tomás.
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 – Pamplona. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de <https://www.dane.gov.co>
- Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2014). Guía general para la elaboración y presentación de proyectos de inversión pública. Bogotá D.C.: DNP.
- Duarte, S., & Alberto, M. (2017). Practica empresarial en la oficina de planeación de Hatonuevo (La Guajira) como supervisor de obra en la urbanización Mayalito. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/977>

- Escamilla Rodríguez, R. D. (2021). *Práctica empresarial como ingeniero auxiliar de la oficina de Obras Públicas Municipal para la supervisión, seguimiento y control a los diferentes proyectos que se ejecutarán en el Municipio de San José del Guaviare*. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8630>
- Fernández López, J. A. (2019). *Apoyo en el diseño de redes hidrosanitarias de gas y sistemas de protección contra incendios adjudicados a la empresa AKVO S.A.S.* [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/11349/91866>
- Flórez, L., & Bautista, J. (2020). Coordinación de redes hidrosanitarias y contra incendios en proyectos verticales de Norte de Santander. *Revista Construcción Regional*, 6(1), 15–29.
- García, M. A., & Méndez, R. J. (2019). Impacto de la supervisión técnica en la eficiencia constructiva. *Revista Colombiana de Ingeniería Civil*, 12(2), 45–58.
- Haldar, A. (2014). *Construction cost engineering*. CRC Press.
- CONTEC. (2013). *NTC 477: Método para determinar la resistencia a la compresión de cilindros de concreto*.
- ICONTEC. (2016). *NTC 396: Concreto fresco. Método de ensayo para determinar el asentamiento (Slump)*.
- ICONTEC. (2016). *NTC 1700: Señales de seguridad. Colores y señales de seguridad*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

- Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2018). *Norma E-410: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto*.
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). *ISO 45001: Occupational health and safety management systems – Requirements*.
- Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.
- Khan, S., Rayhan, S., Salam, S., Khan, H., & Rahman, D. (2023). Recent advances in sustainable building materials for the construction industry: Mechanical performance and applications. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96020-5.00191-6>
- Leal Ropero, Y. O. (2021). Práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente de obra en la firma de arquitectura Fabián Ricardo Arias Mantilla, ubicada en avenida Santander #12-874, Pamplona, Norte de Santander. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8646>
- Melo Melo, M y Figueredo Corredor, J. (2018). Diseño de un sistema de tratamiento hidrosanitario, para la reutilización de aguas grises y lluvias en una vivienda unifamiliar de dos plantas del conjunto cerrado Dubái en el municipio de loLs Patios, Norte de Santander. Universidad Francisco de Paula Santander. Disponible en: <http://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/2835>
- Ministerio de Cultura. (2021). Inventario del Patrimonio Cultural de Pamplona. Recuperado de <https://www.mincultura.gov.co>
- Ministerio de Trabajo. (2012). *Resolución 1409 de 2012: Reglamento de seguridad para protección contra caídas*.

Ministerio de Trabajo. (2015). *Decreto 1072 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*.

Ministerio de Trabajo. (2019). *Resolución 0312 de 2019: Estándares mínimos del SG-SST*.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Manual para la ejecución de proyectos de infraestructura en agua potable y saneamiento básico. Bogotá D.C.
<https://www.minvivienda.gov.co>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017a). *Resolución 0330 de 2017*.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017b). *Resolución 0501 de 2017*.

Monroy Gutiérrez, A. L. (2017). *Trabajo dirigido como auxiliar de ingeniería para el contrato que tiene como objeto suministro e instalación de redes hidrosanitarias, red de gas, y sistema de protección contra incendio en el Aeropuerto Camilo Daza de la ciudad de Cúcuta*. Trabajo de grado, Tecnología en Obras Civiles, Universidad Francisco de Paula Santander. Repositorio Digital UFPS. <http://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/5913>

Moder, J., Phillips, C., & Davis, E. (2016). *Project management with CPM, PERT, and precedence diagramming*. Van Nostrand Reinhold.

National Fire Protection Association – NFPA. (2021). *NFPA 101: Life Safety Code*.

National Fire Protection Association – NFPA. (2022). *NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers*.

National Fire Protection Association – NFPA. (2022). *NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems*.

National Fire Protection Association – NFPA. (2022). *NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code*.

