

Práctica Empresarial como Auxiliar de Ingeniería en la Constructora Pérez y Asociados S.A.S
para la Supervisión, Ejecución y Control en el Proyecto de Construcción del Edificio Cappadocia
en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander



Freddy Gaitán Gaitán

Director

Victor Verjel Tarazona

Ing Civil, Esp y Mag. Gestión de proyectos.

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Civil Ambiental y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Práctica Empresarial como Auxiliar de Ingeniería en la Constructora Pérez y Asociados S.A.S
para la Supervisión, Ejecución y Control en el Proyecto de Construcción del Edificio Cappadocia
en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander



Freddy Gaitán Gaitán

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Victor Verjel Tarazona

Ing Civil, Esp y Mag. Gestión de proyectos.

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Civil Ambiental y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi vida académica.

A mis padres, quienes con su amor, apoyo incondicional y sacrificio constante han sido mi mayor inspiración y ejemplo de esfuerzo.

A mi familia, por acompañarme en los momentos difíciles y motivarme a seguir adelante cuando las circunstancias parecían complicadas.

Y finalmente, a mis amigos y docentes, quienes con sus palabras, consejos y enseñanzas aportaron significativamente a mi formación profesional y personal.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios, por guiarme, brindarme salud, fortaleza y la oportunidad de alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mi familia, especialmente a mis padres, por su apoyo incondicional, sus consejos y por ser el pilar fundamental en cada etapa de mi formación académica y personal, los cuales fueron mi motivación principal.

A mis docentes y asesores, quienes con su conocimiento, dedicación y orientación hicieron posible el desarrollo de este trabajo, aportando valiosas enseñanzas para mi crecimiento profesional. Especialmente agradezco a la ingeniera Dayana Josefa Ortiz por toda ayuda y confianza que depositó en mí, al ingeniero Victor Hugo Verjel, por su colaboración, consejos y paciencia durante la ejecución de mi trabajo de grado.

A mis compañeros y amigos, por compartir experiencias, por su respaldo en los momentos de mayor exigencia y por motivarme a seguir adelante.

Finalmente, expreso mi gratitud a la Empresa Constructora Pérez y Asociados S.A.S por brindarme los espacios, recursos y herramientas necesarios para llevar a cabo este proyecto, a la ingeniera Karol Martínez, por su apoyo y guía durante estos últimos 5 meses.

Contenido

Resumen.....	11
Palabras clave.....	11
Abstract	12
Keywords	12
Introducción	13
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Referencial.....	16
Marco de Antecedentes Estado del Arte	16
Antecedentes Internacionales.....	16
Antecedentes Nacionales	17
Antecedentes Regionales	19
Marco Teórico.....	21
Marco Legal	25
Marco Contextual.....	30
Reseña Histórica de la Empresa.....	30
Misión de la Empresa.....	30
Visión de la Empresa	30
Objetivos De La Empresa	31
Proyecto	32
Localización	33
Metodología	35
Fase 1. Planificación y Preparación.	36
Fase 2. Supervisión y control de obra.	38
Fase 3. Registro y documentación.	39
Fase 4. Modelado red hidrosanitaria	41
Resultados	44
Fase 1. Planificación y Preparación	44
Planos Arquitectónicos	44
Planos Estructurales	48
Análisis técnico de planos arquitectónicos y estructurales	51

Inconsistencias y ajustes derivados de la revisión de planos	52
Hallazgos relevantes para la coordinación arquitectura–estructura–instalaciones	52
Especificaciones Técnicas del Proyecto	53
Ruta critica	61
Fase 2. Supervisión y control de obra	64
Supervisión de obra.....	64
Procesos críticos y actividades que requirieron mayor control	70
Calculo general del proyecto	70
Concretos	89
• Asentamiento del Concreto (SLUMP)	89
• Resistencia a la Compresión del Concreto	93
Tiempo vs avance	97
Productividad de mano de obra.....	98
Fase 3. Registro y documentación.	100
Registro diario de actividades en obra	100
Control de avances mensuales de obra.	101
Registro de materiales.....	114
Registro de acero.....	119
Informes quincenales de obra	126
Informe Quincenal De Obra Del Proyecto De Vivienda Multifamiliar Cappadocia.....	126
Fase 4. Modelado red hidrosanitaria	132
Planos hidrosanitarios	132
Modelado en Revit.....	136
Conclusiones	138
Recomendaciones	141
Referencias.....	143
Apéndices.....	150

Lista de Tablas

Tabla 1.	<i>Información general de la empresa.....</i>	<i>32</i>
Tabla 2.	<i>Criterios de diseño</i>	<i>55</i>
Tabla 3.	<i>Especificación de los materiales</i>	<i>55</i>
Tabla 4.	<i>Longitudes mínimas de traslapo.....</i>	<i>57</i>
Tabla 5.	<i>Recubrimientos para elementos en contacto permanente con agua, suelo o a la intemperie</i>	<i>57</i>
Tabla 6.	<i>Recomendaciones ganchos extremos</i>	<i>58</i>
Tabla 7.	<i>Instrucciones instalación anclajes epóxicos</i>	<i>58</i>
Tabla 8.	<i>Acabados de Interiores.....</i>	<i>59</i>
Tabla 9.	<i>Observaciones en obra</i>	<i>65</i>
Tabla 10.	<i>Cuadro de correctivos</i>	<i>68</i>
Tabla 11.	<i>Presupuesto general de obra.....</i>	<i>71</i>
Tabla 12.	<i>Costos totales</i>	<i>89</i>
Tabla 13.	<i>Relación de revestimiento ACI.....</i>	<i>90</i>
Tabla 14.	<i>Avances mensuales de obra mes de mayo</i>	<i>101</i>
Tabla 15.	<i>Avances mensuales de obra mes de junio</i>	<i>103</i>
Tabla 16.	<i>Avances mensuales de obra mes de Julio.....</i>	<i>105</i>
Tabla 17.	<i>Avances mensuales de obra mes de Agosto.....</i>	<i>107</i>
Tabla 18.	<i>Avances mensuales de obra mes de Septiembre.....</i>	<i>109</i>
Tabla 19.	<i>Acumulado de avances mensuales</i>	<i>111</i>
Tabla 20.	<i>Cálculo de materiales de estructuras en concreto.</i>	<i>115</i>
Tabla 21.	<i>Resumen de materiales para concreto</i>	<i>117</i>
Tabla 22.	<i>Tabla de materiales colocados.....</i>	<i>118</i>

Tabla 23.	<i>Registro de materiales de acero</i>	<i>119</i>
Tabla 24.	<i>Resume de acero de refuerzo.....</i>	<i>124</i>
Tabla 25.	<i>Resume de acero gastado real.....</i>	<i>124</i>
Tabla 26.	<i>Registro fotográfico informes.....</i>	<i>129</i>

Tabla de figuras

Figura 1. Organigrama Estructural de la Empresa.....	31
Figura 2. Ubicación Pamplona, Norte de Santander.....	33
Figura 3. Ubicación geográfica del proyecto	34
Figura 4. Diagrama de fases de la metodología.....	35
Figura 5. Plano de localización	44
Figura 6. Planos de parqueaderos.....	45
Figura 7. Planos arquitectónico nivel 3 y 4.....	45
Figura 8. Planos arquitectónico nivel 9 y 10.....	46
Figura 9. Planos arquitectónico nivel 1 y cubierta.....	46
Figura 10. Planos arquitectónico corte transversal	47
Figura 11. Planos arquitectónico corte longitudinal.....	47
Figura 12. Planos arquitectónico corte longitudinal.....	48
Figura 13. Planos estructurales planta de cimentación	48
Figura 14. Planos estructurales planta nivel 3 a 6.....	49
Figura 15. Planos estructurales planta nivel 10.....	49
Figura 16. Planos estructurales planta nivel 2.....	50
Figura 17. Planos estructurales planta nivel 7 a 9.....	50
Figura 18. Cronograma en Project.....	60
Figura 19. Asentamiento del concreto	91
Figura 20. Ensayo de asentamiento del concreto.....	92
Figura 21. Cilindros de concreto	94
Figura 22. Cilindros curados.....	94

Figura 23.	<i>Resultados cilindros a compresión.....</i>	<i>95</i>
Figura 24.	<i>Comportamiento del concreto</i>	<i>96</i>
Figura 25.	<i>Tiempo vs avance de trabajo.....</i>	<i>97</i>
Figura 26.	<i>Registro de actividades</i>	<i>100</i>
Figura 27.	<i>Comparación de Materiales Calculados vs colocados</i>	<i>118</i>
Figura 28.	<i>Comparación de Materiales Calculados vs colocados</i>	<i>125</i>
Figura 29.	<i>Planos hidráulicos niveles 1 y 2.....</i>	<i>132</i>
Figura 30.	<i>Planos contraincendios</i>	<i>133</i>
Figura 31.	<i>Planos sanitarios niveles 1 a 9.....</i>	<i>133</i>
Figura 32.	<i>Planos sanitarios niveles 10 y 11</i>	<i>134</i>
Figura 33.	<i>Planos pluviales niveles 1 al 3</i>	<i>134</i>
Figura 34.	<i>Planos pluviales niveles 10 y 11.....</i>	<i>135</i>
Figura 35.	<i>Modelado hidrosanitario en Revit.....</i>	<i>136</i>
Figura 36.	<i>Detalles Modelado Hidrosanitario</i>	<i>137</i>

Resumen

El presente trabajo de grado se desarrolló bajo la modalidad de práctica empresarial en la empresa Constructora Pérez y Asociados S.A.S., en el proyecto de vivienda multifamiliar Edificio Cappadocia, ubicado en Pamplona, Norte de Santander. El objetivo principal fue apoyar, como auxiliar de ingeniería, la planificación, supervisión y control del proceso constructivo, así como el modelado de la red hidrosanitaria, para atender la necesidad de un seguimiento técnico más sistemático y de una mejor toma de decisiones en obra. La metodología se organizó en cuatro fases: revisión de la información técnica y elaboración de cronograma y presupuesto; supervisión en campo con verificación de cantidades y calidad del concreto; diseño de una bitácora automatizada e informes quincenales de avance; y modelado tridimensional en Revit de las redes sanitarias e hidráulicas.

Como aporte a la obra, se optimizó la programación mediante la identificación de la ruta crítica, se detectaron y corrigieron discrepancias entre cantidades proyectadas y consumos reales de acero y concreto, y se implementaron herramientas de registro que dejaron evidencia del avance físico, del consumo de materiales y de los controles de calidad (bitácora diaria, formatos en Excel, informes con registro fotográfico y resultados de laboratorio). El modelado hidrosanitario permitió anticipar posibles interferencias y validar la viabilidad del diseño en campo. En conjunto, estos resultados contribuyeron a un control más riguroso del proyecto y al fortalecimiento de competencias profesionales en gestión de obra, control de calidad y uso de software especializado.

Palabras clave

Prácticas profesionales, Ingeniería Civil, Supervisión de obra, Bitácora de obra, Ruta crítica

Abstract

This degree project was developed under the professional internship modality at Constructora Pérez y Asociados S.A.S., within the multifamily housing project “Edificio Cappadocia,” located in Pamplona, Norte de Santander. The main objective was to support, as a civil engineering assistant, the planning, supervision, and control of the construction process, as well as the modeling of the plumbing network, in order to address the need for more systematic technical monitoring and better on-site decision-making. The methodology was organized into four phases: review of technical information and preparation of the schedule and budget; field supervision with verification of quantities and concrete quality; design of an automated work log and biweekly progress reports; and three-dimensional modeling in Revit of the sanitary and hydraulic networks.

As a contribution to the project, the schedule was optimized through the identification of the critical path, discrepancies were detected and corrected between projected quantities and actual consumption of steel and concrete, and recording tools were implemented that provided evidence of physical progress, material consumption, and quality control procedures (daily log, Excel forms, reports with photographic records, and laboratory test results). The plumbing model made it possible to anticipate potential interferences and to validate the feasibility of the design in the field. Overall, these results contributed to more rigorous project control and to the strengthening of professional skills in project management, quality control, and the use of specialized software.

Keywords

Professional Internships, Civil Engineering, Construction Supervision, Construction Log, Critical Path

Introducción

Las prácticas profesionales constituyen el primer ejercicio formal de responsabilidad del ingeniero civil frente a una obra real. Más que un requisito académico, representan el espacio donde el estudiante contrasta los planos, memorias de cálculo y especificaciones técnicas con las condiciones concretas del terreno, las cuadrillas de trabajo, las restricciones de tiempo y presupuesto, y la necesidad de tomar decisiones oportunas y documentadas. En este contexto, la modalidad de práctica empresarial permite evaluar hasta qué punto la formación recibida se traduce en capacidad efectiva para supervisar, controlar y registrar un proyecto de construcción en curso

La práctica se desarrolló en la empresa Constructora Pérez y Asociados S.A.S., dentro del proyecto Edificio Multifamiliar Cappadocia, localizado en el municipio de Pamplona, Norte de Santander, en el sector de “El Poblado”. Se trata de un edificio residencial de once (11) niveles: los dos primeros pisos están destinados a parqueaderos cubiertos (32 cupos), del tercer al décimo piso se distribuyen treinta y dos (32) apartamentos —veintiocho (28) tipo estándar y cuatro (4) tipo dúplex— y el piso once corresponde a zonas comunes dotadas con gimnasio, área social, auditorio y zona BBQ. La edificación, de uso multifamiliar y plazo de ejecución de 24 meses, constituye un proyecto de referencia para el desarrollo urbanístico reciente de la ciudad.

Al momento de iniciar la práctica, la obra se encontraba en las fases iniciales del proceso constructivo, con actividades centradas en preliminares, movimiento de tierras, cimentación y elementos estructurales asociados, lo que exigía un control riguroso de programación, costos y calidad de materiales.

En respuesta a esta necesidad, la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería se estructuró en cuatro fases que delimitan el alcance del presente trabajo: (i) planificación y preparación, mediante la revisión integral de planos arquitectónicos y estructurales, la recopilación de especificaciones técnicas y la construcción de un cronograma en Microsoft Project que identificó la ruta crítica del proyecto; (ii) supervisión y control de obra, con énfasis en la verificación diaria de procesos constructivos, el control de calidad del concreto mediante ensayos de campo y laboratorio, y la elaboración de un presupuesto general en Excel; (iii) registro y documentación, a través de la implementación de una bitácora de obra automatizada, el control de avances mensuales y la elaboración de informes quincenales con seguimiento físico y fotográfico del proyecto; y (iv) modelado de la red hidrosanitaria en Revit, revisando los planos hidrosanitarios suministrados y generando un modelo tridimensional que permitió anticipar interferencias entre las redes y la estructura.

En consecuencia, este documento no solo describe la experiencia de práctica, sino que presenta aportes técnicos concretos para la constructora y para la obra: consolidación de un cronograma con ruta crítica como herramienta de gestión, un presupuesto general del proyecto, la comparación cuantitativa entre el acero calculado y el realmente consumido en obra, la sistematización del registro de actividades y materiales mediante formatos automáticos en Excel, y la validación del diseño hidrosanitario mediante modelado BIM

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar la práctica empresarial como Auxiliar de Ingeniería en la Constructora Pérez y Asociados S.A.S, contribuyendo en la supervisión, ejecución y control del Proyecto de Construcción del Edificio Cappadocia en Pamplona.

Objetivos Específicos

- Planificar y preparar de manera adecuada los procedimientos necesarios para garantizar un seguimiento efectivo, conforme a los estándares técnicos durante la ejecución de la obra.
- Supervisar y controlar los procesos constructivos en obra, verificando el cumplimiento de los planos, especificaciones técnicas, normativas vigentes, así como la correcta utilización de materiales, técnicas de construcción y estándares de calidad.
- Registrar y documentar avances de obra, controles de calidad y actividades realizadas para facilitar el seguimiento del proyecto y mejoramiento del mismo.
- Modelar la red hidrosanitaria del edificio Cappadocia empleando el software especializado "Revit".

Marco Referencial

Marco de Antecedentes Estado del Arte

Antecedentes Internacionales

Deng, Mehdipour y Soltani (2024) analizan el control de calidad en estructuras de concreto arquitectónico en un edificio de gran altura en Shanghái, mostrando cómo los ensayos sistemáticos del concreto, el registro de resistencias y la trazabilidad de materiales disminuyen la variabilidad y mejoran el desempeño estructural a largo plazo. Este trabajo respalda la necesidad de un seguimiento técnico riguroso del concreto en proyectos de edificación y justifica que, en Cappadocia, el auxiliar de ingeniería no se limite a acompañar vaciados, sino que participe en el registro y análisis de los ensayos como evidencia objetiva del control de calidad.

Liu (2022) estudia el control de calidad del concreto reforzado con barras de acero en un conjunto de torres superaltas en Guiyang, integrando inspecciones de campo con modelos BIM desarrollados en Revit para revisar nudos complejos y la correcta ubicación del refuerzo. El autor concluye que la combinación de supervisión presencial y modelado digital reduce errores en el armado y en las etapas de vaciado. Este antecedente es pertinente para Cappadocia porque muestra que el uso de modelos BIM puede apoyar la supervisión del acero y del concreto, actividades que forman parte de las funciones del residente en la obra.

Un caso de estudio de planificación de un edificio en India evalúa el uso de Microsoft Project para la programación de obra y lo compara con métodos tradicionales basados en hojas de cálculo aisladas. El estudio evidencia que la definición de una ruta crítica y la actualización periódica del cronograma permiten anticipar atrasos y optimizar recursos. Esto fundamenta el uso de software de programación en Cappadocia y refuerza la idea de que el cronograma elaborado

por el residente puede convertirse en una herramienta real de gestión, y no solo en un requisito académico.

Un proyecto residencial documentado por eLogicTech describe la elaboración de un modelo BIM coordinado a partir de planos bidimensionales en AutoCAD, incorporando arquitectura, estructura y sistemas MEP, para generar vistas de coordinación y cuadros de cantidades. El caso demuestra que el modelo en Revit facilita la detección temprana de interferencias entre elementos estructurales y redes, y mejora la comunicación entre diseño y obra. Este antecedente se relaciona directamente con el modelado hidrosanitario desarrollado para Cappadocia, donde el residente apoya la revisión de las redes sanitarias e hidráulicas frente a la estructura.

Diversos casos internacionales sobre coordinación MEP con BIM en edificaciones residenciales señalan que la revisión de modelos tridimensionales y la detección de choques entre estructura, arquitectura e instalaciones reducen significativamente reprocesos y retrasos. En el contexto de Cappadocia, donde confluyen elementos estructurales y redes hidrosanitarias, estos antecedentes muestran una tendencia clara: la supervisión técnica apoyada en modelos BIM es una herramienta eficaz, mientras que en muchos proyectos locales aún se trabaja casi exclusivamente con planos 2D, lo que constituye un vacío que tu trabajo ayuda a abordar.

Antecedentes Nacionales

En Colombia se han desarrollado trabajos que comparan metodologías CAD y BIM en edificaciones, concluyendo que la integración del modelo tridimensional con el cronograma y el presupuesto reduce errores de coordinación y facilita el control del proceso constructivo. Estos estudios evidencian que la adopción de BIM en el país se concentra en proyectos de vivienda y

edificaciones privadas, y que el modelo sirve como soporte para decisiones técnicas en obra. En Cappadocia, el uso de Revit para la red hidrosanitaria se inscribe en esta tendencia y permite trasladar esos beneficios al contexto específico de Pamplona.

Silva Gómez (2024) aplica la metodología BIM a la remodelación de proyectos de vivienda de interés social, destacando la posibilidad de evaluar alternativas de diseño, cuantificar materiales y planear la ejecución a partir del modelo. El autor subraya la necesidad de que los equipos de obra conozcan el modelo para tomar decisiones informadas. Este antecedente resulta pertinente porque muestra que el uso de BIM no debe quedar restringido a la oficina de diseño; en Cappadocia, la participación del auxiliar de ingeniería en la revisión y uso del modelo hidrosanitario se alinea con esa recomendación.

Cruz Espinosa desarrolla un protocolo de coordinación entre diseños arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios mediante BIM y Navisworks, con el fin de reducir interferencias y sobre costos en obra. El trabajo propone procedimientos de comunicación, listas de chequeo y reuniones de coordinación apoyadas en el modelo tridimensional. Este antecedente es particularmente relevante para Cappadocia, donde convergen estructura de concreto y redes de instalaciones, y respalda la idea de que el residente puede aportar valor no solo en la supervisión física, sino también en la revisión coordinada de planos y modelos.

Torres Jaimez (2021) presenta una práctica empresarial orientada a la “Supervisión y control del proceso constructivo de los 3 últimos pisos en estructura y mampostería del proyecto Torre Acqua”, utilizando bitácoras, registros fotográficos y verificación de procesos constructivos. Aunque el trabajo no incorpora modelado BIM ni análisis detallado de programación, evidencia que el rol de auxiliar de ingeniería en edificaciones de vivienda puede incluir control de concreto, mampostería y cumplimiento de planos. Comparado con este antecedente, el proyecto Cappadocia

añade el componente de modelado en Revit y el uso de cronogramas informáticos, cubriendo un vacío en la integración de supervisión, programación y BIM.

Por su parte, estudios nacionales sobre optimización del control presupuestal y del cronograma en PYMES constructoras resaltan que muchas empresas dependen de asesores externos para la actualización de sus programas de obra y para el seguimiento físico-financiero, lo que limita la capacidad de reacción ante atrasos. Estos trabajos sugieren estandarizar plantillas en Excel y usar Microsoft Project para cruzar cantidades ejecutadas con el avance de tiempo. En Cappadocia, la elaboración de un cronograma y de formatos de control por parte del residente responde a esta necesidad y constituye un aporte práctico para la constructora.

Antecedentes Regionales

En la región nororiental, Ramírez Gelvez (2016) documenta una práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en el conjunto residencial La Manuela, en San José de Cúcuta, enfocada en la supervisión de localización y replanteo, control de formaleas, verificación de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, y seguimiento de la calidad del concreto. El trabajo se basa en bitácoras y registros de campo, y muestra la importancia de la supervisión técnica en proyectos de vivienda de la región, aunque sin integrar herramientas BIM ni análisis detallados de programación, lo que marca un vacío frente al enfoque adoptado en Cappadocia.

Otro trabajo de práctica empresarial desarrollado en el marco del contrato UT CANCHAS-1638-21 se centra en la elaboración de una bitácora de obra para el control de actividades y novedades en la construcción de escenarios deportivos. El énfasis está en registrar imprevistos, causas y soluciones, y en utilizar la bitácora como evidencia del proceso constructivo. Este antecedente resalta la bitácora como herramienta clave de gestión en proyectos regionales; en

Cappadocia, el reto adicional consiste en vincular ese registro diario con el cronograma de obra y con el control de materiales y ensayos.

Material de apoyo académico de la Universidad de Pamplona sobre bitácoras de obra define su contenido mínimo: actividades ejecutadas, cantidades, condiciones climáticas, novedades, decisiones técnicas y responsables de cada actividad. Estos documentos señalan que la bitácora tiene valor probatorio frente a contratistas, interventores y entidades de control. Para la práctica en Cappadocia, este referente permite estructurar una bitácora que no sea solo descriptiva, sino que incorpore datos relevantes para el seguimiento técnico y administrativo del proyecto.

Varios trabajos de grado en la región han utilizado Excel y Microsoft Project para elaborar presupuestos y programaciones de obra en proyectos de edificaciones y obras civiles, resaltando la conveniencia de unificar criterios de medición y formatos de avance físico-financiero. Sin embargo, en muchos de estos casos la programación se maneja de manera separada de la supervisión diaria, lo que dificulta el análisis de desviaciones. En Cappadocia, el uso conjunto de cronogramas, formatos de avance y bitácoras busca integrar esos elementos para mejorar el control del proyecto.

Finalmente, proyectos regionales en ingeniería civil destacan el uso del registro fotográfico y del cálculo de porcentajes de avance como herramientas básicas de seguimiento, pero rara vez las relacionan con modelos BIM o con la verificación explícita de normas como la NSR-10 o reglamentos técnicos de instalaciones. Este vacío abre espacio para que el trabajo en Cappadocia articule la supervisión de acero, concreto y redes hidrosanitarias con el uso de modelos en Revit y con el cumplimiento normativo, aportando un enfoque más integral al contexto local

Marco Teórico

La ejecución de proyectos de edificación en concreto reforzado exige articular de forma coherente el diseño estructural, la programación de actividades, el control de calidad de materiales y la coordinación de las diferentes especialidades técnicas. En este contexto, la práctica empresarial del estudiante de ingeniería civil se apoya en conceptos como supervisión técnica, control de obra, programación de proyectos, recubrimientos y cuantías de acero, bitácoras de obra y modelado de información de la construcción (BIM), todos ellos enmarcados por reglamentos técnicos como el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y las Normas Técnicas Colombianas (AIS, 2010; ICONTEC, 2017).

Se entiende por supervisión técnica el conjunto de actividades mediante las cuales un profesional o su auxiliar verifica que la construcción se ejecute conforme a los planos aprobados, las especificaciones técnicas y la normativa vigente. Esto incluye revisar la ubicación y dimensiones de elementos estructurales, comprobar el armado del acero de refuerzo, constatar la correcta ejecución de formaleas y encofrados, y observar los procedimientos de vaciado y curado del concreto (Kerzner, 2013). El control de obra complementa estas funciones al incorporar el seguimiento sistemático del avance físico, el registro de cantidades ejecutadas y el control de calidad de los materiales mediante ensayos y verificaciones in situ (Project Management Institute [PMI], 2017). En el proyecto Edificio Cappadocia, estas actividades se concretan en la revisión diaria de los procesos de cimentación y estructura, en la comprobación de las cantidades de acero y concreto respecto al diseño estructural y en la documentación de cada hito constructivo a través de formatos y bitácoras elaborados por el estudiante.

Desde el punto de vista del diseño estructural y del control técnico, la NSR-10 establece los requisitos mínimos para el concreto estructural y el acero de refuerzo, incluyendo aspectos como resistencia, durabilidad, disposición de armaduras y condiciones de recubrimiento (AIS, 2010). El recubrimiento es el espesor de concreto que protege las barras de acero frente al ambiente y al fuego; su valor depende del tipo de elemento, del diámetro de las barras y de las condiciones de exposición, y su verificación en obra es una tarea típica de supervisión, pues una deficiencia en este aspecto compromete la durabilidad y la seguridad de la estructura. Asimismo, el control de las cuantías de acero —comparando el acero calculado con el efectivamente colocado y vaciado— constituye una herramienta de verificación tanto técnica como económica (Nilson et al., 2011). En Cappadocia, el seguimiento al cumplimiento de recubrimientos y al consumo de acero se realiza a partir de la lectura de planos estructurales, del uso de planos de cuantías y del registro de las cantidades realmente empleadas en campo, lo que permite detectar desviaciones y proponer correctivos oportunos a la constructora.

La programación de obras de construcción se apoya en técnicas de gestión de proyectos que buscan ordenar las actividades, estimar sus duraciones y establecer relaciones de precedencia. Entre estas técnicas se encuentran el uso de diagramas de barras (diagramas de Gantt) y, de manera más avanzada, el método de la ruta crítica (Critical Path Method, CPM), que identifica la secuencia de actividades que determina la duración mínima del proyecto (Kerzner, 2013; PMI, 2017). La ruta crítica se define como el conjunto de tareas sin holgura cuyo retraso implica necesariamente el retraso del proyecto completo; su identificación permite concentrar los esfuerzos de supervisión y recursos en los frentes más sensibles. En el proyecto Cappadocia, la utilización de Microsoft Project para estructurar el cronograma y detectar la ruta crítica vincula directamente estos

conceptos teóricos con la práctica, ya que el estudiante participa en la elaboración y actualización del programa de obra y en el análisis de diferencias entre lo programado y lo realmente construido.

Como soporte al control técnico, la bitácora de obra se reconoce como un instrumento técnico-jurídico que registra, de manera cronológica, las actividades realizadas, las condiciones de ejecución, las novedades técnicas, las instrucciones de los responsables y los eventos imprevistos (Gómez & Rodríguez, 2019). Su función es documentar el desarrollo del proyecto, servir de evidencia en caso de controversias y facilitar el seguimiento de avances y riesgos. En la práctica profesional, la bitácora puede adoptar formatos físicos o digitales, pero debe contener información mínima sobre fecha, frente de trabajo, actividades ejecutadas, cantidades aproximadas, condiciones climáticas y decisiones técnicas relevantes. En Cappadocia, la construcción de una bitácora automatizada en Excel y la elaboración de informes quincenales con registro fotográfico materializan este concepto, al permitir un control sistemático de la obra y al generar entregables que quedan a disposición de la constructora para futuras auditorías y comparaciones.

El modelado de información de la construcción (Building Information Modeling, BIM) se define como una metodología de trabajo colaborativa que integra, en un modelo digital, la geometría y los datos de los elementos de un proyecto durante todo su ciclo de vida, desde el diseño hasta la operación (Eastman et al., 2011). A diferencia de los planos bidimensionales tradicionales, BIM permite asociar a cada componente información sobre materiales, dimensiones, costos, fases de construcción y relaciones con otras disciplinas, favoreciendo la coordinación entre arquitectura, estructura e instalaciones (Succar, 2009). Revit, desarrollado por Autodesk, es uno de los softwares más utilizados para implementar BIM en edificaciones, ya que permite modelar en tres dimensiones, extraer planos y cuantías, y revisar interferencias entre sistemas (Autodesk,

2022). En el caso del Edificio Cappadocia, el modelado de la red hidrosanitaria en Revit no solo sirve para representar gráficamente las tuberías, sino que se convierte en una herramienta de supervisión técnica: permite detectar anticipadamente interferencias entre las redes sanitarias e hidráulicas y los elementos estructurales, y apoya la revisión de pendientes, diámetros y trazados frente a lo establecido en los planos y en normas técnicas aplicables a instalaciones hidrosanitarias, como el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

Finalmente, los entregables técnicos de un proyecto de construcción —planos actualizados, memorias de cálculo, cronogramas, bitácoras, actas de visita, informes de laboratorio, modelos BIM, entre otros— constituyen la materialización documental de las actividades de supervisión, control y diseño (PMI, 2017). Su calidad y consistencia determinan, en gran medida, la capacidad de la organización para aprender de cada proyecto y mejorar sus procesos. En la práctica empresarial desarrollada en el proyecto Cappadocia, el estudiante contribuye a la generación de entregables clave: cronograma de obra con identificación de ruta crítica, presupuesto general, formatos estandarizados de seguimiento, bitácora automatizada e informe del modelado hidrosanitario en Revit. Estas salidas no solo documentan lo realizado, sino que representan un aporte técnico específico a la constructora, alineando la experiencia de práctica con las bases teóricas y normativas que rigen la construcción de edificaciones en concreto reforzado en Colombia.

Marco Legal

La construcción del Edificio Multifamiliar Cappadocia se desarrolla en el marco de un conjunto de normas técnicas, urbanísticas, profesionales y de seguridad y salud en el trabajo que regulan tanto el diseño y la ejecución de la obra, como el ejercicio de la ingeniería y las condiciones en que se realiza la práctica empresarial. Entre estas disposiciones se destacan el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017, la Ley 842 de 2003 sobre ejercicio de la ingeniería, el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Pamplona, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 1409 de 2012 sobre seguridad en trabajo en alturas, así como el Acuerdo 186 de 2005 de la Universidad de Pamplona, que regula el trabajo de grado y la práctica profesional del estudiante.

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 establece los requisitos mínimos para el análisis, diseño, construcción y supervisión de edificaciones en el país, con el fin de garantizar un comportamiento adecuado frente a la acción sísmica (AIS, 2010; NSR-10, 2010). La norma define, entre otros aspectos, las categorías de uso y ocupación de las edificaciones, los requisitos para sistemas estructurales de concreto reforzado, las especificaciones de materiales, los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo y los lineamientos para el control de calidad en obra.

En el proyecto Cappadocia, diseñado como edificio de vivienda multifamiliar en concreto reforzado, la NSR-10 es el marco de referencia para la verificación de planos estructurales, la revisión de recubrimientos, la correcta disposición de acero en vigas, columnas, placas y muros, y

el control de calidad del concreto en cimentación y estructura. Durante la práctica empresarial, el estudiante participa en la lectura de planos estructurales, en la comprobación de las cantidades de acero y concreto frente a lo especificado y en el seguimiento a los ensayos de resistencia, apoyando así el cumplimiento de los requisitos de diseño y construcción establecidos por la NSR-10.

Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017

El Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS fue adoptado mediante la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, y establece los criterios técnicos que deben cumplir los sistemas de acueducto y alcantarillado, desde la captación hasta las instalaciones internas de los inmuebles (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

Para el Edificio Cappadocia, el RAS 2017 es la referencia obligatoria en la revisión de planos hidrosanitarios y en el modelado de las redes sanitarias e hidráulicas en Revit, en lo relacionado con diámetros mínimos, pendientes, conexiones a la red pública, ventilación y disposición final de aguas residuales. La práctica del estudiante se articula con esta norma al verificar que los diseños de redes hidrosanitarias suministrados por la firma diseñadora se ajusten a los parámetros del RAS y al modelar dichas redes en tres dimensiones, lo que facilita la detección de interferencias con la estructura y respalda el cumplimiento de los requisitos técnicos del reglamento.

Ley 842 de 2003 – Ejercicio de la ingeniería

La Ley 842 de 2003 reglamenta el ejercicio de la ingeniería en Colombia, define sus alcances y atribuciones, establece el régimen disciplinario y precisa que las actividades de diseño, construcción, interventoría y supervisión deben estar a cargo de profesionales legalmente

habilitados e inscritos ante el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (Congreso de la República, 2003).

En el caso de la práctica empresarial en el proyecto Cappadocia, esta ley enmarca la participación del estudiante como auxiliar de ingeniería, bajo la dirección y responsabilidad de un ingeniero civil residente y del director de obra debidamente matriculados. Esto implica que las labores de supervisión, control de obra, revisión de planos y elaboración de informes realizadas por el practicante se desarrollan como apoyo técnico al profesional responsable, dentro de los límites éticos y legales definidos por la Ley 842. La ley, además, refuerza la obligación de observar las normas técnicas (NSR-10, RAS, RETIE, NTC) como parte integral del ejercicio profesional.

Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Pamplona

El Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Pamplona constituye el instrumento mediante el cual se regulan el uso del suelo, las áreas de expansión urbana, las densidades de construcción y las condiciones para el desarrollo de proyectos de vivienda y equipamientos en el territorio (Alcaldía de Pamplona, 2001; 2014).

El Edificio Cappadocia se localiza en un sector urbano contemplado por el POT para uso residencial multifamiliar, por lo que el proyecto debe cumplir las disposiciones relativas a altura máxima, índice de ocupación y construcción, retiros y afectaciones viales. Aunque el estudiante no interviene en la fase de licenciamiento urbanístico, su práctica se desarrolla dentro de un proyecto que ya fue aprobado bajo las reglas del POT, y su función de supervisar procesos constructivos y registrar avances contribuye a que la ejecución de la obra respete las condiciones urbanísticas y volumétricas autorizadas.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, expedido y actualizado por el Ministerio de Minas y Energía, establece los requisitos que deben cumplir las instalaciones eléctricas en Colombia para garantizar la seguridad de las personas, la preservación de la vida animal y vegetal y la protección de los bienes (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

En un edificio de vivienda como Cappadocia, el RETIE es aplicable al diseño, montaje y puesta en servicio de las redes eléctricas internas y comunes, incluyendo tableros, ductos, canalizaciones y sistemas de puesta a tierra. Aunque la práctica empresarial se centra en aspectos estructurales e hidrosanitarios, la supervisión de obra necesariamente interactúa con las rutas de instalaciones eléctricas, especialmente en la coordinación de espacios para ductos, chases y bandejas que atraviesan la estructura. De esta manera, la observación de interferencias entre redes hidrosanitarias, eléctricas y elementos estructurales, y su registro en bitácoras y modelos, se relaciona indirectamente con el cumplimiento del RETIE, al contribuir a que las instalaciones se ejecuten en condiciones seguras y conforme a lo proyectado.

Decreto 1072 de 2015 y Resolución 1409 de 2012 – Seguridad y salud en el trabajo

El Decreto 1072 de 2015 compila la normatividad del sector Trabajo e incorpora el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), entendido como un proceso lógico y por etapas que busca anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud de los trabajadores en los diferentes ambientes laborales (Ministerio del Trabajo, 2015). La Resolución 1409 de 2012, por su parte, establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas, aplicable a todas las actividades que se realicen a partir de determinada altura sobre el nivel inferior (Ministerio del Trabajo, 2012).

En la construcción del Edificio Cappadocia, que alcanza varios niveles sobre rasante, estas disposiciones son fundamentales para la planificación de frentes de trabajo, el uso de equipos de protección personal, la implementación de sistemas de protección contra caídas, la señalización de áreas de riesgo y la capacitación del personal. La práctica empresarial del estudiante se desarrolla en este contexto normativo: su presencia en obra exige el cumplimiento de las medidas de seguridad definidas por el SG-SST de la empresa, el uso adecuado de elementos de protección personal, la participación en inducciones de seguridad y la observación de procedimientos de trabajo seguro en actividades de altura, en coherencia con lo establecido en el Decreto 1072 y la Resolución 1409.

Acuerdo 186 de 2005 – Reglamento académico estudiantil

El Acuerdo 186 de 2005 del Consejo Superior de la Universidad de Pamplona compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado, estableciendo, entre otros aspectos, los requisitos generales para la obtención del título profesional, las modalidades de trabajo de grado y las condiciones para la realización de prácticas empresariales como parte del proceso formativo (Consejo Superior Universidad de Pamplona, 2005).

En este marco, la práctica empresarial desarrollada en la Constructora Pérez y Asociados S.A.S. y el presente trabajo de grado constituyen la evidencia del cumplimiento de las exigencias institucionales para la titulación como ingeniero civil. El Acuerdo 186 justifica la elaboración de un informe técnico–académico que documente las actividades de planificación, supervisión, control de obra y modelado realizados en Cappadocia, articulando así la normativa académica interna con las normas técnicas y legales que rigen la obra civil.

Marco Contextual

Reseña Histórica de la Empresa

En el contexto del sector de la construcción de edificaciones en Colombia, donde las empresas privadas cumplen un papel fundamental en el desarrollo urbano y en la ejecución de proyectos de vivienda, la región de Pamplona ha contado con actores que han impulsado de manera sostenida este crecimiento. En este ámbito se ubica la Constructora Pérez y Asociados S.A.S., empresa de carácter familiar fundada en septiembre de 2006 en la ciudad de Pamplona. Su reconocimiento en la región se ha consolidado gracias a la credibilidad obtenida por la seriedad, responsabilidad y compromiso de su fundador y constructor, Salomón Pérez Portilla, quien cuenta con más de 30 años de experiencia en el sector. A lo largo de su trayectoria, la empresa ha desarrollado diversos proyectos destacados, entre ellos el Edificio Balcones Hulago, Alameda Real, Valles de Bochalema, Cabaña Campestre y el Proyecto Plaza Los Andes (Pérez y Asociados S.A.S., 2016).

Misión de la Empresa

“Somos una empresa dedicada al desarrollo de proyectos inmobiliarios de inversión en finca raíz y obras de infraestructura, que crea valor a nuestros clientes y colaboradores, con pasión y excelencia. Nos distinguimos por ser visionarios, innovadores y comprometidos con la calidad del producto; cimentados en principios éticos y morales, apoyados en nuestro valioso talento humano”. (Perez y Asociados S.A.S C. , 2016).

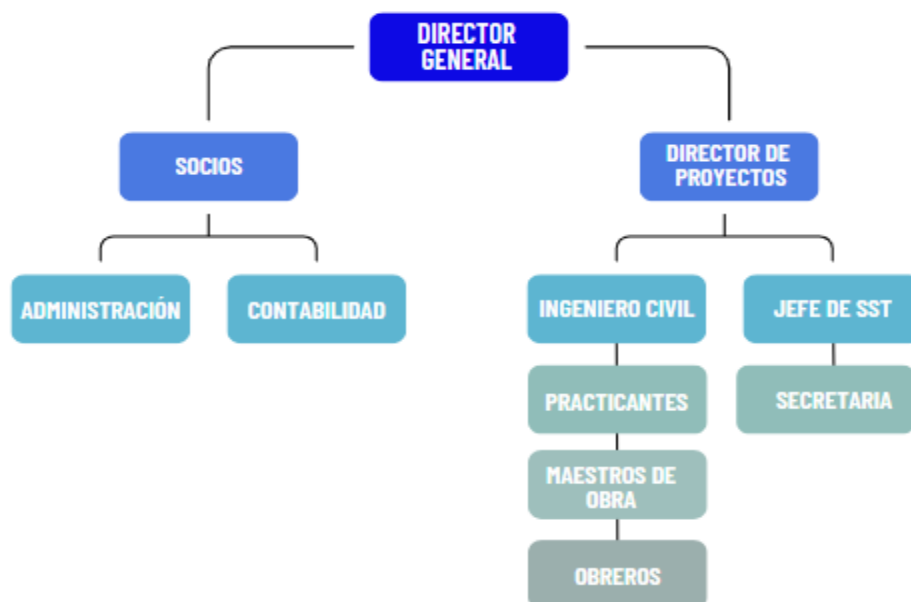
Visión de la Empresa

CONSTRUCTORA PEREZ Y ASOCIADOS S.A.S para el año 2022 será una empresa líder en innovación, superando las expectativas de nuestros clientes con excelente calidad y diseño dándoles un servicio confiable, oportuno y amable. (Perez y Asociados S.A.S C. , 2016).

Objetivos De La Empresa

- Planificar y controlar la eficiencia y eficacia de los insumos para la construcción de todos sus productos.
- Implementar, ejecutar y controlar la planeación de todas las áreas de la empresa con el fin de garantizar el cumplimiento del plan estratégico de la misma.
- Garantizar la rentabilidad de la empresa sin afectar los intereses de las partes. (Perez y Asociados S.A.S C. , 2016).

Figura 1. *Organigrama Estructural de la Empresa*



Nota. Se plasma la información organizacional de la empresa Pérez y Asociados S.A.S. Adaptado de Constructora Pérez y Asociados S.A.S (2025).

Tabla 1. *Información general de la empresa*

Nombre de la Empresa	Constructora Pérez y Asociados S.A.S
Nit	901-013679-0
dirección	Carrera 6 n. 6-26 apto 401 Centro, Pamplona, Norte de Santander
Teléfono	3125927242
Representante Legal	Salomón Pérez Portilla
Código y Actividad Económica	4111 construcciones de Edificios Residenciales
Clase de Riesgo	Riesgo V
ARL	Positiva Compañía de Seguros S.A.

Nota. Datos tomados de la empresa Constructora Pérez y Asociados S.A.S (2024).

Proyecto

El Edificio Cappadocia es un proyecto de carácter residencial compuesto por once (11) niveles, diseñado para ofrecer funcionalidad, confort y áreas comunes de calidad. Los dos primeros pisos están destinados exclusivamente a estacionamientos, con un total de treinta y dos (32) parqueaderos cubiertos, cada uno con un área individual de 11,25 m², lo que garantiza disponibilidad y comodidad para los residentes. Del tercer al décimo piso se desarrollan treinta y dos (32) unidades habitacionales, distribuidas en veintiocho (28) apartamentos tipo estándar, con un área construida de 82,00 m² cada uno, y cuatro (4) apartamentos tipo dúplex, con un área de 142,85 m², brindando alternativas habitacionales para diferentes necesidades y estilos de vida. El último nivel (piso once) está destinado a zonas comunes de recreación y esparcimiento, incluyendo un gimnasio dotado para el entrenamiento físico, zona BBQ para actividades sociales al aire libre, auditorio para reuniones o eventos, y un área social de uso múltiple. La edificación cuenta con una cubierta metálica instalada en la terraza, diseñada para proteger las áreas superiores y permitir un aprovechamiento funcional del espacio. El conjunto de sus características arquitectónicas, estructurales y de servicios complementarios convierten al Edificio Cappadocia en un desarrollo

inmobiliario que combina diseño moderno, optimización espacial y adecuadas condiciones de habitabilidad.

Localización

El proyecto se desarrolla en Pamplona, municipio del departamento de Norte de Santander, ubicado en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, a 2.200 metros sobre el nivel del mar. Su territorio abarca 1.176 km² y presenta una temperatura promedio de 14 °C. Limita con los municipios de Pamplonita, Cúcota, Chitagá, Labateca y Cucutilla, y cuenta con acceso vial a ciudades principales como Cúcuta, Bucaramanga, Bogotá y Arauca

Figura 2. *Ubicación Pamplona, Norte de Santander*



Nota. Ubicación geográfica de la ciudad de Pamplona a nivel departamental y nacional. Adaptado de la alcaldía de Pamplona (2025).