- National Fire Protection Association – NFPA. (2023). *NFPA 14: Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*.
- National Fire Protection Association – NFPA. (2023). *NFPA Codes and Standards*.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete technology*. Prentice Hall.
- Organización Internacional del Trabajo. (2019). *Seguridad y salud en el trabajo en la construcción*. OIT.
- Paredes, L. M. (2017). *Procesos constructivos en obras civiles*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Project Management Institute – PMI. (2021). *PMBOK® Guide* (7th ed.).
- Presidencia de la República de Colombia. (2015). *Decreto 1077 de 2015*.
- República de Colombia. (2008). *Ley 1229 de 2008*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30021>
- República de Colombia. (2015, 26 mayo). Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.
- Rivera Esteban, V. M. (2015). *Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil en la República de Guatemala* [Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Rojas, A., & Andres, M. (2016). Auxiliar residente de obra durante la construcción del edificio Limaruz, en la ciudad de Duitama -Boyacá (Colombia).
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/1732>
- Rubiano Murillo, J. J. (2021). *Práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente de obra en la construcción de Centro de Integración Ciudadano (CIC) en el Municipio de San Miguel, Santander a cargo de la Unión Temporal CIC San Miguel*.

- Sánchez Rodríguez, J. A. (2021). Práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente de obra para la construcción del edificio multifamiliar “Getsemaní” ubicado en la carrera Cariongo No. 15-55, del municipio de Pamplona, Norte de Santander. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8561>
- Sanguino Fuentes, K. (2021). Práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente de obra para el seguimiento y control en la construcción multifamiliar Villa Emma y acabados en el edificio Fenix a cargo de la constructora Riconstrucciones en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8570>
- Secretaría de la Función Pública. (2015). Bitácora de obra pública por medios remotos de comunicación electrónica (Sistema de Bitácora Electrónica de Obra Pública BEOP): Preguntas frecuentes. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/10181/preguntas-frecuentes-ago-2015.pdf>
- Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. (2019). Control y seguimiento de obras civiles. Bogotá: SENA Editorial.
- Singh, R., & Kumar, V. (2022). *Improving construction performance through real-time supervision and digital monitoring systems*. Engineering, Construction and Architectural Management, 29(9), 2920–2938.
- Solís Carcaño, R. G. (2004). La supervisión de obra. Ingeniería, 8(1), 55-60. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46780106.pdf>
- Stevenson, W. J. (2021). *Operations management* (14th ed.). McGraw-Hill.

Suter, G. (2018). *Control de calidad en la construcción*. Limusa.

Universidad Católica de Colombia. (2021). Desarrollo de un manual para la correcta ejecución de proyectos de obras civiles en Colombia mediante la aplicación de estrategias de desarrollo directivo.

Universidad Militar Nueva Granada. (2015). Análisis de las causas del incumplimiento de la programación en proyectos de construcción.

Valencia Acevedo, J. Y. (2021). Práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente de obra en la construcción de dos torres de apartamentos a cargo de la constructora DAMANI S.A.S del municipio de Pamplona, Norte de Santander.
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8568>

Velásquez, L. J., & D´Armas, M. (2015). El ingeniero con conciencia social: Una posibilidad para el desarrollo sostenible. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 19(74), 25-38.

Villamizar Vélez, M. C. (2011). Auxiliar de ingeniero residente en la construcción del edificio para biblioteca en la nueva sede UIS Barbosa, por parte del consorcio VIN: "Manual simplificado para ingenieros residentes en la construcción de obras de edificación". Universidad Industrial de Santander. Recuperado de
<https://noesis.uis.edu.co/items/774cebe2-a708-4277-8a31-63519c2d318c/full>

Zapata, O., & Maria, C. (2016). Práctica empresarial en construcciones Hince S.A.S de la ciudad de Valledupar en la obra condominio Campestre Santana, realizando el análisis comparativo del presupuesto y rendimientos proyectados con los costos y rendimientos reales de obra.
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/1058>

Apéndices

[Apéndice A. Informes de Supervisión y Bitácora de Obra](#)

[Apéndice B. Formatos de Inspección de EPP](#)

[Apéndice C. Fichas Técnicas, Control de Calidad de Materiales](#)

[Apéndice D. Ensayos de Control de Calidad](#)

[Apéndice E. Memoria de Cálculo y Cantidades de Obra](#)

[Apéndice F. Actividades de Obra](#)

[Apéndice G. Cronograma y Programación de Obra](#)

[Apéndice H. Actualización e Implementación de Planos y Diseños](#)

Nota: Para visualizar todos los apéndices en general, ingresar al siguiente enlace: [TRABAJO DE GRADO YENNY](#).