Administrativamente, Pamplona está dividida en dos corregimientos y 38 veredas. Su red hídrica incluye los ríos Pamplonita y Sulasquilla, además de varias quebradas. La economía local se basa principalmente en la agricultura, destacando cultivos de papa, fresa, ajo y trigo, así como en la ganadería, piscicultura y cría de animales menores. También sobresale por su actividad comercial, con productos alimenticios típicos, tejidos artesanales, servicios turísticos y hoteleros. (Alcaldía de Pamplona, 2023)

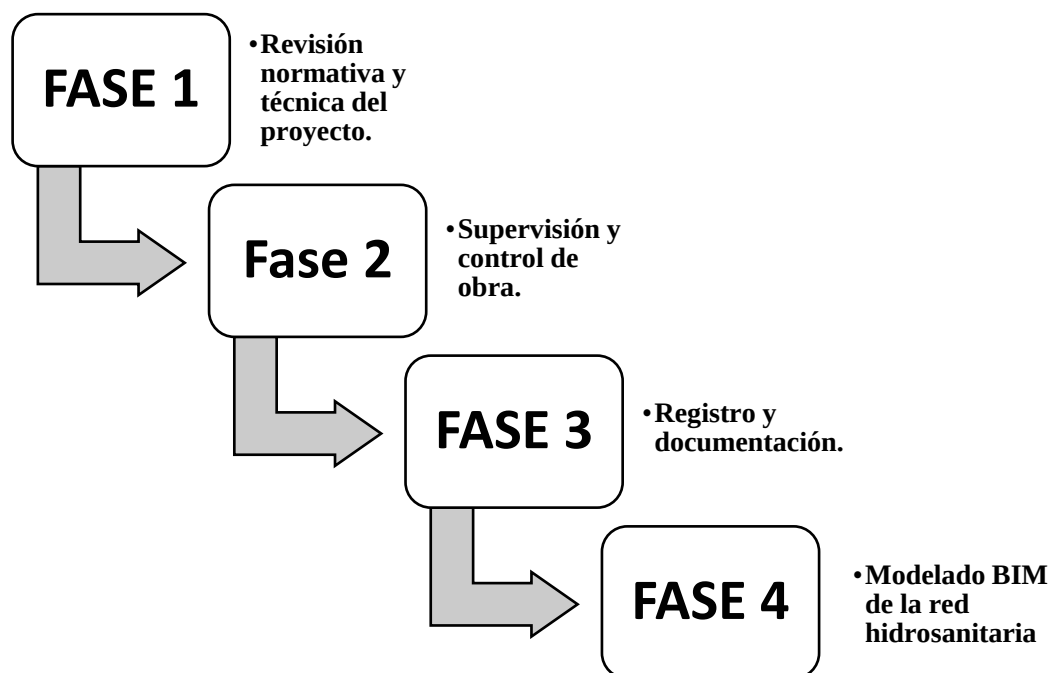
Figura 3. *Ubicación geográfica del proyecto*



Nota. Ubicación geográfica de la ciudad de Pamplona a nivel Municipal. Adaptado de Google Earth (2025).

Metodología

Figura 4. *Diagrama de fases de la metodología.*



Nota. En la figura se detallan las fases requeridas para el desarrollo de la metodología. Fuente: Propia (2025)

La metodología aplicada en el desarrollo de la práctica profesional se estructuró bajo un enfoque descriptivo–aplicado, orientado a documentar, supervisar y modelar los procesos constructivos del proyecto de vivienda multifamiliar Edificio Cappadocia. El trabajo se organizó en cuatro fases integradas, coherentes con los objetivos específicos planteados:

- Revisión normativa y técnica
- Supervisión y control de obra
- Registro y documentación sistemática
- Modelado de la red hidrosanitaria mediante BIM.

En cada fase se combinaron:

Técnicas de análisis documental (planos, especificaciones, normas), observación directa y medición en campo, uso de instrumentos de registro y verificación (listas de chequeo, formatos en Excel, ensayos de laboratorio, bitácora), y herramientas digitales (AutoCAD, Revit, Microsoft

Project y Microsoft Excel), articuladas con la normativa vigente (NSR-10, RAS 2017, especificaciones internas de la empresa y reglamentaciones de seguridad y salud en el trabajo).

Fase 1. Revisión normativa y técnica del proyecto

En la primera fase se realizó la revisión sistemática de la información técnica y normativa asociada al proyecto. Esta fase tuvo tres componentes:

1. Revisión de normas aplicables

Se identificaron y consultaron las principales normas relacionadas con la estructura y las instalaciones del edificio:

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 para el diseño y construcción en concreto reforzado.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017 para redes hidrosanitarias.
- Especificaciones técnicas internas de la Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

El análisis se centró en los requisitos de recubrimientos, resistencias de diseño, diámetros y pendientes mínimas, disposiciones constructivas y tolerancias admisibles. A partir de estas fuentes se definieron criterios de verificación para la revisión de planos y para la posterior supervisión en obra

2. Análisis de planos arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios

Se realizó un análisis documental comparativo de los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones hidrosanitarias utilizando AutoCAD y Revit como herramientas de lectura y medición. La revisión se orientó por los siguientes criterios técnicos:

- Coherencia geométrica: correspondencia entre ejes, niveles, dimensiones y espesores de elementos en los diferentes planos.
- Cumplimiento normativo: verificación de recubrimientos, secciones de elementos estructurales, ubicación de juntas y detalles de anclaje, frente a las exigencias de la NSR-10.
- Compatibilidad entre disciplina estructural e hidrosanitaria: identificación de posibles interferencias entre vigas, losas y muros con ductos y tuberías proyectadas.

Las observaciones se registraron en matrices de control elaboradas en Excel, donde se consignaron incongruencias detectadas, referencias de plano, cota o detalle, y recomendaciones preliminares.

3. Elaboración del cronograma de supervisión y matrices de control

Con base en la información anterior se construyó un cronograma de supervisión en Microsoft Project, siguiendo estos pasos metodológicos:

- Descomposición del proyecto en actividades y subactividades según la secuencia constructiva de la obra (preliminares, cimentación, estructura, instalaciones, acabados).
- Estimación de duraciones y relaciones de precedencia entre actividades, tomando como referencia el programa contractual y el criterio del residente de obra.
- Identificación de la ruta crítica y de las actividades con mayor impacto en el plazo total del proyecto.

Paralelamente se diseñaron matrices de control en Excel para registrar, por actividad: fecha, frente de trabajo, recursos involucrados, avances parciales y observaciones técnicas. Esta fase permitió establecer una estructura metodológica

ordenada que sirvió de base para el control posterior de la obra.

Fase 2. Supervisión y control de obra.

La segunda fase se orientó a la supervisión técnica de los procesos constructivos y al control de cantidades y calidad de materiales. Metodológicamente se desarrolló mediante:

1. Visitas periódicas de supervisión

Se efectuaron visitas de campo con una periodicidad diaria en los frentes activos de cimentación y estructura, y con periodicidad semanal en actividades complementarias. Cada visita se realizó bajo la supervisión directa del ingeniero residente, definiendo previamente:

- Frente de trabajo a inspeccionar
- Actividades programadas para el día según el cronograma
- Criterios de verificación específicos (dimensiones, recubrimientos, elementos colocados, estado de formaletas, etc.).

2. Instrumentos de verificación y registro

Durante las visitas se emplearon listas de chequeo y formatos de inspección elaborados en Excel, donde se registraron:

- Elementos revisados (vigas, pedestales, tanque de almacenamiento).
- Medidas de control (dimensiones, niveles, recubrimientos estimados con cinta métrica).
- Cumplimiento o no de los detalles de plano.
- Observaciones sobre correcciones requeridas.

Se complementó la información con registro fotográfico sistemático, numerado y

referenciado a fecha, actividad y ubicación.

3. Control de cantidades y calidad de materiales

- Para el acero de refuerzo, se apoyó al residente en la cuantificación y verificación de las barras colocadas, contrastando: planos de cuantías, listados de corte y cantidades realmente empleadas en obra. Esta información se consolidó en cuadros comparativos (calculó vs consumo), permitiendo identificar sobreconsumos o diferencias significativas.
- Para el concreto, se documentaron los ensayos de asentamiento (slump) y de resistencia a la compresión de cilindros, de acuerdo con los procedimientos establecidos por la empresa y la normativa aplicable. En cada vaciado se registró: elemento, volumen aproximado, diseño de mezcla, resultados de slump y códigos de los cilindros enviados al laboratorio.

4. Alcance y responsabilidades

- El alcance de la supervisión incluyó las etapas de cimentación, estructura en elevación y actividades relacionadas que incidían directamente en la estabilidad de la edificación. El estudiante actuó como auxiliar de ingeniería, responsable de diligenciar formatos, realizar mediciones básicas, organizar la información y reportar hallazgos al ingeniero residente, quien tomaba las decisiones técnicas correspondientes. Esta fase fortaleció el control técnico y económico del proyecto al integrar revisión de planos, inspección en campo y verificación de cantidades.

Fase 3. Registro y documentación.

La tercera fase se centró en la recolección, organización y análisis de la información de

obra mediante instrumentos de registro diseñados específicamente para el proyecto.

1. Diseño e implementación de la bitácora de obra

Se elaboró una bitácora de obra automatizada en Excel, estructurada en hojas de cálculo por mes y por frente de trabajo. Cada registro diario incluyó como campos mínimos:

- Fecha, clima y jornada.
- Actividades ejecutadas y ubicación.
- Personal y equipos involucrados.
- Cantidades aproximadas de obra (m^3 , m^2 , kg de acero, unidades).
- Novedades técnicas, retrasos, reprocesos y decisiones adoptadas.
- Observaciones del residente o del auxiliar.

La información se recopiló con periodicidad diaria a partir de la observación directa, los reportes de las cuadrillas y la coordinación con el residente de obra.

2. Formatos de avance y control mensual

Con base en la bitácora se construyeron formatos de control de avances mensuales, en los que se consolidaron las cantidades ejecutadas por actividad y se calcularon porcentajes de avance físico, comparando:

- Lo programado en el cronograma (tiempo y volumen de obra).
- Con lo ejecutado según la bitácora y los registros de materiales.

Estos formatos permitieron generar tablas y gráficas de seguimiento (por ejemplo, curvas de avance acumulado), que se utilizaron como insumo para la toma de decisiones y para la elaboración de informes.

3. Informes quincenales y organización de evidencias

Con una periodicidad quincenal, se prepararon informes para la constructora que integraron:

- Resumen de actividades ejecutadas.
- Avance físico estimado.
- Principales novedades y riesgos.
- Registro fotográfico seleccionado.
- Observaciones sobre el cumplimiento de cronograma y especificaciones.

Estos informes se archivaron de manera organizada, junto con la bitácora y los cuadros de control, constituyendo la evidencia documental de la práctica y del seguimiento técnico realizado.

Fase 4. Modelado BIM de la red hidrosanitaria

La cuarta fase tuvo como propósito el modelado tridimensional de la red hidrosanitaria del Edificio Cappadocia mediante la metodología BIM y el software Revit, como apoyo a la coordinación de instalaciones y al control técnico de la obra.

1. Preparación del modelo y definición de estándares BIM

En primer lugar, se definieron los estándares de modelado a utilizar:

- Se adoptó un nivel de desarrollo (LOD) equivalente a 300 para la red hidrosanitaria, suficiente para la coordinación con estructura y arquitectura y para la obtención de planos de instalación.

- Se establecieron familias de tuberías y accesorios (PVC sanitario, PVC presión, accesorios de unión, cajas de inspección) con parámetros de diámetro, pendiente, material y sistema (sanitario, pluvial, agua potable).
- Se configuraron niveles y rejillas del proyecto de acuerdo con la arquitectura y la estructura, utilizando los planos existentes como referencia

2. Metodología de modelado

El modelado se desarrolló siguiendo una secuencia metodológica:

- Importación o vinculación de los planos arquitectónicos y estructurales al archivo de Revit, garantizando coherencia en unidades, niveles y ejes.
- Trazado de las tuberías principales y secundarias de aguas residuales, aguas lluvias y agua potable, respetando los diámetros y pendientes establecidos en los planos de diseño y en el RAS 2017 (mínimos de pendiente, velocidades recomendadas, diámetros mínimos por tipo de artefacto)
- Inserción de aparatos sanitarios y puntos de consumo como elementos anfitriones, asignándoles los sistemas correspondientes.
- Configuración de conexiones, ventilaciones y bajantes conforme a las soluciones de diseño propuestas.

3. Validación del modelo y detección de interferencias

Una vez construido el modelo base, se aplicaron criterios de validación

- Verificación de que la geometría de la red coincidiera con los trazados de los planos 2D (ubicación de bajantes, trazado de colectores, conexiones a la red pública)
- Revisión de pendientes y diámetros frente a los requisitos del RAS 2017 para

instalaciones domiciliarias.

- Ejecución de revisiones de interferencias (“clash detection”) entre tuberías y elementos estructurales (vigas, losas, muros) mediante las herramientas de comprobación de interferencias del propio Revit.
- Revisión de alturas libres y pasos de tuberías en vigas y losas para evitar conflictos durante la ejecución

4. Parámetros BIM y productos generados

En el modelo se incorporaron parámetros de información asociados a cada tramo de tubería (diámetro, longitud, material, sistema, pendiente) y se generaron tablas de planificación (schedules) con cantidades de tuberías y accesorios. Como productos finales se obtuvieron:

- Vistas en planta y cortes de la red hidrosanitaria,
- Detalles de conexión y pasos estructurales.
- Cuadros de cantidades exportables a Excel.

Estos entregables se utilizaron como soporte para la revisión técnica y constituyen un insumo para la constructora en la etapa de ejecución de instalaciones.

Resultados

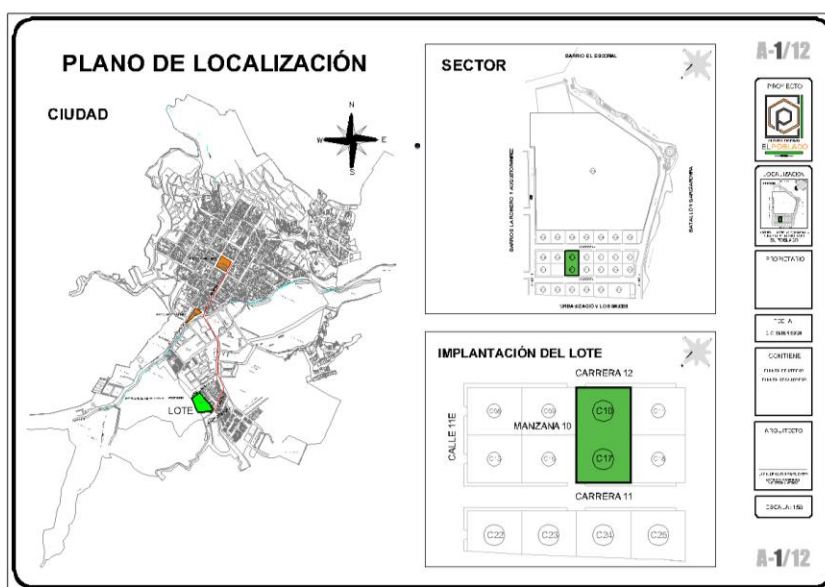
Los resultados se presentarán con base a las fases propuestas en la metodología, correspondientes al desarrollo de cada uno de los objetivos.

Fase 1. Planificación y Preparación

Para dar inicio a mis prácticas profesionales y en cumplimiento de la primera fase, se llevó a cabo la recopilación y revisión de la información técnica del proyecto, dentro de la cual se incluyeron los planos arquitectónicos e estructurales, así como las especificaciones constructivas correspondientes. Esta labor tuvo como propósito adquirir un conocimiento integral de la obra a ejecutar, comprendiendo sus características de diseño, criterios de calidad y lineamientos normativos aplicables.

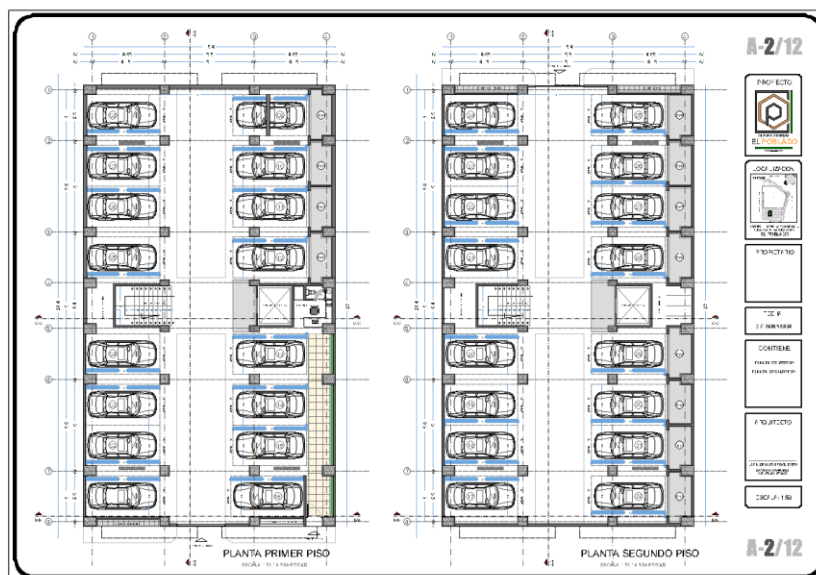
Planos Arquitectónicos

Figura 5. *Plano de localización*



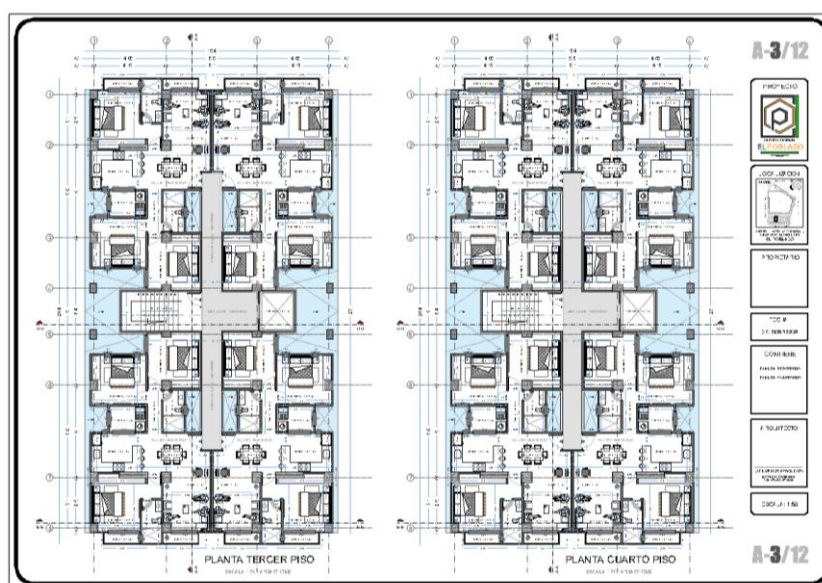
Nota. Mapa de localización del proyecto. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 6. Planos de parqueaderos



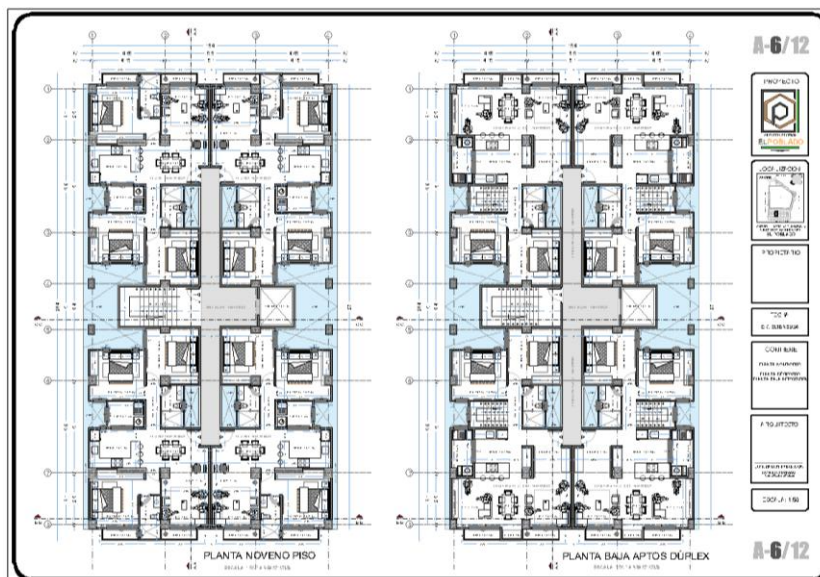
Nota. Planos correspondientes del nivel 1 y 2 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 7. Planos arquitectónico nivel 3 y 4



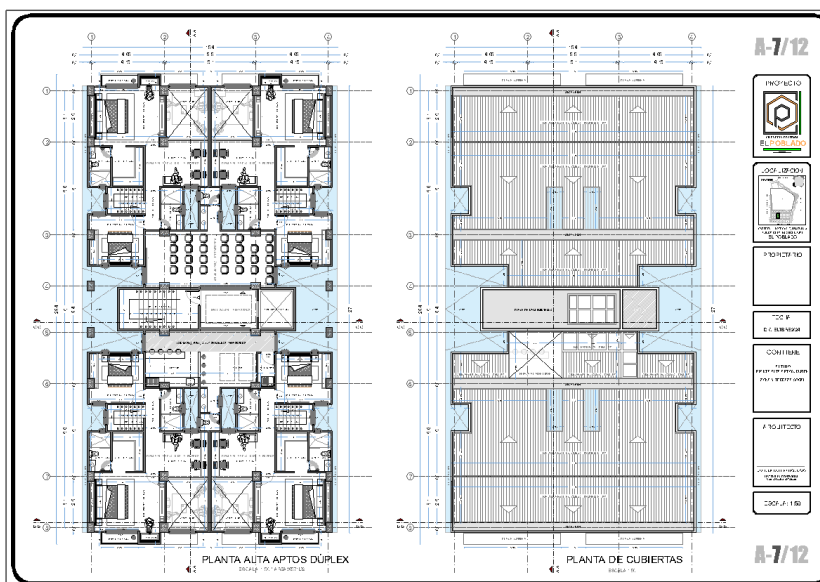
Nota. Planos arquitectónicos correspondientes al nivel 3, 4, 5, 6, 7 y 8 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 8. Planos arquitectónico nivel 9 y 10



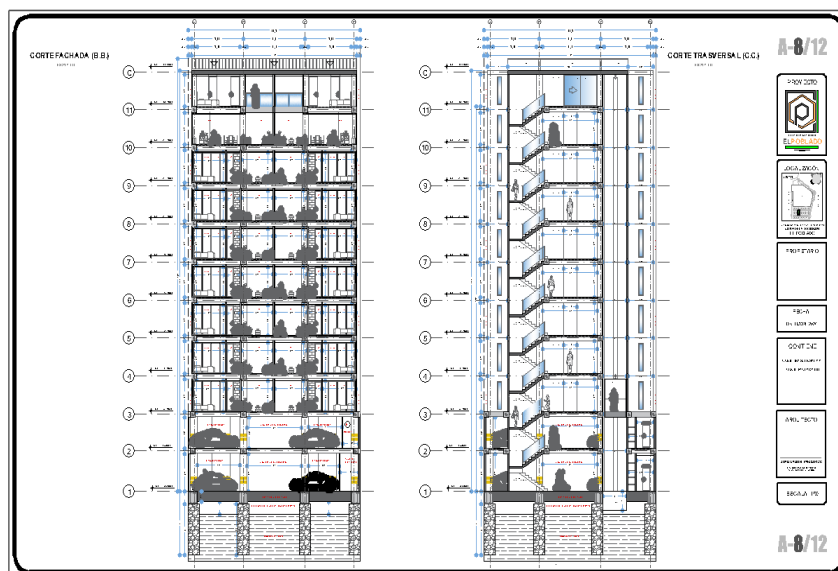
Nota. Planos arquitectónicos correspondientes al nivel 9 y 10 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 9. Planos arquitectónico nivel 1 y cubierta



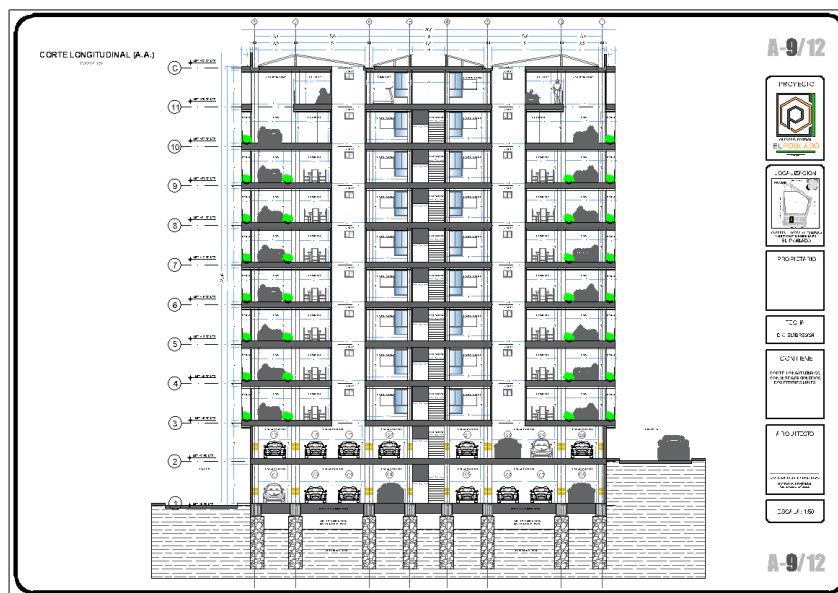
Nota. Planos arquitectónicos correspondientes al nivel 11 y cubierta del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 10. Planos arquitectónico corte transversal



Nota. Planos arquitectónicos correspondientes a los cortes transversales y cortes de fachada del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

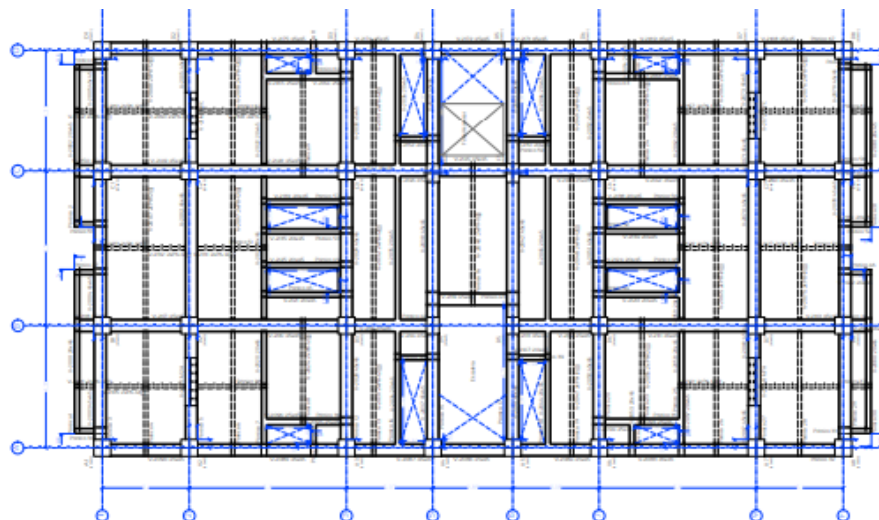
Figura 11. Planos arquitectónico corte longitudinal



Nota. Planos arquitectónicos correspondientes a los cortes longitudinales del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

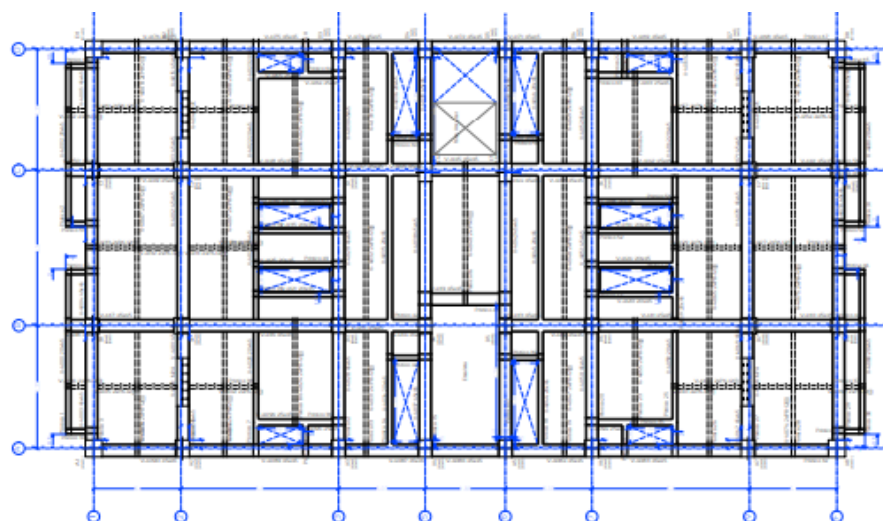
Nota. Planos estructurales correspondientes a la planta de cimentación del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 14. Planos estructurales planta nivel 3 a 6



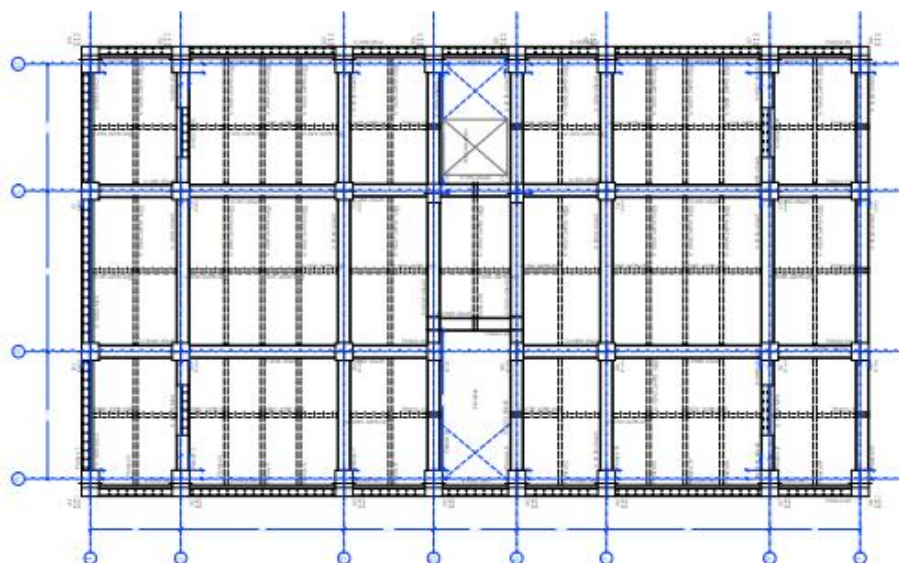
Nota. Planos estructurales correspondientes a las plantas de nivel 3, 4, 5 y 6 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 15. Planos estructurales planta nivel 10



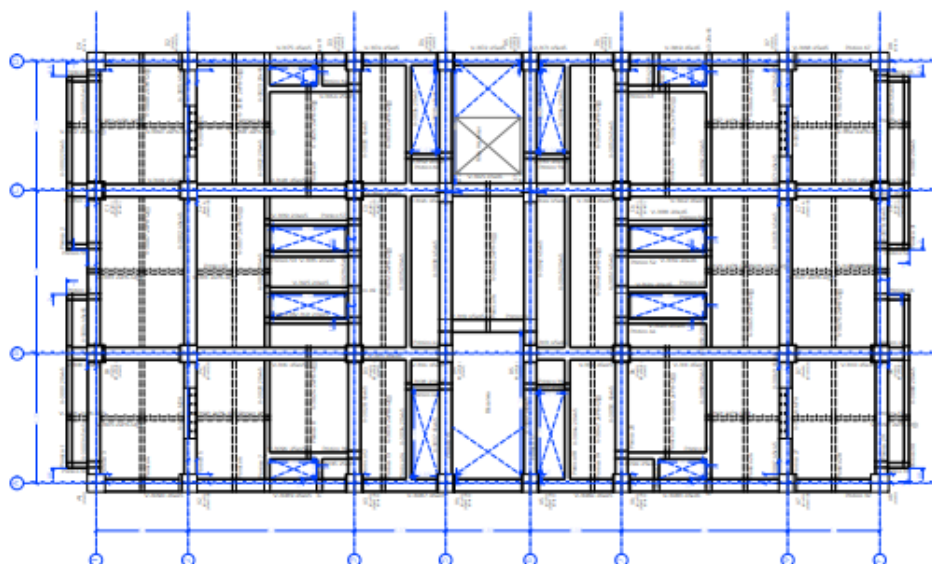
Nota. Planos estructurales correspondientes a la planta de nivel 10 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 16. Planos estructurales planta nivel 2



Nota. Planos estructurales correspondientes a la planta de nivel 2 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 17. Planos estructurales planta nivel 7 a 9



Nota. Planos estructurales correspondientes a las plantas de nivel 7, 8 y 9 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Esta fase permitió pasar de una comprensión general del proyecto a una lectura técnica detallada de los planos y a la estructuración de herramientas concretas de control para el Edificio Multifamiliar Cappadocia. A partir de la revisión normativa, del análisis de planos arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios y de la construcción del cronograma de supervisión, se obtuvieron resultados que van más allá de la simple organización de actividades, e incluyen la identificación de inconsistencias, la definición de criterios de verificación en obra y la mejora de la programación inicial.

Análisis técnico de planos arquitectónicos y estructurales

La revisión de la arquitectura permitió caracterizar la distribución funcional del edificio (número de niveles, tipologías de apartamentos, zonas comunes y parqueaderos) y reconocer los elementos críticos de diseño: núcleos de circulación vertical, áreas de parqueaderos con luces mayores, cambios de rigidez entre niveles y zonas con mayores concentraciones de carga. Esta lectura sirvió como base para entender la lógica del sistema estructural adoptado y para priorizar las zonas que requerirían un control más estricto durante la ejecución.

En los planos estructurales se analizó el sistema resistente en concreto reforzado, identificando la organización de pórticos, vigas de amarre, placas de entrepiso y elementos de cimentación. Se revisaron específicamente:

- La coherencia de ejes y niveles entre plantas y cortes.
- Las secciones de vigas, columnas y placas, verificando que fueran consistentes con la memoria de cálculo.
- Los recubrimientos indicados para el acero, contrastándolos con los valores mínimos exigidos por la NSR-10 para elementos en contacto con suelo y para elementos expuestos.

- La ubicación de elementos singulares (vigas de borde, vigas de gran peralte, muros de contención), que condicionan la secuencia constructiva.

Inconsistencias y ajustes derivados de la revisión de planos

Como resultado de la revisión comparativa entre planos arquitectónicos y estructurales se identificaron inconsistencias puntuales, principalmente asociadas a:

- Diferencias menores en cotas entre la planta arquitectónica y la planta estructural en algunos ejes, pero sin mayor relevancia.
- Variaciones en la nomenclatura de elementos estructurales entre planos de planta y cuadros de cuantías.
- Falta de representación explícita de ciertos detalles constructivos (por ejemplo, encuentros de vigas con muros o cambios de sección en zonas de transición).
- Se observó una diferencia entre la zona designada para el tanque de almacenamiento subterráneo con los planos, ya que las dimensiones eran totalmente diferentes a las reales, estas observaciones se hicieron saber a la empresa por medio de un acta de modificación de planos (Apéndice O), en la cual se mencionan las modificaciones propuestas a realizar.

Hallazgos relevantes para la coordinación arquitectura–estructura–instalaciones

Aunque el modelado hidrosanitario se desarrolló en una fase posterior, la fase de planificación permitió adelantar observaciones de coordinación entre arquitectura, estructura e instalaciones a partir de la simple superposición de planos:

- Se identificaron zonas donde los recorridos de tuberías sanitarias y pluviales coinciden con vigas principales, señalando la necesidad de prever pasos o adecuar los diámetros de perforación.
- Se localizaron espacios técnicos (shafts, ductos, cuartos de máquinas) que debían mantenerse libres de modificaciones en obra para no afectar el trazado de las redes.

En términos de criterios técnicos, la revisión permitió confirmar que los recubrimientos y secciones especificados se ajustaban a las exigencias normativas, y señalar los elementos donde era indispensable verificar en obra la correcta ubicación del acero para no comprometer la durabilidad ni la capacidad resistente de la estructura.

Gracias a este proceso inicial fue posible establecer una base sólida de comprensión del proyecto, lo que permitió anticipar posibles aspectos críticos y garantizar una preparación adecuada para las siguientes etapas, los detalles de los planos arquitectónicos se pueden ver en el **Apéndice A** y los planos estructurales en el **Apéndice B**.

Seguido a esto, se realizó una revisión detallada y la recopilación de las especificaciones técnicas del proyecto, con el fin de complementar la información contenida en los planos. A partir de este análisis, se elaboró un documento en el que se precisaron y ampliaron algunas especificaciones constructivas, materiales y criterios de calidad, lo cual se presenta a continuación como soporte para la gestión y supervisión técnica de la obra.

Especificaciones Técnicas del Proyecto

Las especificaciones técnicas del proyecto Edificio Multifamiliar Cappadocia recogen las condiciones de diseño estructural, geotécnico y de amenaza sísmica que gobiernan la solución adoptada. Estos parámetros no solo definen los materiales a emplear, sino que condicionan

directamente la forma de construir, los controles de calidad y el nivel de supervisión requerido en obra.

A continuación, se relacionan las principales normas técnicas que se deben cumplir en el desarrollo del contrato de construcción:

- Estructuras.
 - Código colombiano de construcciones sismo resistentes. norma sismo resistente NSR-10
 - ANSI (American National Standards Institute)
 - AWS (American Welding Society)
- Concretos.
 - American standards for testing and materials – ASTM
 - Normas técnicas colombianas -NTC.
 - American concrete institute – ACI.
- Redes De Servicio Público - Hidráulica Y Sanitaria.
 - R.A.S. 2000: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico.
 - Norma técnica colombiana NTC 1500.
 - Código colombiano de fontanería.
- Redes Electricas Y De Iluminación.
 - Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP
- Redes De Gas.
 - Reglamento Técnico para Redes de Gas (Resolución 181671 de 2010)
 - Norma Técnica Colombiana (NTC) 1500 – Diseño, Construcción y Mantenimiento de Instalaciones de Gas.
- Vias Y Espacio Público

- Normas Técnicas Colombianas (NTC) y Reglamentos Locales.

Tabla 2. *Criterios de diseño*

Norma De Diseño	NSR-10
Capacidad Portante Del Suelo Q Adm A La Cota De Cimentación	0.30 Mpa
Profundidad De Desplante Cimentación	4.00 m
Capacidad De Disipación De Energía	DES
Tipo De Perfil De Suelo (Nsr-10, A.2.4)	TIPO D
Aa Aceleración Horizontal Pico Efectiva (Nsr-10, A.2.2)	0.30
Av: Velocidad Horizontal Pico Efectiva (Nsr-10, A.2.2)	0.25
Fa: Coef. De Amp. Aceleración Periodos Cortos (Nsr-10, Tabla A.2.4-3)	1.20
Fv: Coef. De Amp. Aceleración Periodos Interm. (Nsr-10, Tabla A.2.4-4)	1.90
I: Coeficiente De Importancia (Nsr-10, A.2.5)	1.00
Factor De Modif. De Respuesta Básico R0	7

Nota. Criterios de diseño los cuales se deben tener en cuenta al momento de construir. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Tabla 3. *Especificación de los materiales*

Concreto Ciclópeo, Solados	F'c= 2500 P.S.I = 17,5 Mpa
Concreto Vigas, Losas	F'c= 4000 P.S.I = 28 Mpa
Pedestales	F'c= 4000 P.S.I = 28 Mpa
Cimientos	F'c= 4000 P.S.I = 28 Mpa
Acero De Refuerzo	F'y= 60000 P.S.I = 420 Mpa
Unidades De Mampostería	F'm= 4285 P.S.I = 29,8 Mpa
Grouting Para Dovelas	Tipo M = 20 Mpa
Perfiles Tubulares	F'y= 50000 P.S.I = 350 Mpa
Soldadura Estructural	Tipo E7018

Nota. Especificaciones de la resistencia que se deben tener en cuenta. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Los planos del proyecto establecen, para vigas, losas, pedestales y cimientos, una resistencia característica a la compresión de

$$f'c = 4000 \text{ psi} = 28\text{Mpa}$$

mientras que para concreto ciclópeo y solados se especifica

$$f'c = 2500 \text{ psi} = 17,5\text{Mpa}$$

La elección de estos valores responde a dos criterios principales: (i) garantizar la capacidad resistente y la rigidez suficiente de la estructura frente a cargas gravitacionales y sísmicas propias de una edificación en altura, y (ii) asegurar una durabilidad adecuada en las condiciones ambientales de Pamplona. Un concreto de menor resistencia implicaría secciones estructurales mayores o factores de seguridad reducidos, mientras que uno notablemente superior incrementaría los costos sin un beneficio proporcional. En obra, esto se traduce en la necesidad de controlar el diseño de mezcla, el asentamiento (slump), la correcta colocación y el curado, ya que cualquier desviación significativa respecto al de diseño afecta directamente el desempeño estructural.

Desde el punto de vista geotécnico, el estudio de suelos del proyecto establece una capacidad portante admisible del terreno del orden de

$$Q_{adm} = 0.3\text{Mpa}$$

Este valor de presión de contacto admisible define el tipo de cimentación y la distribución de cargas hacia el terreno, y condiciona la sección de zapatas, vigas de cimentación o losa, limitando los esfuerzos que pueden transmitirse sin producir asentamientos excesivos o fallas del suelo. Como en nuestro caso que se utilizó un sistema de losa de cimentación, ya que cuando la capacidad portante es moderada o baja, el diseño debe recurrir a cimentaciones más anchas o más rígidas, lo

que impacta de forma directa en el volumen de concreto y acero y en la secuencia constructiva. En la práctica, esto implica que la supervisión en obra debe verificar con especial atención las dimensiones efectivas de las fundaciones, la posición de las armaduras y la calidad del concreto vaciado en contacto con el terreno.

Tabla 4. *Longitudes mínimas de traslapo*

Diametros	L De Traslapos (Cm)
Acero De Refuerzo 1/2"	63,5
Acero De Refuerzo 3/8"	47,5
Acero De Refuerzo 5/8"	79,5
Acero De Refuerzo 3/4"	95,5
Acero De Refuerzo 1"	127

Nota. Traslapos a tener en cuenta al momento de unir pelos o traslapar aceros. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Tabla 5. *Recubrimientos para elementos en contacto permanente con agua, suelo o a la intemperie*

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	Vaciado Directamente Sobre El Suelo	75 Mm
---	---	-------

Nota. Recubrimientos mínimos a tener en cuenta durante el desarrollo del proyecto. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Tabla 6. *Recomendaciones ganchos extremos*

Barra	Diametro De Doble Terminal D	Gancho 180		Gancho 135		Gancho 90	
		4db	A O G	6db	A O G	12db	A O G
#2	3.81	2.54	9,0	3.81	8.0	7.62	10.0
#3	5.72	3.81	13.0	5.72	12.0	11.43	12.0
#4	7.62	5.08	17.0	7.62	16.0	15.24	20.0
#5	9.53	6.35	21.0	9.53	20.0	19.05	25.0
#6	11.43	7.62	25.0	11.43	25.0	22.86	30.0
#7	13.34	8.89	29.0	13.34	29.0	26.67	35.0
#8	15.24	10.16	34.0	15.24	33.0	30.48	40.0

Nota. Dobles del gancho recomendado para estribos. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Tabla 7. *Instrucciones instalación anclajes epóxicos*

D. Barra	D. Broca	Profundidad
#3	½"	150 Mm
#4	5/8"	150 Mm
#5	¾"	200 Mm
#6	7/8"	250 Mm
#7	1"	250 Mm
#8	1 1/8"	300 Mm

Tiempo Gelado		Tiempo Curado	
T °C	Tiempo Aprox	T °C	Tiempo Aprox
10	2 Horas	10	24 Horas

20	30	20	12 Horas
	Minutos		
30	20	30	8 Horas
	Minutos		

Nota. Recomendaciones de anclajes epóxicos. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Tabla 8. *Acabados de Interiores*

Pisos Parquaderos	Tableta De Gres
Pisos Recepción	Cerámica
Pisos De Escalera	Tableta De Gres
Pisos Pasillos Sociales	Cerámica
Pisos Sala Aptos	Cerámica
Pisos Habitaciones Aptos	Piso Laminado
Pisos Baños Aptos	Cerámica
Pisos Patio Aptos Y Muros	Cerámica
Clóset	Madera Lamina Rh Color Duna
Puertas Habit Y Principal	Madera Lamina Rh Color Duna
Mueble De Cocina Aptos	Madera Lamina Rh Color Duna
Gavetas De Cocina Aptos	Madera Lamina Rh Color Duna
Lavaplatos Cocina	Acero Inoxidable
Muebles De Baño Aptos	Madera Lamina Rh Color Duna
Mesón Cocina Aptos	Granito Marmolizado Color Negro O Blanco
Lavamanos	Lavamanos Pontus De 60
Grifería	Mono controles Acero Inoxidable
Duchas	Acero Inoxidable
Sanitarios	Corona Smart
Divisiones De Baño	Vidrio Templado
Lavaderos	Prefabricados
Calentadores	Bosch
Marcos Ventanales	Carpinteria En Aluminio Negro
Ventanales	Vidrio Templado
Puerta Patio De Ropas	Carpinteria En Aluminio Negro

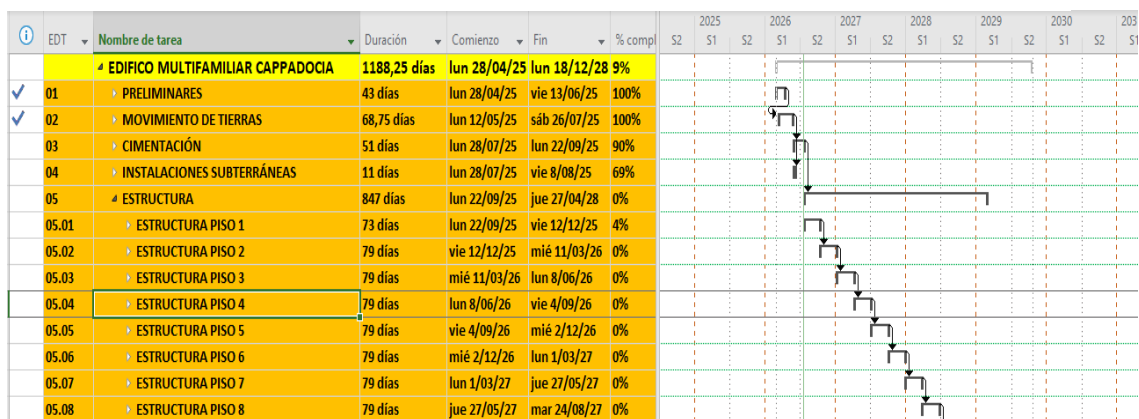
Nota. Especificaciones de tipo de acabo de interiores. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

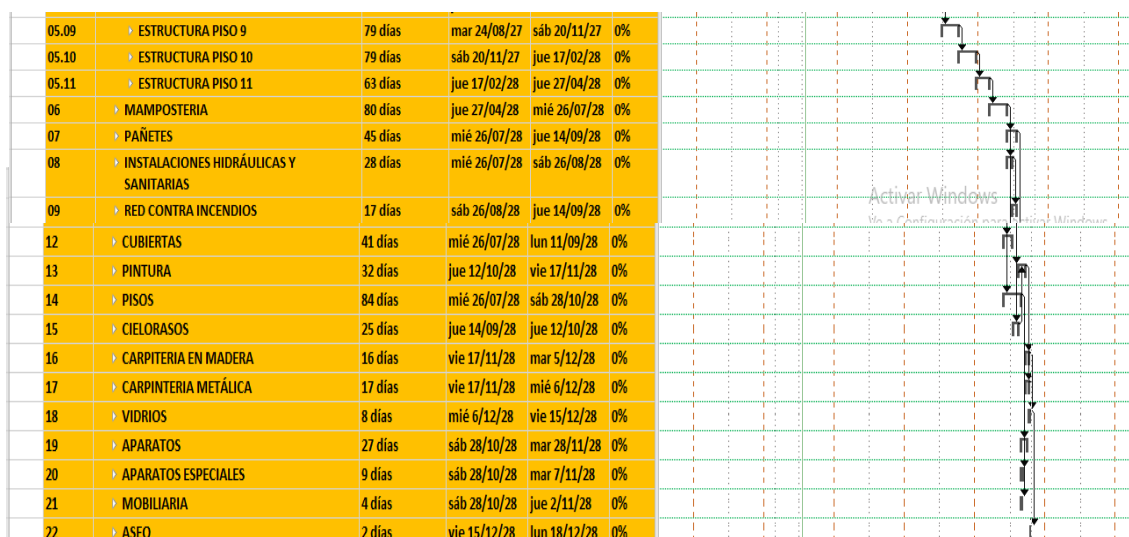
Para visualizar completamente las especificaciones técnicas, diríjase a al **Apéndice C**.

En términos de amenaza sísmica, el municipio de Pamplona se encuentra en una zona de sismicidad significativa según el mapa de peligrosidad definido por la NSR-10, lo que obliga a diseñar el proyecto con exigencias de ductilidad y capacidad de disipación de energía acordes con su uso como vivienda multifamiliar. Esto se traduce en la adopción de un sistema estructural en concreto reforzado con requisitos mínimos de confinamiento, cuantías de refuerzo, detallado de nudos y recubrimientos. Cuanto más alta es la demanda sísmica de la zona, más estrictos son los criterios de armado y detallado, y mayor es la importancia de respetar en obra la longitud de anclajes, la continuidad de las armaduras, los traslapes y la correcta ubicación de estribos y refuerzos confinantes. Para la práctica en Cappadocia, esto se refleja en la necesidad de verificar en sitio la ejecución de los elementos críticos del sistema resistente y de apoyar el control de calidad del concreto y del acero.

Seguidamente, una vez recopilados y consolidados todos los detalles técnicos del proyecto, se procedió a la elaboración del cronograma empleando la herramienta Microsoft Project. En este cronograma se desglosaron de manera detallada las actividades a ejecutar durante la etapa constructiva, alcanzando un total de 265 actividades identificadas. Esta programación permitió estructurar las fases de la obra, definir los tiempos estimados de ejecución y establecer una secuencia lógica que facilitara el control, la supervisión y la toma de decisiones a lo largo del desarrollo del proyecto.

Figura 18. *Cronograma en Project*





Nota. Cronograma especificado con todas las actividades del proyecto a realizar. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente el cronograma completo, diríjase a al **Apéndice D**.

Ruta crítica

Además, mediante el análisis de la programación, se determinó la Ruta Crítica del proyecto, la cual permitió identificar aquellas tareas que no admiten retrasos y que resultan determinantes para el cumplimiento de los plazos establecidos. Esta ruta corresponde a la secuencia de actividades cuya duración acumulada define la extensión total del proyecto. En el caso del cronograma del proyecto, la Ruta Crítica se extiende por un total de 635 días calendario, comprendidos entre el 26 de diciembre de 2024 y el 2 de junio de 2027.

Dicha ruta está conformada por aquellas actividades que admiten retrasos sin comprometer la fecha de terminación del proyecto. Su identificación permite establecer con precisión los hitos que demandan mayor control y seguimiento por parte de la dirección de obra, ya que cualquier variación en su duración generará un impacto directo sobre el plazo global.

En este caso, la Ruta Crítica integra las siguientes fases principales:

- Etapa Preliminar

Comprende las actividades iniciales necesarias para viabilizar la ejecución de la obra, tales como la adquisición del lote, el levantamiento topográfico, los diseños arquitectónico, estructural, hidráulico, sanitario y eléctrico, así como la localización y replanteo.

- Movimiento de Tierras y Cimentación

Incluye las excavaciones mecánicas, el mejoramiento del terreno, la ejecución de pedestales en concreto ciclópeo, el armado de vigas de cimentación y la construcción de la losa de cimentación. Estas actividades son críticas al constituir la base estructural del proyecto.

- Estructura en Elevación

Abarca la construcción secuencial de columnas, vigas y placas de entrepiso en cada nivel, desde el primer piso hasta la cubierta. La naturaleza secuencial de estas actividades establece que ninguna puede adelantarse sin la finalización de la anterior, lo cual acentúa su carácter crítico.

- Mampostería y Acabados Intermedios

Comprende la ejecución de muros en bloque por niveles, su respectivo pañete y los acabados progresivos asociados. Dado que se desarrollan en cadena y en correspondencia con el avance estructural, forman parte esencial de la Ruta Crítica.

- Instalaciones Técnicas y Acabados Finales

Incluyen las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, de gas y aguas lluvias, así como los acabados en fachadas, enchapes, pisos y carpinterías. En este tramo final, la proximidad a la fecha de terminación del proyecto impide la existencia de tiempos de retraso, consolidando estas actividades dentro de la secuencia crítica.

- Cierre y Entrega Final

Agrupar las últimas labores de instalación de mobiliario, puertas, ventanas y demás acabados complementarios que garantizan la finalización integral del proyecto en la fecha prevista.

La identificación y la gestión efectiva de la Ruta Crítica es, por lo tanto, un factor determinante para asegurar la entrega oportuna del proyecto, por ello se llevó a cabo un control de la Ruta Crítica mediante un monitoreo permanente, con especial énfasis en la adecuada planificación de los recursos y la programación eficiente de los frentes de trabajo, mitigando los riesgos que pudieran generar interrupciones en la secuencia crítica.

Fase 2. Supervisión y control de obra.

Supervisión de obra

En el desarrollo de la segunda fase se llevaron a cabo inspecciones diarias en obra, verificando cuidadosamente las dimensiones establecidas en los planos, los procesos constructivos y la correcta aplicación de los procedimientos. Gracias a este seguimiento continuo fue posible identificar desviaciones y malas prácticas constructivas, así como implementar correctivos oportunos que aseguraron la calidad del proyecto.

Elementos estructurales supervisados

Durante el periodo de práctica se supervisaron de manera directa:

- 32 dados fundidos en concreto
- Armado de 12 vigas de cimentación
- Armado de losa de cimentación
- Armado de tanque de almacenamiento

En total, se inspeccionaron aproximadamente 19,2 m³ de concreto colocado y 25. 504 kg de acero de refuerzo (**ver Tabla 25 y Apéndice J, K**) lo que da una idea del volumen de obra efectivamente controlado durante la práctica.

Las actividades que demandaron mayor atención fueron:

- Armado de vigas de cimentación

También dentro de las principales observaciones y acciones correctivas realizadas se destacan:

Tabla 9. *Observaciones en obra*

Observación	Registro fotográfico
Se efectuaron llamados de atención al operador de la retroexcavadora por el uso del celular en horario laboral, garantizando el cumplimiento de normas de seguridad en obra.	
Se orientó a los obreros en la apertura de huecos para los pedestales de cimentación, considerando la presencia de agua subterránea por escorrentía. Se indicó realizar la excavación en dos fases: hasta la mitad de la profundidad el primer día y, posteriormente, evacuar el agua acumulada para completar la excavación.	
Para mitigar la presencia de agua subterránea, se recomendó abrir un pozo en la esquina más baja del terreno e instalar una bomba de succión, lo cual permitió mantener seco el frente de trabajo.	

Se corroboró que los ejes de replanteo levantados por los obreros coincidieran con los planos, verificando su correcta ubicación.



Se indicó fundir los pedestales en dos etapas (hasta el nivel del terreno y luego hasta la altura proyectada), con el fin de facilitar la ejecución y mejorar las condiciones de trabajo.



Se elaboraron cilindros de concreto para pruebas de resistencia, los cuales fueron ensayados en el laboratorio de la institución educativa ISER, confirmando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.



Se verificó el plomo en las formaletas de los pedestales, asegurando su correcta verticalidad antes del vaciado.



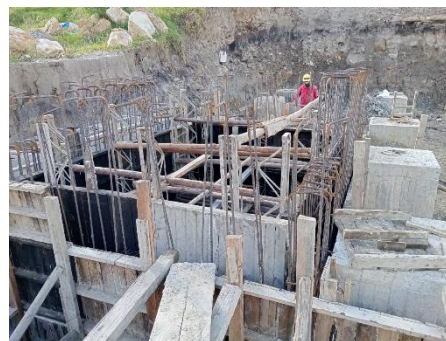
Se realizó el ensayo de revestimiento (slump), para corroborar la consistencia del concreto hecho in situ.



Durante la excavación del tanque subterráneo se evidenció una diferencia entre las dimensiones proyectadas y las reales en el terreno; como residente auxiliar se elaboró un informe de modificación de planos.



Se corroboró diariamente el aseguramiento de las formaleas de pedestales y del tanque subterráneo, evitando desplazamientos, fugas de concreto o deformaciones



En la etapa de armado de acero de las vigas de cimentación, específicamente en los estribos, se corrigieron errores de doblado y longitud, logrando la correcta disposición y asegurando el cumplimiento de planos estructurales.



Durante el amarre de acero de las vigas de cimentación se realizó seguimiento permanente, verificando el espaciamiento y la distribución de acuerdo con los planos, sin presentarse mayores inconvenientes debido a la experiencia del personal.



Nota. Tabla de observaciones realizadas durante la residencia de obra. Fuente: Propia (2025)

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los principales hallazgos observados anteriormente de manera organizada, las acciones correctivas implementadas y los resultados alcanzados.

Tabla 10. *Cuadro de correctivos*

Hallazgo identificado	Acción correctiva implementada	Resultado obtenido
Uso del celular por parte del operador de retroexcavadora durante la jornada laboral.	Se realizaron llamados de atención para garantizar el cumplimiento de normas de seguridad.	Se evitó la distracción en la operación de maquinaria pesada, reduciendo riesgos de accidentes.
Presencia de agua subterránea en excavación de pedestales.	Se indicó realizar la excavación en dos fases: primera mitad, retirar agua al día siguiente y completar la profundidad.	Ejecución controlada y segura de excavaciones, evitando colapsos o saturación del terreno.
Acumulación de agua subterránea en el área del proyecto.	Se recomendó abrir un pozo en la zona más baja e instalar una bomba de succión.	Reducción del nivel de agua subterránea y mayor eficiencia en la ejecución de actividades.

Posibles errores en replanteo de ejes.	Se corroboró diariamente la ubicación de los ejes establecidos por los obreros.	Confirmación de que los ejes coincidían con los planos, garantizando precisión en la ejecución.
Dificultad para fundir pedestales en una sola etapa.	Se indicó fundir en dos fases: hasta nivel de terreno y posteriormente hasta la altura final.	Mayor comodidad y seguridad en el trabajo, con correcta ejecución estructural.
Necesidad de verificar la resistencia del concreto.	Se elaboraron cilindros y se realizaron ensayos en laboratorio ISER.	Se comprobó que el concreto cumplía con la resistencia especificada en planos.
Control de la trabajabilidad del concreto en obra.	Se realizó el ensayo de revenimiento (slump test) durante los vaciados.	Se verificó que la mezcla presentara la consistencia adecuada, asegurando una correcta colocación y compactación.
Riesgo de verticalidad en las formaleas de pedestales.	Se verificó el plomo de las formaleas antes del vaciado.	Formaleas correctamente alineadas y estructuras ejecutadas con precisión.
Diferencias en dimensiones del tanque subterráneo entre plano y obra.	Se elaboró informe técnico de modificación de planos.	Ajuste documental para mantener coherencia entre diseño y ejecución.
Posibles fallas en el aseguramiento de formaleas.	Se revisó diariamente el estado de las formaleas de pedestales y tanque.	Evitadas fugas, deformaciones o desplazamientos durante el vaciado.
Errores en el doblado de estribos y ganchos en vigas de cimentación.	Se indicó la forma correcta de doblado y dimensiones.	Estribos ejecutados correctamente, cumpliendo con planos estructurales.
Seguimiento al amarre de acero en vigas de cimentación.	Supervisión permanente, corrigiendo espaciamientos y distribución según planos.	Actividad ejecutada sin inconvenientes, cumpliendo con especificaciones.

Nota. Tabla de correctivos aplicados durante la residencia de obra. Fuente: Propia (2025)

Procesos críticos y actividades que requirieron mayor control

Del conjunto de actividades supervisadas se concluyó que los procesos más críticos desde el punto de vista del control técnico fueron:

- Armado y recubrimiento de elementos de cimentación, por su impacto en la durabilidad y en el comportamiento sísmico.
- Vaciado de concreto en dados de concreto, por la necesidad de controlar asentamiento, tiempos de colocación y vibrado.
- Coordinación con instalaciones en losas y elementos estructurales, para evitar perforaciones posteriores y modificaciones no previstas.

Asimismo, se identificó que las actividades de supervisión que más aportaron al control de la obra fueron:

- El uso sistemático de formatos de registro (Bitácora de obra) la cual permitía llevar un control de actividades realizadas a diario.
- El registro y seguimiento de resultados de ensayos de concreto, que permitió comprobar el cumplimiento del $f'c$ y detectar casos atípicos.

Calculo general del proyecto

Como parte de este proceso, y con el propósito de estimar los costos asociados a las actividades proyectadas, se elaboró un presupuesto general del proyecto empleando la herramienta Excel. Este presupuesto incluyó el cálculo detallado de cantidades de obra y materiales principales, permitiendo obtener una estimación precisa de los recursos necesarios y constituyéndose en un insumo fundamental para la planificación económica y el control financiero del proyecto.

Tabla 11. *Presupuesto general de obra*

PROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR CAPPADOCIA				
EMPRESA:	Contructora Pérez y Asociados S.A.S			
PROYECTO:	Edificio multifamiliar CappaDocia			
DIRECCIÓN:	Carrera 11 Lote C17 M2 10 - Cdad. El Poblado, Pamplona N.S			
TELÉFONO:	324564824			
PLAZO	4 años			
DESCRIPCIÓN	UNI DAD	CANTI DAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
PRELIMINARES				\$ 496.207.524,68
Adquisición del terreno.	m ³	415,8	\$ 962.000,96	\$ 400.000.000,00
Levantamiento Topográfico.	Und	1	\$ 1.500.040,08	\$ 1.500.040,08
Diseño Arquitectónico.	Und	1	\$ 25.000.000,00	\$ 25.000.000,00
Diseño Estructural.	Und	1	\$ 30.000.000,00	\$ 30.000.000,00
Estudio de suelos y geotecnia.	Und	1	\$ 15.000.000,00	\$ 15.000.000,00
Diseño hidráulico, sanitario, contraincendios y de aguas lluvias.	Und	1	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00
Diseño Eléctrico.	Und	1	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00
Localización y replanteo del terreno. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ²	415,8	\$ 4.537,00	\$ 1.886.484,60
Nivelación del terreno a máquina. Incluye: Mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m ³	540	\$ 3.550,00	\$ 1.917.000,00
Suministro e instalación de valla metálica institucional 2.00 x 1.00 m. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	\$ 320.000,00	\$ 320.000,00
Construcción y adecuación provisional de almacenes, oficina y servicios sanitarios para la obra. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	\$ 2.500.000,00	\$ 2.500.000,00

Red provisional eléctrica y de iluminación obra (servicio de energía). Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	\$ 870.000,00	\$ 870.000,00
Instalación provisional de la red hidráulica y sanitaria (servicio de acueducto). Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	\$ 750.000,00	\$ 750.000,00
Cerramiento provisional exterior en lámina de Zinc h=2.50 m. Incluye: Puerta de dos naves con cadena y candado, mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	ml	111,6	\$ 40.000,00	\$ 4.464.000,00
MOVIMIENTO DE TIERRAS			\$ 85.692.436,80	
Excavación mecánica para pedestal de la cimentación de hasta 4.00 m de profundidad por 1.00 m de ancho. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ³	128	\$ 1.556,00	\$ 199.168,00
Excavación mecánica de zanjas para cimientos de vigas de 0.80 m x 1.00 m	m ³	350	\$ 1.556,00	\$ 544.600,00
Relleno con material A (Sub-base Especificación INVIAS 320-07) con maquinaria en capas de 0.20 m de espesor, compactado con medios mecánicos al 95% Proctor. Incluye: Mano de obra, materiales,	m ³	486,432	\$ 72.150,00	\$ 35.096.068,80
Acarreo en volqueta de material producto de las excavaciones fuera de la obra. Incluye: Carga manual y mecánica, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	1994,10 4	\$ 25.000,00	\$ 49.852.600,00
CIMENTACIÓN			\$ 608.282.778,00	
Pedestal de (1.00 x 1. 00 x 4.00) m en concreto ciclópeo de concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa en relación 60 -30. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ³	134,4	\$ 500.570,00	\$ 67.276.608,00
Concreto solado para losa de cimentación con e = 0.08 m de concreto F'c = 2.500 Psi = 17.5 Mpa. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ³	45,738	\$ 480.000,00	\$ 21.954.240,00
Aceros de refuerzos Viga Cimiento. Incluye: Aceros de refuerzo transversales y longitudinales, mano de obra, materiales y herramienta.	Kg	11343,6	\$ 4.450,00	\$ 50.479.020,00

Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 4 (1/2") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	419,2	\$ 4.450,00	\$ 1.865.440,00
Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 3 (3/8") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	3536	\$ 4.450,00	\$ 15.735.200,00
Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 5 (5/8") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	1025,8	\$ 4.450,00	\$ 4.564.810,00
Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 8 (1") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	4293,4	\$ 4.450,00	\$ 19.105.630,00
Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 5 (5/8") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	742,8	\$ 4.450,00	\$ 3.305.460,00
Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 4 (1/2") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	1243,1	\$ 4.450,00	\$ 5.531.795,00
Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 6 (3/4") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	83,3	\$ 4.450,00	\$ 370.685,00
Encofrado y desencofrado de vigas de cimiento. Incluye: Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	ml	236,8	\$ 6.200,00	\$ 1.468.160,00
Concreto viga de cimentación clase "A" de $F'_c = 4.0000 \text{ Psi} = 28 \text{ Mpa}$. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m^3	194,947 2	\$ 550.000,00	\$ 107.220.960,00
Acero de refuerzo para losa de cimentación nervada. Incluye aceros de refuerzo transversales (superior e inferior) y longitudinales (superior e inferior).	Kg	26912,2	\$ 4.450,00	\$ 119.759.290,00
Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 5 (5/8") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	264	\$ 4.450,00	\$ 1.174.800,00
Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 6 (3/4") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	1695	\$ 4.450,00	\$ 7.542.750,00
Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 8 (1") de $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$.	Kg	5946	\$ 4.450,00	\$ 26.459.700,00

Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 5 (5/8") de $F_y = 4.200$ kg/cm ² .	Kg	984	\$ 4.450,00	\$ 4.378.800,00
Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de $F_y = 4.200$ kg/cm ² .	Kg	340	\$ 4.450,00	\$ 1.513.000,00
Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 8 (1") de $F_y = 4.200$ kg/cm ² .	Kg	3359	\$ 4.450,00	\$ 14.947.550,00
Acero de refuerzo transversal inferior en estructura de barra # 8 (1") de $F_y = 4.200$ kg/cm ² .	Kg	8629	\$ 4.450,00	\$ 38.399.050,00
Acero de refuerzo transversal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de $F_y = 4.200$ kg/cm ² .	Kg	5695,2	\$ 4.450,00	\$ 25.343.640,00
Concreto para losa de cimentación clase "A" de $F'_c = 4.000$ Psi = 28 Mpa. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	436,59	\$ 550.000,00	\$ 240.124.500,00
INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS				\$ 7.783.925,00
Excavación manual (para tuberías sanitarias, hidráulicas, eléctricas y gas) Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ³	1,35	\$ 75.500,00	\$ 101.925,00
Cajas de inspección en ladrillo recocido para aguas negras, con base en concreto reforzado y tapa en concreto reforzado y marco y contramarco en ángulo, espacio libre interior de 1.00 x 1.00 m con altura variable de acuerdo con planos de detalles y especificaciones. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	2	\$ 410.000,00	\$ 820.000,00
Cajas de inspección en ladrillo recocido para aguas lluvias, con base en concreto reforzado y tapa en concreto reforzado y marco y contramarco en ángulo, espacio libre interior de 0,80 x 0,80 m con altura variable de acuerdo con planos de detalles y especificaciones. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	\$ 380.000,00	\$ 380.000,00

Tanque subterráneo con medidas de almacenamiento de 3.55 x 5.30 x 2.70 m libres, con cuarto de máquinas de 1.40 x 1.38 x 2.00 m libres. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	\$ 5.450.000,00	\$ 5.450.000,00
Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación, compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 30 cm. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ³	1	\$ 32.000,00	\$ 32.000,00
ESTRUCTURA			\$1.515.125.840,6	
Acero de refuerzo en estructura de barra # 3 (3/8") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	46374,6	\$ 4.450,00	\$ 206.366.970,00
Acero de refuerzo en estructura de barra # 4 (1/2") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	7151,8	\$ 4.450,00	\$ 31.825.510,00
Acero de refuerzo en estructura de barra # 5 (5/8") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	26020,7	\$ 4.450,00	\$ 115.792.115,00
Acero de refuerzo en estructura de barra # 6 (6/8") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	9362,8	\$ 4.450,00	\$ 41.664.460,00
Acero de refuerzo en estructura de barra # 8 (1") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	19324	\$ 4.450,00	\$ 85.991.800,00
Acero de refuerzo en estructura de muros de barra # 3 (3/8") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	790,809 6	\$ 4.450,00	\$ 3.519.102,72
Acero de refuerzo en estructura de muros de barra # 4 (1/2") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	120,790 8	\$ 4.450,00	\$ 537.519,06
Acero de refuerzo en estructura de muros de barra # 5 (5/8") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	446,976	\$ 4.450,00	\$ 1.989.043,20
Concreto para pantallas ancladas a los sótanos de $F'_c = 4.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$ con $e = 0.30 \text{ m}$. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	149,3892	\$ 580.000,00	\$ 86.645.736,00
Concreto para placas de $F'_c = 4.000 \text{ Psi} = 28 \text{ Mpa}$. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	311,2245 9	\$ 550.000,00	\$ 171.173.524,50

Suministro e instalación Malla electrosoldada 6 mm para losa mixta. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ²	3345,209 1	\$ 19.800,00	\$ 66.235.140,18
Suministro e instalación Laminas de Metaldeck de 0.94 x 6.00 m, calibre 22. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	707	\$ 330.000,00	\$ 233.310.000,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.45 x 0.45 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	11,36025	\$ 580.000,00	\$ 6.588.945,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.50 x 0.50 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	5,1	\$ 580.000,00	\$ 2.958.000,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.55 x 0.45 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	3,78675	\$ 580.000,00	\$ 2.196.315,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.55 x 0.55 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	15,4275	\$ 580.000,00	\$ 8.947.950,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.60 x 0.50 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	9,18	\$ 580.000,00	\$ 5.324.400,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.60 x 0.45 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	22,032	\$ 580.000,00	\$ 12.778.560,00

Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.60 x 0.55 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	13,464	\$ 580.000,00	\$ 7.809.120,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.60 x 0.45 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	14,9175	\$ 580.000,00	\$ 8.652.150,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.60 x 0.60 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	172,584	\$ 580.000,00	\$ 100.098.720,00
Concreto para columna de F'c = 5.000 Psi = 35 Mpa de 0.90 x 0.60 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	22,032	\$ 580.000,00	\$ 12.778.560,00
Concreto para vigas de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa de 0.45 x 0.45 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	486,199	\$ 580.000,00	\$ 281.995.420,00
Concreto para vigas de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa de 0.35 x 0.45 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	13,545	\$ 580.000,00	\$ 7.856.100,00
Concreto para vigas de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa de 0.35 x 0.40 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	2,324	\$ 580.000,00	\$ 1.347.920,00
Concreto para vigas de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa de 0.20 x 0.45 m. Incluye: Suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	18,522	\$ 580.000,00	\$ 10.742.760,00
ESCALERAS				\$ 25.226.242,00

Acero de refuerzo en estructura de barra # 3 (3/8") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	896,56	\$ 4.450,00	\$ 3.989.692,00
Acero de refuerzo en estructura de barra # 4 (1/2") de $F_y = 60.000 \text{ Psi} = 420 \text{ Mpa}$.	Kg	1999,8	\$ 4.450,00	\$ 8.899.110,00
Armado y encofrado de la estructura de la escalera. Incluye: Instalación y retiro de formaleta, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	80,64	\$ 71.000,00	\$ 5.725.440,00
Concreto escaleras $F'_c = 4.0000 \text{ Psi} = 28 \text{ Mpa}$. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	11,4	\$ 580.000,00	\$ 6.612.000,00
MAMPOSTERIA				\$ 91.387.602,20
Muro en bloque H-12, con celdas rellenas cada 1.20 m. Incluye: Refuerzo de celda, mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ²	5019,002 4	\$ 15.000,00	\$ 75.285.036,00
"Dilatación en Icopor de 0.01 m de espesor para aislamiento de muros en bloque"	ml	6512,16	\$ 795,00	\$ 5.177.167,20
Base prefabricada para lavadero 0.70 x 0.55 m (Incluye Pañete)	Und	33	\$ 40.983,00	\$ 1.352.439,00
Dintel en concreto $F'_c = 4.000 \text{ Psi} = 28 \text{ Mpa}$ de 0.12 x 0.16 m de de 2500. Incluye acero de refuerzo varilla #4 (5/8")	ml	376	\$ 25.460,00	\$ 9.572.960,00
PAÑETES				\$222.773.252,00
Pañete liso para muros interiores en mortero $F'_c = 3400 \text{ Psi} = 23 \text{ Mpa}$. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ²	9940,76 4	\$ 18.000,00	\$178.933.752,00
Pañete liso para muros exteriores impermeabilizado en mortero $F'_c = 3400 \text{ Psi} = 23 \text{ Mpa}$. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	m ²	1832	\$ 21.000,00	\$ 38.472.000,00

Filos y/o Dilataciones en Mortero. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	ml	950	\$ 5.650,00	\$ 5.367.500,00
INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS				\$149.655.246,40
Punto Hidráulico en Tubería PVC de 1/2" . L= 2.5 m max.	Und	307	\$ 29.691,00	\$ 9.115.137,00
Suministro e instalación tubería hidráulica PVC de 1 1/2". RDE 21 (L= 6.00 m)	ml	18	\$ 2.600,00	\$ 46.800,00
Suministro e instalación tubería hidráulica PVC de 1". RDE 21 (L= 6.00 m)	ml	18	\$ 2.600,00	\$ 46.800,00
Suministro e instalación tubería hidráulica PVC de 3/4". RDE 11 (L= 6.00 m)	ml	2844	\$ 2.600,00	\$ 7.394.400,00
Suministro e instalación tubería hidráulica PVC de 1/2". RDE 9 (L= 6.00 m)	ml	1314	\$ 1.983,00	\$ 2.605.662,00
Suministro e instalación tubería hidráulica CPVC de 1/2". RDE 9 (L= 6.00 m)	ml	1218	\$ 2.200,00	\$ 2.679.600,00
Accesorio hidráulico Codo de 1" PVC.	Und	3	\$ 6.000,00	\$ 18.000,00
Accesorio hidráulico Codo 1/2" PVC	Und	633	\$ 3.200,00	\$ 2.025.600,00
Accesorio hidráulico Codo 1/2" CPVC	Und	476	\$ 4.100,00	\$ 1.951.600,00
Accesorio hidráulico Codo 3/4" PVC	Und	128	\$ 3.800,00	\$ 486.400,00
Accesorio hidráulico Collar de derivación 1"x 3/4"	Und	33	\$ 8.100,00	\$ 267.300,00
Accesorio hidráulico Unión PVC 1 1/2"	Und	3	\$ 800,00	\$ 2.400,00
Accesorio hidráulico Unión PVC 1/2"	Und	3	\$ 600,00	\$ 1.800,00
Accesorio hidráulico Unión PVC 3/4"	Und	72	\$ 700,00	\$ 50.400,00
Accesorio hidráulico Tee PVC 1/2"	Und	276	\$ 600,00	\$ 165.600,00
Accesorio hidráulico Tee CPVC 1/2"	Und	132	\$ 800,00	\$ 105.600,00
Accesorio hidráulico Buje PVC 3/4" X 1/2"	Und	37	\$ 700,00	\$ 25.900,00
Punto Sanitario en Tubería PVC de 4" . L= 1 m max.	Und	71	\$ 108.134,00	\$ 7.677.514,00
Punto Sanitario en Tubería PVC de 2" . L= 1 m max.	Und	372	\$39300,00	\$ 14.619.600,00
Suministro e instalación Tubería Sanitaria PVC de 2". (L= 6.00 m)	ml	90	\$ 9.192,00	\$ 827.280,00
Suministro e instalación Tubería Sanitaria PVC de 4". (L= 6.00 m)	ml	90	\$ 19.325,00	\$ 1.739.250,00
Suministro e instalación Tubería Sanitaria PVC de 6". (L= 6.00 m)	ml	96	\$ 41.500,00	\$ 3.984.000,00

Accesorio sanitario Codo 2"	Und	123	\$ 2.900,00	\$ 356.700,00
Accesorio sanitario Codo 6"	Und	14	\$ 3.600,00	\$ 50.400,00
Accesorio sanitario Semi codo 2"	Und	3	\$ 1.800,00	\$ 5.400,00
Accesorio sanitario Semi codo 4"	Und	17	\$ 2.200,00	\$ 37.400,00
Accesorio sanitario Semi codo 6"	Und	3	\$ 2.600,00	\$ 7.800,00
Accesorio sanitario Tee 2"	Und	5	\$ 7.600,00	\$ 38.000,00
Accesorio sanitario Yee 2"	Und	13	\$ 9.800,00	\$ 127.400,00
Accesorio sanitario Yee 4"	Und	12	\$ 54.900,00	\$ 658.800,00
Accesorio sanitario Yee 6"	Und	3	\$ 72.350,00	\$ 217.050,00
Accesorio sanitario Yee Reducción 4 x 2"	Und	41	\$ 21.900,00	\$ 897.900,00
Accesorio sanitario Yee Doble 6"	Und	3	\$ 160.000,00	\$ 480.000,00
Accesorio sanitario Unión 4"	Und	3	\$ 1.900,00	\$ 5.700,00
Accesorio sanitario Unión 6"	Und	3	\$ 2.800,00	\$ 8.400,00
Accesorio sanitario Reducción 4 x 2"	Und	8	\$ 25.900,00	\$ 207.200,00
Accesorio sanitario Reducción 6 x 4"	Und	16	\$ 73.315,00	\$ 1.173.040,00
Punto de aguas lluvias en Tubería PVC de 3" .	Und	71	\$ 29.500,00	\$ 2.094.500,00
Suministro e instalación tubería Aguas lluvias PVC de 2". (L= 6.00 m)	ml	150	\$ 9.100,00	\$ 1.365.000,00
Suministro e instalación tubería Aguas lluvias PVC de 3". (L= 6.00 m)	ml	312	\$ 13.500,00	\$ 4.212.000,00
Suministro e instalación tubería Aguas lluvias PVC de 4". (L= 6.00 m)	ml	210	\$ 18.950,00	\$ 3.979.500,00
Suministro e instalación tubería Aguas lluvias PVC de 6". (L= 6.00 m)	ml	30	\$ 41.500,00	\$ 1.245.000,00
Accesorio agua lluvias Codo 2"	Und	17	\$ 2.900,00	\$ 49.300,00
Accesorio agua lluvias Codo 3"	Und	10	\$ 5.500,00	\$ 55.000,00
Accesorio agua lluvias Codo 4"	Und	4	\$ 6.100,00	\$ 24.400,00
Accesorio agua lluvias Codo 6"	Und	3	\$ 7.200,00	\$ 21.600,00
Accesorio agua lluvias Tee 2"	Und	16	\$ 8.600,00	\$ 137.600,00
Accesorio agua lluvias Yee 6"	Und	3	\$ 9.300,00	\$ 27.900,00
Accesorio agua lluvias Yee Doble 6"	Und	3	\$ 51.789,00	\$ 155.367,00
Accesorio agua lluvias Semi codo 2"	Und	32	\$ 4.100,00	\$ 131.200,00
Accesorio agua lluvias Semi codo 3"	Und	2	\$ 9.800,00	\$ 19.600,00
Accesorio agua lluvias Reducción 4 x 3"	Und	9	\$ 26.900,00	\$ 242.100,00
Accesorio agua lluvias Tee Reducción 3 x 2"	Und	16	\$ 15.600,00	\$ 249.600,00
Accesorio agua lluvias Tee Reducción 4 x 2"	Und	2	\$ 31.900,00	\$ 63.800,00
Accesorio agua lluvias Yee Reducción 6 x 3"	Und	4	\$ 19.000,00	\$ 76.000,00
Accesorio agua lluvias Reducción 6 x 4"	Und	9	\$ 9.100,00	\$ 81.900,00
Accesorio agua lluvias Unión 3"	Und	12	\$ 2.800,00	\$ 33.600,00
Accesorio agua lluvias Unión 4"	Und	8	\$ 5.300,00	\$ 42.400,00
Suministro e Instalación de calentador BOSCH	Und	32	\$ 820.000,00	\$ 26.240.000,00

Suministro de instalación red gas.	Und	552	\$ 88.768,20	\$ 49.000.046,40
RED CONTRA INCENDIOS				\$ 2.315.288,00
Contrato red contra incendios.				
Gabinetes Contra Incendios Tipo III (GLOBAL)	Und	11	\$ 190.000,00	\$ 2.090.000,00
Tuberia contra incendios, D=2" (GLOBAL)	Und	70,4025	\$ 3.200,00	\$ 225.288,00
INSTALACIONES ELÉCTRICAS				\$ 44.104.700,00
Salida para Tomacorriente doble con polo a tierra aislado.	Und	483	\$ 7.500,00	\$ 3.622.500,00
Salida Coax Tv.	Und	132	\$ 4.500,00	\$ 594.000,00
Salida de Internet.	Und	36	\$ 4.500,00	\$ 162.000,00
Tablero trifásico de 30 Circuitos con espacio para totalizador.	Und	20	\$ 535.000,00	\$ 10.700.000,00
Interruptor sencillo.	Und	326	\$ 14.000,00	\$ 4.564.000,00
Interruptor Doble.	Und	40	\$ 30.000,00	\$ 1.200.000,00
Toma doble polo a Tterra Gfci 15 amperios arquea blanco.	Und	110	\$ 111.000,00	\$ 12.210.000,00
Sensor de movimiento infrarrojo 360° sobreponer techo pared.	Und	51	\$ 30.000,00	\$ 1.530.000,00
Panel led redondo 12w Luz blanca fría 720 .	Und	368	\$ 11.900,00	\$ 4.379.200,00
Panel led redondo 18w luz blanca fría 1080 Lúmenes.	Und	370	\$ 13.900,00	\$ 5.143.000,00
Contrato eléctrico.				
INSTALACIÓN RED DE GAS				\$ 48.000.000,00
Contrato gases del oriente	Und	32	\$ 1.500.000,00	\$ 48.000.000,00
CUBIERTAS				\$ 79.429.250,00
Tubo cuadrado 1 x 1" x 1.1mm x 6.00 m	ml	100	\$ 5.150,00	\$ 515.000,00
Tubo rectangular 200 x 70mm 4mm Cal.10 x 6.00 m	ml	290	\$ 140.150,00	\$ 40.643.500,00
Tubo cuadrado 100 x 100 x 4mm Cal.12 x 6.00 m	ml	44	\$ 87.500,00	\$ 3.850.000,00
Tubo rectangular 100 x 50 x 2mm Cal.14 x 6.00 m	ml	348	\$ 38.650,00	\$ 13.450.200,00
Soldadura E70xx, en filete de 3 mm de espesor, por una cara en toda la longitud de la sección del elemento.	Und	250	\$ 32.500,00	\$ 8.125.000,00

Losa maciza de cubierta tipo 1 en concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa, con e= 0.13 m. Incluye refuerzo doble parrilla #5 cada 0.15 m, suministro y vaciado del concreto, vibrado, instalación y retiro de formaleta, curado, mano de obra.	m ³	2,21	\$ 655.000,00	\$ 1.447.550,00
Losa maciza de cubierta tipo 1 en concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa, con e= 0.25 m. Incluye refuerzo doble parrilla #5 cada 0.15 m.	m ³	4	\$ 655.000,00	\$ 2.620.000,00
Suministro e instalación teja arquitectónica 3115 roja 1.01 X 6.00 m Cal.31 0.27Mm	Und	76	\$ 115.500,00	\$ 8.778.000,00
PINTURA				\$ 270.798.291,94
Suministro e instalación de Estuco plástico	m ²	9940,76 4	\$ 12.865,00	\$ 127.887.928,86
Suministro e instalación Vinilo sobre estuco 3 manos.	m ²	9940,7 64	\$ 11.470,00	\$ 114.020.563,08
Vinilo tipo 1 para cielo raso en drywall con dos manos.	m ²	3800	\$ 7.411,00	\$ 28.161.800,00
Demarcación de parqueaderos con pintura acrílica de alto tráfico línea de 8 cm de ancho.	ml	112	\$ 6.500,00	\$ 728.000,00
PISOS				\$ 59.631.678,00
Alistado de piso con mortero F'c = 3400 = 23 Mpa, e = 0.04 m. Incluye materiales y mano de obra.	m ²	2500,2 8	\$ 23.850,00	\$ 59.631.678,00
ENCHAPES				\$ 248.286.038,00
Suministro e instalación cerámica para piso.	m ²	1403,2 8	\$ 68.350,00	\$ 95.914.188,00
Suministro e instalación laminado para piso de 8 mm. Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla.	m ²	1097	\$ 52.350,00	\$ 57.427.950,00
Suministro e instalación cerámica de pared para baños. Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla.	m ²	1132,8 6	\$ 56.000,00	\$ 63.440.160,00
Suministro e instalación cerámica escaleras. Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla.	m ²	103	\$ 50.000,00	\$ 5.150.000,00
Suministro e instalación de guarda escoba en cerámica h= 0.08 m. Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla.	ml	948	\$ 11.250,00	\$ 10.665.000,00

Suministro e instalación de guarda escoba en lamina h= 0.08 m. Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla.	ml	670	\$ 8.750,00	\$ 5.862.500,00
Suministro e instalación cenefa pared cocina. Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla.	ml	102,4	\$ 26.350,00	\$ 2.698.240,00
Suministro e instalación fachada especial. Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla.	m ²	396	\$ 18.000,00	\$ 7.128.000,00
CIELORASOS				\$ 136.881.774,40
Suministro e instalación cielorraso en lamina drywall. Incluye alistado en estructura de soporte.	m ²	3826,72	\$ 35.770,00	\$ 136.881.774,40
CARPINTERIA EN MADERA				\$ 328.933.100,00
Puerta Wengue Clásico en madera	Und	203	\$ 223.900,00	\$ 45.451.700,00
Suministro e instalación Marco Wengue Clasico en madera	Und	203	\$ 119.900,00	\$ 24.339.700,00
Manija Alaska Us15 Alcoba	Und	203	\$ 69.900,00	\$ 14.189.700,00
Suministro e instalación Armario modular prefabricado, empotrado, de cuatro hojas abatibles de 250x290x60 cm, de tablero aglomerado recubierto con papel melamínico, de 16 mm de espesor, en costados, techo, suelo y división de maletero, y de 10 mm de espesor en el fondo; hoja de 19 mm de espesor y canto de 1,4 mm de PVC.	Und	28	\$ 1.420.000,00	\$ 39.760.000,00
Suministro e instalación Armario modular prefabricado, empotrado, de tres hojas abatibles de 250x175x60 cm, de tablero aglomerado recubierto con papel melamínico, de 16 mm de espesor, en costados, techo, suelo y división de maletero, y de 10 mm de espesor en el fondo; hoja de 19 mm de espesor y canto de 1,4 mm de PVC.	Und	32	\$ 1.125.000,00	\$ 36.000.000,00
Suministro e instalación Armario modular prefabricado, empotrado, de dos hojas abatibles de 250x153x60 cm, de tablero aglomerado recubierto con papel melamínico, de 16 mm de espesor, en costados, techo, suelo y división de maletero, y de 10 mm de espesor en el fondo; hoja de 19 mm de espesor y canto de 1,4 mm de PVC.	Und	36	\$ 1.025.000,00	\$ 36.900.000,00

Suministro e instalación Armario modular prefabricado para vestier, empotrado, de cuatro hojas abatibles de 250x426x60 cm, de tablero aglomerado recubierto con papel melamínico, de 16 mm de espesor, en costados, techo, suelo y división de maletero, y de 10 mm de espesor en el fondo; hoja de 19 mm de espesor y canto de 1,4 mm de PVC.	Und	4	\$ 2.420.000,00	\$ 9.680.000,00
Suministro e instalación Mobiliario completo en cocina compuesto por 3,7 m de muebles bajos con zócalo inferior, 1 módulo en esquina de mueble bajo y 4,7 m de muebles altos con 1 módulo en esquina de mueble alto, realizado con frentes de cocina con recubrimiento melamínico acabado brillo con papel decorativo de color beige, impregnado con resina melamínica, núcleo de tablero de partículas de interior, para uso en ambiente seco, de 19 mm de espesor y cantos termoplásticos de ABS.	Und	28	\$ 3.720.000,00	\$ 104.160.000,00
Suministro e instalación Mobiliario completo en cocina compuesto por 2 m de muebles bajos con zócalo inferior, 1 módulo en esquina de mueble bajo y 2 m de muebles altos con 1 módulo en esquina de mueble alto, realizado con frentes de cocina con recubrimiento melamínico acabado brillo con papel decorativo de color beige, impregnado con resina melamínica, núcleo de tablero de partículas de interior, para uso en ambiente seco, de 19 mm de espesor y cantos termoplásticos de ABS.	Und	4	\$ 1.568.000,00	\$ 6.272.000,00
Suministro e instalación Mobiliario inferior básico A Piso - Tambo para lavamanos.	Und	70	\$ 174.000,00	\$ 12.180.000,00
CARPINTERIA METÁLICA				\$ 204.782.016,37
Suministro e instalación de Poste baranda vidrio a piso 2 Pulgadas SS304. Para escaleras y balcones.	Und	334	\$ 186.900,00	\$ 62.424.600,00

Suministro e instalación Puerta principal agata dilataciones 90X2.10 m Blanca Cr20 Apertura Izquierda. (Incluye suministro, marco, hoja, anticorrosivo e instalación)	Und	1	\$ 699.900,00	\$ 699.900,00
Suministro e instalación cerradura cerrojo Yale Embut 50mm 3bul Llave Mariposa	Und	1	\$ 207.900,00	\$ 207.900,00
Suministro y colocación de puerta corredera suspendida para garaje, formada por lámina plegada de acero galvanizado de textura en relieve, con cuarterones, 300x270 cm.	Und	2	\$ 6.246.000,00	\$ 12.492.000,00
Suministro y colocación puertas y ventana corrediza en aluminio natural ref. 50-20 y vidrio 4 mm.	m ²	686,924	\$ 187.732,00	\$ 128.957.616,37
VIDRIOS				\$ 34.140.175,60
Suministro y colocación de luna de vidrio templado incoloro para divisiones de baños, de 8 mm de espesor, fijada sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora (no acrílica), compatible con el material soporte	m ²	171,2	\$ 85.700,00	\$ 14.671.840,00
Suministro y colocación de luna de vidrio templado incoloro para alcobas y escaleras, de 10 mm de espesor, fijada sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora (no acrílica), compatible con el material soporte	m ²	174,51	\$ 111.560,00	\$ 19.468.335,60
APARATOS				\$ 274.973.676,40
Suministro e instalación sanitario. Incluye, accesorios y transporte.	Und	72	\$ 600.000,00	\$ 43.200.000,00
Suministro e instalación lavamanos. Incluye, accesorios y transporte.	Und	74	\$ 405.000,00	\$ 29.970.000,00
Suministro e instalación Grifería ducha Nogal 8 Pulgadas redonda. Incluye, accesorios y transporte.	Und	69	\$ 159.900,00	\$ 11.033.100,00

Suministro e instalación Mesón de granito nacional, Crema Perla pulido, de 520 cm de longitud, 60 cm de anchura y 2 cm de espesor, canto simple recto, con los bordes ligeramente biselados, formación de 1 hueco con sus cantos pulidos, y copete perimetral de 5 cm de altura y 2 cm de espesor, con el borde recto. Incluso material auxiliar para anclaje de mesón y masilla para el sellado de juntas	Und	28	\$ 1.950.000,00	\$ 54.600.000,00
Suministro e instalación Mesón de granito nacional, Blanco Cristal pulido, de 200 cm de longitud, 60 cm de anchura y 2 cm de espesor, canto simple recto, con los bordes ligeramente biselados, formación de 1 hueco con sus cantos pulidos, y copete perimetral de 5 cm de altura y 2 cm de espesor, con el borde recto. Incluso material auxiliar para anclaje de mesón y masilla para el sellado de juntas	Und	4	\$ 881.385,00	\$ 3.525.540,00
Mesón de granito nacional, Blanco Cristal pulido, de 210 cm de longitud, 60 cm de anchura y 2 cm de espesor, canto simple recto, con los bordes ligeramente biselados, formación de 1 hueco con sus cantos pulidos, y copete perimetral de 5 cm de altura y 2 cm de espesor, con el borde recto. Incluso material auxiliar para anclaje de mesón.	Und	4	\$ 910.385,00	\$ 3.641.540,00
Suministro e instalación Mesón de granito nacional, Blanco Cristal pulido, de 320 cm de longitud, 60 cm de anchura y 2 cm de espesor, canto simple recto, con los bordes ligeramente biselados, formación de 1 hueco con sus cantos pulidos, y copete perimetral de 5 cm de altura y 2 cm de espesor, con el borde recto. Incluso material auxiliar para anclaje de mesón y masilla para el sellado de juntas	Und	1	\$ 1.310.000,00	\$ 1.310.000,00
Suministro e instalación Mesón de granito nacional, Blanco Cristal pulido, de 240 cm de longitud, 60 cm de anchura y 2 cm de espesor, canto simple recto, con los bordes ligeramente biselados, formación de 1 hueco con sus cantos pulidos, y copete perimetral de 5 cm de altura y 2 cm de espesor, con el borde recto. Incluso material auxiliar para anclaje de mesón y	Und	1	\$ 1.100.000,00	\$ 1.100.000,00

masilla para el sellado de juntas

Suministro e instalación Estufa de Empotrar En Acero Inoxidable de a Puestos 58.5 cm a Gas Natural	Und	32	\$ 389.900,00	\$ 12.476.800,00
Suministro e instalación Lavaplatos de Submontar 1 Poceta 55x43 cm Acero Inoxidable	Und	33	\$ 189.900,00	\$ 6.266.700,00
Suministro e instalación Campana Extractora 60 cm 2 Velocidades	Und	32	\$ 349.000,00	\$ 11.168.000,00
Suministro e instalación Horno De Empotrar Eléctrico con Dorador 59.5x54 cm	Und	32	\$ 889.000,00	\$ 28.448.000,00
Suministro e instalación Lavaderos 80 x 60 x 25 cm Granito Pulido	Und	33	\$ 363.250,00	\$ 11.987.250,00
Suministro e instalación de citófono	Und	33	\$ 149.900,00	\$ 4.946.700,00
Suministro e instalación Asador A Gas Empotrable 4 Quemadores 58X71Cm Mr Beef	Und	1	\$ 2.300.000,00	\$ 2.300.000,00
Suministro de instalación red Gas	ml	552	\$ 88.768,20	\$ 49.000.046,40
APARATOS ESPECIALES				\$ 170.842.000,00

Suministro e instalación ascensor eléctrico sin cuarto de máquinas de frecuencia variable de 1 m/s de velocidad, 12 detenidas, 630 kg de carga nominal, con capacidad para 8 personas, nivel medio de acabado en cabina de 1100x1400x2200 mm, maniobra universal simple, puertas interiores automáticas de acero inoxidable y puertas exteriores automáticas en acero inoxidable de 800x2000 mm.

Und	1	\$ 137.913.000,00	\$ 137.913.000,00
-----	---	-------------------	-------------------

Suministro e instalación sistema de presión de agua, según especificaciones contenidas en las memorias técnicas, que forman parte de las especificaciones, incluye tablero de control, tanque hidroneumático, accesorios de conexión y maniobras.

Und	1	\$ 25.369.000,00	\$ 25.369.000,00
-----	---	------------------	------------------

Suministro e instalación de Tp-link, Cámara Ip Wifi Exterior Robótica Full Hd, Tapo C500	Und	42	\$ 180.000,00	\$ 7.560.000,00
MOBILIARIA				\$ 13.030.900,00
Suministro e instalación de mueblería en recepción. Incluye mesa en madera-metal y silla ergonómica.	Und	1	\$ 2.590.000,00	\$ 2.590.000,00
Suministro e instalación de computador de mesa	Und	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000,00
Suministro e instalación de Silla Interlocutora Visita Ejecutiva Urbana Malla Negra	Und	50	\$ 119.900,00	\$ 5.995.000,00
Suministro e instalación Proyector Led 4000 Lumens Full Hd 1080 P Amplia 180" Función Mirror Screen 2 Puertos Hdmi, 2 Puertos Usb, Puerto Av	Und	1	\$ 1.119.000,00	\$ 1.119.000,00
Suministro e instalación Pantalla Eléctrica 2.44 X 1.83m Formato 4:3	Und	1	\$ 726.900,00	\$ 726.900,00
ASEO				\$ 16.660.800,00
Aseo general	m ²	4680	\$ 3.560,00	\$ 16.660.800,00

Nota. Presupuesto general detallado del edificio Cappadocia. Fuente: Propia (2025)

El presupuesto elaborado permitió consolidar los costos directos e indirectos del proyecto, integrando tanto materiales como mano de obra y equipos requeridos para su correcta ejecución. Aunque no se realizó un análisis financiero exhaustivo, estos resultados permitieron identificar frentes con mayor incidencia económica y reforzar el control en:

- Optimización de traslapes y cortes de barras.
- Precisión en las dimensiones de formaletas.
- Planificación del suministro de concreto para minimizar desperdicios.

De esta manera, se obtuvo una visión global y organizada de los recursos financieros necesarios.

El presupuesto final quedó así:

Tabla 12. *Costos totales*

COSTO DIRECTO OBRA CIVIL		\$ 4.589.236.451,57
ADMINISTRACIÓN	15%	\$ 688.385.467,74
IMPREVISTOS	8%	\$ 367.138.916,13
UTILIDAD	5%	\$ 229.461.822,58
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19%	\$ 43.597.746,29
VALOR OBRA CIVIL		\$ 5.917.820.404,30

Nota. Resumen costos totales. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente el presupuesto en Excel, diríjase a al **Apéndice E**.

Control técnico de materiales

Además de lo mencionado anteriormente, en esta fase se llevaron a cabo ensayos de laboratorio y pruebas de campo orientados a verificar la calidad de los materiales empleados y su correspondencia con las especificaciones técnicas del proyecto. Estos procedimientos constituyeron una herramienta fundamental para garantizar la confiabilidad de los procesos constructivos.

Los resultados de dichas pruebas se presentan a continuación:

Concretos

- ***Asentamiento del Concreto (SLUMP)***

El ensayo de asentamiento del concreto (Slump Test) se realizó con el propósito de determinar la consistencia y trabajabilidad de las mezclas empleadas en obra. Esta prueba consistió en llenar en tres capas el cono de Abrams, compactando cada una de ellas, para posteriormente retirar el molde en sentido vertical y medir la disminución de altura presentada por el concreto fresco.

Se programó una hoja de cálculo en Excel que permite automatizar el análisis de los resultados del ensayo de asentamiento (slump). En dicha herramienta, con solo ingresar el valor medido del asentamiento del concreto, el sistema arroja de manera inmediata la consistencia de la mezcla y el tipo de construcción recomendado, conforme a las tablas establecidas por el American Concrete Institute (ACI).

Tabla 13. *Relación de revestimiento ACI*

Construcción en Concreto	Consistencia	Revestimiento en mm	
		Máximo	Mínimo
Prefabricados de Alta Resistencia, Revestimiento de Pantallas de Cimentación	Muy Seca	20	0
Pavimentos	Seca	35	21
Pavimentos, Fundaciones en Concreto Simple	Semiseca	50	36
Pavimentos Compactados a Mano, Losas, Vigas, Muros	Media (Plástica)	100	51
Elementos Estructurales Esbeltos	Húmeda	150	101
Elementos Esbeltos , Pilotes Fundidos "In Situ"	Muy Seca	200	151
Elementos Muy Esbeltos	Súper Fluida	>200	

Nota. Tabla de relación de ensayo de asentamiento de concreto por el método ACI. Fuente: Propia (2025)

Figura 19. *Asentamiento del concreto*

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
CONSTRUCTORA PÉREZ Y ASOCIADOS			
FECHA	1 Junio de 2025	ENSAYO	Asentamiento del Concreto (SLUMP)
PROYECTO	Edificio Multifamiliar Cappadocia	FECHA DE ENSAYO	
RESPONSABLE	Freddy Gaitán Gaitán	UBICACION	
CARGO	Ingeniero Auxiliar Residente	NORMA	ASTM C143 - NTC 386 - INV 404 07

Dimensiones del Molde

Tabla de Revestimiento por la ACI

Construcción en Concreto	Consistencia	Revestimiento en mm	
		Máximo	Mínimo
Prefabricados de Alta Resistencia, Revestimiento de Pantallas de	Muy Seca	20	0
Pavimentos	Seca	35	21
Pavimentos, Fundaciones en Concreto Simple	Semiseca	50	36
Pavimentos Compactados a Mano, Losas, Vigas, Muros	Media (Plástica)	100	51
Elementos Estructurales Esbeltos	Húmeda	150	101
Elementos Esbeltos, Pilotes Fundidos "In Situ"	Muy Seca	200	151
Elementos Muy Esbeltos	Súper Fluida	>200	

Proceso del Ensayo

Capas	Nº Golpes
1	25
2	25
3	25

Asentamiento del Cono

SLUMP	45
Tipo Construcción	Pavimentos, Fundaciones en Concreto Simple
Consistencia	Semiseca

Observaciones:

Nota. Hoja de Excel programada para ensayo de revestimiento (slump). Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente el presupuesto en Excel, diríjase a al **Apéndice F**.

Figura 20. *Ensayo de asentamiento del concreto*



Nota. Hoja de Excel programada para ensayo de revestimiento (slump). Fuente: Propia (2025)

Como resultado del ensayo de asentamiento se obtuvo un valor de **12 cm**, lo cual, de acuerdo con la tabla del **ACI**, corresponde a una mezcla con consistencia húmeda, generalmente utilizada en elementos estructurales esbeltos. Sin embargo, este rango no es el adecuado para el tipo de construcción evaluada, ya que el ensayo se realizó con el propósito de verificar la mezcla empleada en pedestales, los cuales requieren un rango de asentamiento entre 3,6 y 5 cm, correspondiente a una consistencia semiseca.

Este resultado evidencia que el concreto no estaba cumpliendo con las condiciones de trabajabilidad requeridas, situación atribuible a factores externos, principalmente la saturación de los agregados finos y gruesos (arena y triturado). Dichos materiales, al permanecer a la intemperie,

pudieron haber absorbido agua de lluvia del día anterior al ensayo, incrementando la relación agua/cemento de la mezcla y generando así un asentamiento mayor al esperado.

En conclusión, el resultado obtenido en el ensayo de asentamiento evidenció que la mezcla utilizada no cumplía con los rangos de trabajabilidad requeridos para la construcción de pedestales, debido a un exceso de humedad en los agregados. Este hallazgo resalta la importancia de implementar un adecuado control en el almacenamiento y manejo de los materiales, con el fin de evitar alteraciones en la relación agua/cemento y garantizar que el concreto cumpla con las especificaciones técnicas y de calidad exigidas en el proyecto.

- ***Resistencia a la Compresión del Concreto***

El ensayo de compresión en cilindros de concreto es uno de los métodos fundamentales para evaluar la calidad del material empleado en una obra, ya que permite determinar su resistencia a la compresión y verificar el cumplimiento de las especificaciones de diseño. El procedimiento consiste en la elaboración de probetas cilíndricas de concreto que, una vez curadas durante periodos establecidos (7, 21 y 28 días), son sometidas a carga axial en una prensa hidráulica hasta su falla. Los resultados obtenidos permiten conocer el comportamiento mecánico del concreto a lo largo del tiempo, asegurando así su confiabilidad y capacidad estructural.

Dicho lo anterior, se elaboraron tres muestras cilíndricas correspondientes al pedestal A5, las cuales fueron fundidas el día 16 de octubre de 2025. Posteriormente, estas probetas fueron enviadas al laboratorio de la Institución Educativa ISER, dado que cuentan con el equipo especializado necesario para la realización de este ensayo. Al laboratorio se le suministró la información técnica pertinente, especificando que el concreto había sido diseñado para alcanzar

una resistencia de 2500 psi, como lo indican los planes y las especificaciones del proyecto dadas por el ingeniero diseñador.

Figura 21. *Cilindros de concreto*



Nota. Realización de cilindros de concreto, con una resistencia de 2500 PSI. Fuente: Propia (2025)

Figura 22. *Cilindros curados*



Nota. Realización de cilindros de concreto, con una resistencia de 2500 PSI. Fuente: Propia (2025)

Después de cumplidos los periodos de curado correspondientes, el laboratorio de la Institución Educativa ISER emitió el informe técnico con los resultados de los ensayos de compresión realizados a las probetas. Dicho documento consignó los valores de resistencia obtenidos a los 7, 21 y 28 días, los cuales se presentan a continuación.

Figura 23. Resultados cilindros a compresión

[illegible]

Nota. Resultados del laboratorio del ISER, pamplona NSR. Fuente: Adaptado de ISER pamplona (2025)

Dados los resultados, como ingeniero auxiliar residente se interpretaron de la siguiente manera:

- Muestra C1 (7 días)

La resistencia promedio obtenida fue de 14,74 MPa (150,3 kg/cm²), correspondiente al 71,1 % de la resistencia de diseño (2500 psi). Este valor se encuentra dentro del rango esperado para la edad de 7 días, en la cual usualmente el concreto desarrolla entre el 65 % y 75 % de su resistencia final, evidenciando un proceso de fraguado y endurecimiento normal.

- Muestra C2 (21 días)

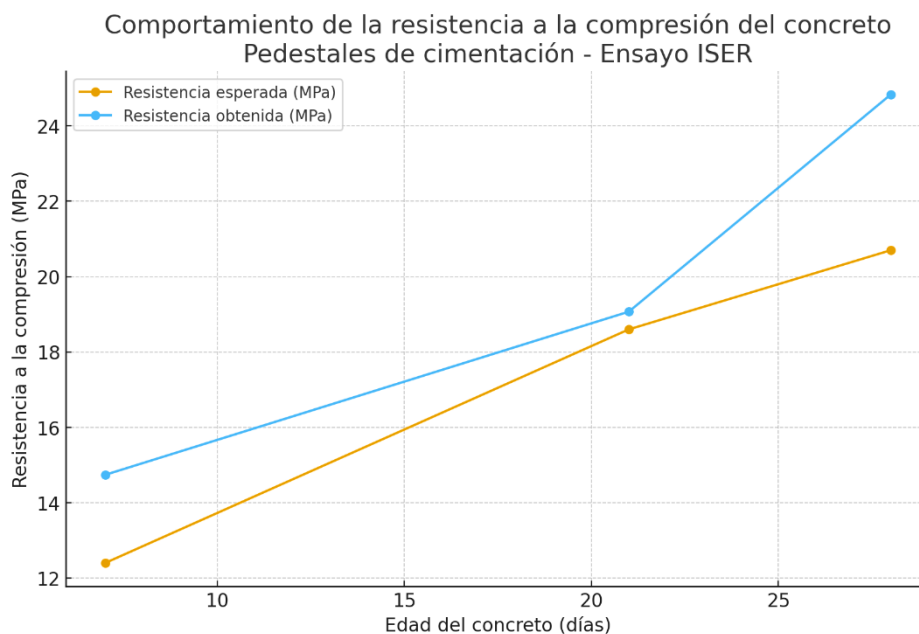
La resistencia alcanzada fue de 19,07 MPa (194,5 kg/cm²), equivalente al 92,1 % de la resistencia de diseño. Este resultado confirma la evolución adecuada del concreto hacia el cumplimiento de la resistencia especificada, reflejando un correcto comportamiento mecánico del material en esta etapa intermedia.

- Muestra C3 (28 días)

La resistencia registrada fue de 24,83 MPa (253,2 kg/cm²), lo que representa el 119,8 % de la resistencia de diseño (2500 psi) y equivale aproximadamente a 3000 psi. Este resultado demuestra que el concreto no solo cumplió con los parámetros de diseño, sino que los superó, garantizando la confiabilidad estructural del elemento.

Para visualizar completamente los resultados entregados del ensayo, diríjase a al **Apéndice G**.

Figura 24. *Comportamiento del concreto*



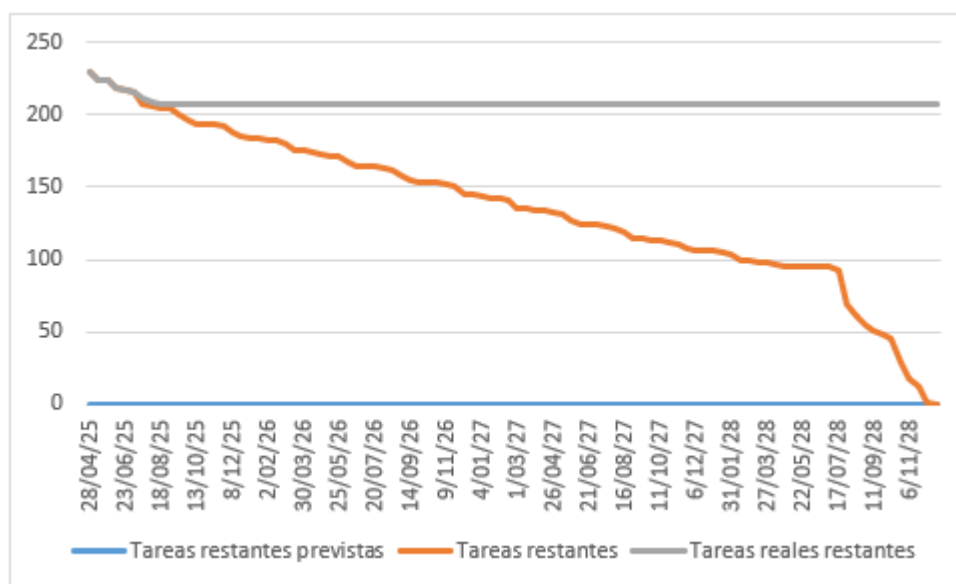
Nota. La gráfica compara la resistencia a la compresión esperada según el diseño con la resistencia obtenida en los cilindros de concreto para pedestales de cimentación a 7, 21 y 28 días de edad

En la Figura anterior se observa que, para las edades de 7, 21 y 28 días, la resistencia a la compresión obtenida en los cilindros de concreto supera en todos los casos la resistencia esperada según diseño. A 7 días, el concreto alcanza aproximadamente 14,7 MPa frente a 12,4 MPa esperados; a 21 días, 19,1 MPa frente a 18,6 MPa; y a 28 días, 24,8 MPa frente a 20,7 MPa. Esto indica un comportamiento favorable del concreto de los pedestales de cimentación, con un desarrollo de resistencia superior al estimado y cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.

En conclusión, los ensayos de compresión realizados sobre las probetas de concreto correspondientes a los pedestales del proyecto permiten concluir que el material empleado cumple y supera los requisitos establecidos en el diseño estructural. Si bien en el ensayo de asentamiento (slump) se evidenció inicialmente una trabajabilidad mayor a la esperada, dicha condición no comprometió la resistencia final del concreto, ya que los resultados obtenidos reflejan un desarrollo óptimo de sus propiedades mecánicas.

Tiempo vs avance

Figura 25. *Tiempo vs avance de trabajo*



Nota. Muestra cuántas tareas se han completado y cuántas han quedado sin completar. Si la línea de las tareas restantes es pronunciada, puede que el proyecto esté atrasado.

La Figura anterior presenta la evolución de las tareas del proyecto a lo largo del tiempo. En el eje horizontal se representan las fechas del cronograma y en el eje vertical el número de actividades pendientes. La línea gris corresponde al total de tareas definidas en el proyecto, mientras que la curva naranja muestra cómo va disminuyendo el número de tareas restantes reales conforme avanza la ejecución.

Se observa que, desde el inicio, la curva naranja desciende de manera relativamente continua, lo que indica que el proyecto ha mantenido un ritmo de cierre de actividades estable, sin periodos prolongados de estancamiento. Hacia la parte final del periodo mostrado la pendiente se acentúa, evidenciando una fase de mayor intensidad en la ejecución, donde se concentra el cierre de un número importante de tareas.

Sin embargo, la línea de tareas restantes no llega aún a cero, lo que implica que, a la fecha de corte representada, el proyecto sigue en ejecución y mantiene un conjunto de actividades pendientes.

Productividad de mano de obra

- Vaciado de dados de concreto de cimentación

Para los dados de concreto de cimentación se registró un volumen total ejecutado de 19,2 m³ de concreto estructural. Considerando que esta actividad se desarrolló en aproximadamente 2 jornadas efectivas de trabajo de la cuadrilla (etapa de vaciado y vibrado, con formaletas previamente listas), la productividad queda:

$$P_{CuadrillaDados} = \frac{19,2 \text{ m}^3}{2 \text{ jornadas}} = 9,6 \text{ m}^3/\text{Jornada} - \text{Cuadrilla}$$

$$P_{PersonaDados} = \frac{9,6}{8} = 1,2 \text{ m}^3/Persona - Jornada$$

Para el vaciado de los dados de cimentación (19,2 m³ en total), la cuadrilla alcanzó una productividad media del orden de 9,6 m³/jornada–cuadrilla, equivalente a aproximadamente 1,2 m³/persona–jornada, con una etapa de cimentación donde se dispone de formaletas listas, accesos definidos y suministro continuo de concreto.

- Armado de acero en vigas de cimentación

En las vigas de cimentación se cuantificó un total de 25 504 kg de acero de refuerzo (barras longitudinales y estribos). Suponiendo 36 jornadas efectivas de trabajo de la misma cuadrilla para el corte, doblado, armado y colocación del acero, se obtiene:

$$P_{CuadrillaAcero} = \frac{25504 \text{ kg}}{36 \text{ jornadas}} = 708,4 \text{ kg/Jornada} - Cuadrilla$$

$$P_{PersonaAcero} = \frac{708,4}{8} = 88,55 \text{ kg/Persona} - Jornada$$

En el armado de acero de las vigas de cimentación, con un total de 25 504 kg ejecutados en alrededor de 36 jornadas efectivas, la productividad promedio de la cuadrilla fue de aproximadamente 708,4 kg/jornada–cuadrilla, es decir, cerca de 88,55 kg/persona–jornada, rendimiento consistente con cuadrillas que realizan corte, doblado, amarre y disposición del refuerzo directamente en obra para cimentaciones de un edificio multifamiliar.

Fase 3. Registro y documentación.

Registro diario de actividades en obra

Con el fin de dar cumplimiento a la tercera fase del proyecto, se desarrolló un registro detallado de cada una de las actividades ejecutadas diariamente. Para ello, se implementó documento de registro digital, en la cual se consignaron aspectos relevantes como las actividades realizadas, el registro fotográfico, las condiciones climáticas, el personal y las herramientas empleadas.

La empresa suministró una plantilla de bitácora prediseñada, la cual inicialmente no contaba con programación ni funciones automatizadas. A partir de esta base, se realizó un proceso de actualización y mejora, logrando como resultado una plantilla automatizada y programada. Esta optimización tuvo como propósito agilizar y facilitar el diligenciamiento de la información, permitiendo un ahorro significativo de tiempo en el registro diario de las actividades de obra.

En dicho documento se registraron los ingresos y salidas de materiales, las eventualidades presentadas, los cambios efectuados y las observaciones pertinentes.

Figura 26. Registro de actividades

REGISTRO SUPERVISIÓN DE OBRA				
	CONSTRUCTORA PERÉZ Y ASOCIADOS S.A.S	Julio de 2025		
		Semana 1		
Datos del Proyecto				
NOMBRE		<i>Proyecto de edificio multifamiliar Casapadocia</i>		
LOCALIZACIÓN		<i>Carrera 11 Lote C/FM2 R1 - Ciudad El Poblado, Pampolona N.S</i>		
FECHA DE INICIO		<i>lunes, 28 de abril de 2025</i>		
FECHA DE FINALIZACIÓN		<i>lunes, 18 de diciembre de 2028</i>		
Fecha	lunes, 30 de junio de 2025	Día	78	
Actividades	Registro fotográfico	Clima	Trabajadores	Herramientas
Se da inicio a las excavaciones para la construcción del muro perimetral de confinamiento, alcanzando una profundidad de 1.20 metros medida desde el nivel superior de los dados existentes para garantizar el correo confinamiento de la subbase.		Soleado	Albeiro Perez	Palas
		Soleado	Juan Pacheco	Martillo
		Soleado	Julio Ortiz	Palustre
		Soleado	Alejandro Parada	Picaz
		Soleado	Gustavo Mendoza	Barras
		Soleado	Andres Torres	Porra
Se continúa con el proceso de formateado al interior del tanque de almacenamiento subterráneo, correspondiente a las paredes internas. Paralelamente, se realiza el apuntalamiento y atrancamiento de las formetas, garantizando la estabilidad		Soleado	Carlos Jaimos	Puntero
		Soleado		Bichiroques
		Soleado		Carretilla
		Soleado		Plomada
		Soleado		Nivel de mano
		Soleado		Mezcladora
Observaciones:	Ninguna			

Nota. Registro de obra realizada en Excel y programada. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente la bitácora de obra, diríjase a al **Apéndice H**.

Control de avances mensuales de obra.

Para este apartado se realizó un seguimiento sistemático del progreso de la obra, con el fin de comparar lo calculado o proyectado, frente a lo realizado en obra. El procedimiento consistió en registrar mensualmente el estado de cada etapa constructiva, verificando el porcentaje ejecutado y contrastándolo con lo establecido en el cronograma proyectado.

La información recopilada fue organizada en una tabla de control, donde se consignaron los avances físicos de cada actividad, permitiendo visualizar de manera clara las variaciones entre lo planeado y lo realmente ejecutado.

Gracias a este control continuo fue posible contar con un panorama actualizado del comportamiento del proyecto, contribuyendo a la toma de decisiones y al ajuste oportuno de los planes de trabajo para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Tabla 14. *Avances mensuales de obra mes de mayo*

PROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR CAPPADOCIA						
EMPRESA:		Constructora Peréz y Asociados S.A.S				
PROYECTO:		Edificio multifamiliar CappaDocia				
DIRECCIÓN:		Carrera 11 Lote C17 M2 10 - Cdad. El Poblado, Pamplona N.S				
TELÉFONO:		3162871825				
PLAZO DE EJECUCIÓN:		24 meses				
CR 6 NO 6 26 APT 401						
AVANCE MENSUAL DE OBRA						
FECHA		01/05/2025 - 31/05/2025				
ITE M	CÓDIGO	Actividad	UNID AD	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD ALCANZADA UND	CANTIDAD ALCANZADA EN %
1	PRELIMINARES					
109	LRT	Localización y replanteo del terreno.	m2	415,8	415,80	100%
110	NTM	Nivelación del terreno a máquina.		540	491,40	91%



				m ³			
115	CEX	Cerramiento provisional exterior en lamina de Zinc h=2.50 m.	ml	111,6	111,60	100%	
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
201	EMP	Excavación mecánica para pedestal de la cimentación de hasta 4.00 m de profundidad por 1.00 m de ancho.	m ³	128	19,20	15%	
202	EMZ	Excavación mecánica de zanjas para cimientos de vigas de 0.80 m x 1.00 m.	m ³	350	0,00	0%	
203	RMA	Relleno con material A (Sub-base Especificación INVIAS 320-07) con maquinaria en capas de 0.20 m de espesor, compactado con medios mecanicos al 95% proctor.	m ³	486,432	0,00	0%	
204	ACV	Acarreo en volqueta de material producto de las excavaciones fuera de la obra.	m ³	1425,2	641,34	45%	
3	CIMENTACIÓN						
301	PCD	Pedestal de (1.00 x 1. 00 x 4.00) m en concreto ciclopeo de concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa en relación 60 -30	m ³	134,4	0,00	0%	
303	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	419,2	0,00	0%	
304	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 3 (3/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3536	0,00	0%	
305	ARCT5	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1025,8	0,00	0%	
306	ARCL8	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	4293,4	0,00	0%	
307	ARCL5	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	742,8	0,00	0%	
308	ARCL4	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1243,1	0,00	0%	
309	ARCL6	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	83,3	0,00	0%	
313	ARL5	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	264	0,00	0%	
314	ARL6	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1695	0,00	0%	
315	ARL8	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5946	0,00	0%	
316	ARL55	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	984	0,00	0%	

317	ARLS6	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	340	0,00	0%
318	ARLS8	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3359	0,00	0%
319	ARTI8	Acero de refuerzo transversal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	8629	0,00	0%
320	ARTS6	Acero de refuerzo transversal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5695,2	0,00	0%
321	CLC	Concreto para losa de cimentación clase "A" de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m3	436,59	0,00	0%
404	TS	Tanque subterráneo con medidas de almacenamiento de 3.55 x 5.30 x 2.70 m libres, con cuarto de maquinas de 1.40 x 1.38 x 2.00 m libres. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	0,00	0%

Nota. Tabla de los avances correspondientes al mes de mayo, contrastando la cantidad alcanzada con la proyectada. Fuente: Propia (2025)

Tabla 15. *Avances mensuales de obra mes de junio*

PROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR CAPPADOCIA						
EMPRESA:		Constructora Peréz y Asociados S.A.S				
PROYECTO:		Edificio multifamiliar CappaDocia				
DIRECCIÓN:		Carrera 11 Lote C17 M2 10 - Cdad. El Poblado, Pamplona N.S				
TELÉFONO:		3162871825				
PLAZO DE EJECUCIÓN:		24 meses				
CR 6 NO 6 26 APT 401						
AVANCE MENSUAL DE OBRA						
FECHA		01/06/2025 - 31/06/2025				
ITE M	CÓDIGO	Actividad	UNID AD	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD ALCANZADA UND	CANTIDAD ALCANZADA EN %
1	PRELIMINARES					
109	LRT	Localización y replanteo del terreno.	m2	415,8	0,00	0%
110	NTM	Nivelación del terreno a máquina.	m3	540	0,00	0%
115	CEX	Cerramiento provisional exterior en lamina de Zinc h=2.50 m.	ml	111,6	0,00	0%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
201	EMP	Excavación mecánica para pedestal de la cimentación de hasta 4.00 m de	m3		92,16	72%



profundidad por 1.00 m de ancho.

128

202	EMZ	Excavación mecánica de zanjas para cimientos de vigas de 0.80 m x 1.00 m.	m ³	350	0,00	0%
203	RMA	Relleno con material A (Sub-base Especificación INVIAS 320-07) con maquinaria en capas de 0.20 m de espesor, compactado con medios mecanicos al 95% proctor.	m ³	486,432	0,00	0%
204	ACV	Acarreo en volqueta de material producto de las excavaciones fuera de la obra.	m ³	1425,2	427,56	30%
3	CIMENTACIÓN				99,46	74%
301	PCD	Pedestal de (1.00 x 1. 00 x 4.00) m en concreto ciclopeo de concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa en relación 60 -30	m ³	134,4	0,00	0%
303	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	419,2	0,00	0%
304	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 3 (3/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3536	0,00	0%
305	ARCT5	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1025,8	0,00	0%
306	ARCL8	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	4293,4	0,00	0%
307	ARCL5	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	742,8	0,00	0%
308	ARCL4	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1243,1	0,00	0%
309	ARCL6	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	83,3	0,00	0%
313	ARL5	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	264	0,00	0%
314	ARL6	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1695	0,00	0%
315	ARL8	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5946	0,00	0%
316	ARLS5	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	984	0,00	0%
317	ARLS6	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	340	0,00	0%
318	ARLS8	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200	Kg	3359	0,00	0%

kg/cm2.

319	ARTI8	Acero de refuerzo transversal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	8629	0,00	0%
320	ARTS6	Acero de refuerzo transversal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5695,2	0,00	0%
321	CLC	Concreto para losa de cimentación clase "A" de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	436,59	0,00	0%
404	TS	Tanque subterráneo con medidas de almacenamiento de 3.55 x 5.30 x 2.70 m libres, con cuarto de maquinas de 1.40 x 1.38 x 2.00 m libres. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	0,30	30%

Nota. Tabla de los avances correspondientes al mes de junio, contrastando la cantidad alcanzada con la proyectada. Fuente: Propia (2025)

Tabla 16. *Avances mensuales de obra mes de Julio*

PROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR CAPPADOCIA						
EMPRESA:		Constructora Peréz y Asociados S.A.S				
PROYECTO:		Edificio multifamiliar CappaDocia				
DIRECCIÓN:		Carrera 11 Lote C17 M2 10 - Cdad. El Poblado, Pamplona N.S				
TELÉFONO:		3162871825				
PLAZO DE EJECUCIÓN:		24 meses				
CR 6 NO 6 26 APT 401						
AVANCE MENSUAL DE OBRA						
FECHA		01/07/2025 - 31/07/2025				
ITE M	CÓDIGO	Actividad	UNID AD	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD ALCANZADA UND	CANTIDAD ALCANZADA % EN
1	PRELIMINARES					
109	LRT	Localización y replanteo del terreno.	m2	415,8	0,00	0%
110	NTM	Nivelación del terreno a máquina.	m3	540	0,00	0%
115	CEX	Cerramiento provisional exterior en lamina de Zinc h=2.50 m.	ml	111,6	0,00	0%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
201	EMP	Excavación mecánica para pedestal de la cimentación de hasta 4.00 m de profundidad por 1.00 m de ancho.	m3	128	0,00	0%
202	EMZ	Excavación mecánica de zanjas para cimientos de vigas de 0.80 m x 1.00 m.	m3	350	157,50	45%

					97,29	20%
203	RMA	Relleno con material A (Sub-base Especificación INVIAS 320-07) con maquinaria en capas de 0.20 m de espesor, compactado con medios mecanicos al 95% proctor.	m ³	486,432		
					156,77	11%
204	ACV	Acarreo en volqueta de material producto de las excavaciones fuera de la obra.	m ³	1425,2		
3	CIMENTACIÓN					
					22,85	17%
301	PCD	Pedestal de (1.00 x 1. 00 x 4.00) m en concreto ciclopeo de concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa en relación 60 -30	m ³	134,4		
303	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	419,2	0,00	0%
304	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 3 (3/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3536	0,00	0%
305	ARCT5	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1025,8	0,00	0%
306	ARCL8	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	4293,4	0,00	0%
307	ARCL5	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	742,8	0,00	0%
308	ARCL4	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1243,1	0,00	0%
309	ARCL6	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	83,3	0,00	0%
313	ARL5	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	264	0,00	0%
314	ARL6	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1695	0,00	0%
315	ARL8	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5946	0,00	0%
316	ARLS5	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	984	0,00	0%
317	ARLS6	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	340	0,00	0%
318	ARLS8	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3359	0,00	0%
319	ARTI8	Acero de refuerzo transversal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	8629	0,00	0%

320	ARTS6	Acero de refuerzo transversal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5695,2	0,00	0%
321	CLC	Concreto para losa de cimentación clase "A" de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	436,59	0,00	0%
404	TS	Tanque subterráneo con medidas de almacenamiento de 3.55 x 5.30 x 2.70 m libres, con cuarto de maquinas de 1.40 x 1.38 x 2.00 m libres. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	0,62	62%

Nota. Tabla de los avances correspondientes al mes de julio contrastando la cantidad alcanzada con la proyectada. Fuente: Propia (2025)

Tabla 17. *Avances mensuales de obra mes de Agosto*

PROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR CAPPADOCIA						
EMPRESA:		Constructora Peréz y Asociados S.A.S				
PROYECTO:		Edificio multifamiliar CappaDocioa				
DIRECCIÓN:		Carrera 11 Lote C17 M2 10 - Cdad. El Poblado, Pamplona N.S				
TELÉFONO:		3162871825				
PLAZO DE EJECUCIÓN:		24 meses				
CR 6 NO 6 26 APT 401						
AVANCE MENSUAL DE OBRA						
FECHA		01/08/2025 - 31/08/2025				
ITE M	CÓDIGO	Actividad	UNID AD	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD ALCANZADA UND	CANTIDAD ALCANZADA EN %
1		PRELIMINARES				
109	LRT	Localización y replanteo del terreno.	m2	415,8	0,00	0%
110	NTM	Nivelación del terreno a máquina.	m3	540	0,00	0%
115	CEX	Cerramiento provisional exterior en lamina de Zinc h=2.50 m.	ml	111,6	0,00	0%
2		MOVIMIENTO DE TIERRAS				
201	EMP	Excavación mecánica para pedestal de la cimentación de hasta 4.00 m de profundidad por 1.00 m de ancho.	m3	128	0,00	0%
202	EMZ	Excavación mecánica de zanjas para cimientos de vigas de 0.80 m x 1.00 m.	m3	350	0,00	0%
203	RMA	Relleno con material A (Sub-base Especificación INVIAS 320-07) con maquinaria en capas de 0.20 m de espesor, compactado con medios mecanicos al 95% proctor.	m3	486,432	0,00	0%



					0,00	0%
204	ACV	Acarreo en volqueta de material producto de las excavaciones fuera de la obra.	m ³	1425,2		
3		CIMENTACIÓN				
					0,00	0%
301	PCD	Pedestal de (1.00 x 1. 00 x 4.00) m en concreto ciclopeo de concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa en relación 60 -30	m ³	134,4		
303	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	419,2	272,48	65%
304	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 3 (3/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3536	2121,60	60%
305	ARCT5	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1025,8	564,19	55%
306	ARCL8	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	4293,4	3348,85	78%
307	ARCL5	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	742,8	460,54	62%
308	ARCL4	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1243,1	832,88	67%
309	ARCL6	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	83,3	58,31	70%
313	ARL5	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	264	0,00	0%
314	ARL6	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1695	0,00	0%
315	ARLI8	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5946	0,00	0%
316	ARLS5	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	984	0,00	0%
317	ARLS6	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	340	0,00	0%
318	ARLS8	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3359	0,00	0%
319	ARTI8	Acero de refuerzo transversal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	8629	0,00	0%
320	ARTS6	Acero de refuerzo transversal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5695,2	0,00	0%
321	CLC	Concreto para losa de cimentación clase "A" de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y	m ³	436,59	0,00	0%

herramienta.

404	TS	Tanque subterráneo con medidas de almacenamiento de 3.55 x 5.30 x 2.70 m libres, con cuarto de maquinas de 1.40 x 1.38 x 2.00 m libres. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	0,92	92%
-----	----	--	-----	---	------	-----

Nota. Tabla de los avances correspondientes al mes de agosto, contrastando la cantidad alcanzada con la proyectada. Fuente: Propia (2025)

Tabla 18. *Avances mensuales de obra mes de Septiembre*

PROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR CAPPADOCIA						
EMPRESA:		Constructora Peréz y Asociados S.A.S				
PROYECTO:		Edificio multifamiliar CappaDocia				
DIRECCIÓN:		Carrera 11 Lote C17 M2 10 - Cdad. El Poblado, Pamplona N.S				
TELÉFONO:		3162871825				
PLAZO DE EJECUCIÓN:		24 meses				
CR 6 NO 6 26 APT 401						
AVANCE MENSUAL DE OBRA						
FECHA		01/09/2025 - 15/09/2025				
ITE M	CÓDIGO	Actividad	UNID AD	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD ALCANZADA UND	CANTIDAD ALCANZADA EN %
1	PRELIMINARES					
109	LRT	Localización y replanteo del terreno.	m2	415,8	0,00	0%
110	NTM	Nivelación del terreno a máquina.	m3	540	0,00	0%
115	CEX	Cerramiento provisional exterior en lamina de Zinc h=2.50 m.	ml	111,6	0,00	0%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
201	EMP	Excavación mecánica para pedestal de la cimentación de hasta 4.00 m de profundidad por 1.00 m de ancho.	m3	128	0,00	0%
202	EMZ	Excavación mecánica de zanjas para cimientos de vigas de 0.80 m x 1.00 m.	m3	350	0,00	0%
203	RMA	Relleno con material A (Sub-base Especificación INVIAS 320-07) con maquinaria en capas de 0.20 m de espesor, compactado con medios mecanicos al 95% proctor.	m3	486,432	0,00	0%
204	ACV	Acarreo en volqueta de material producto de las excavaciones fuera de la obra.	m3	1425,2	0,00	0%
3	CIMENTACIÓN					
301	PCD	Pedestal de (1.00 x 1. 00 x 4.00) m en concreto ciclopeo de concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa en relación 60 -30	m3	134,4	0,00	0%

303	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg Kg	419,2	129,95	31%
304	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 3 (3/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3536	1343,68	38%
305	ARCT5	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1025,8	410,32	40%
306	ARCL8	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	4293,4	772,81	18%
307	ARCL5	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	742,8	245,12	33%
308	ARCL4	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1243,1	372,93	30%
309	ARCL6	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	83,3	15,83	19%
313	ARL5	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	264	258,72	98%
314	ARL6	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1695	423,75	25%
315	ARL8	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5946	1664,88	28%
316	ARLS5	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	984	354,24	36%
317	ARLS6	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	340	81,60	24%
318	ARLS8	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3359	1007,70	30%
319	ARTI8	Acero de refuerzo transversal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	8629	2416,12	28%
320	ARTS6	Acero de refuerzo transversal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5695,2	1765,51	31%
321	CLC	Concreto para losa de cimentación clase "A" de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	436,59	0,00	0%
404	TS	Tanque subterráneo con medidas de almacenamiento de 3.55 x 5.30 x 2.70 m libres, con cuarto de maquinas de 1.40 x 1.38 x 2.00 m libres. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	0,00	0%

Nota. Tabla de los avances correspondientes al mes de septiembre, contrastando la cantidad alcanzada con la proyectada. Fuente: Propia (2025)

A continuación, se presenta el acumulado de los porcentajes de avance obtenidos mensualmente, registrados previamente en cada una de las etapas desarrolladas durante el periodo de prácticas. Este consolidado permite visualizar de manera clara y ordenada el progreso real de la obra, identificando el rendimiento alcanzado en cada actividad, así como las variaciones entre lo programado y lo ejecutado.

Tabla 19. *Acumulado de avances mensuales*

PROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR CAPPADOCIA						
EMPRESA:		Constructora Pérez y Asociados S.A.S				
PROYECTO:		Edificio multifamiliar CappaDocia				
DIRECCIÓN:		Carrera 11 Lote C17 M2 10 - Cdad. El Poblado, Pamplona N.S				
TELÉFONO:		3162871825				
PLAZO DE EJECUCIÓN:		24 meses				
CR 6 NO 6 26 APT 401						
AVANCE MENSUAL DE OBRA						
FECHA		01/05/2025 - 15/09/2025				
ITE M	CÓDIGO	Actividad	UNID AD	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD ALCANZADA UND	CANTIDAD ACUMULADA
1	PRELIMINARES					
109	LRT	Localización y replanteo del terreno.	m2	415,8	415,80	100%
110	NTM	Nivelación del terreno a máquina.	m3	540	491,40	91%
115	CEX	Cerramiento provisional exterior en lamina de Zinc h=2.50 m.	ml	111,6	111,60	100%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
201	EMP	Excavación mecánica para pedestal de la cimentación de hasta 4.00 m de profundidad por 1.00 m de ancho.	m3	128	111,36	87%
202	EMZ	Excavación mecánica de zanjas para cimientos de vigas de 0.80 m x 1.00 m.	m3	350	339,50	97%
203	RMA	Relleno con material A (Sub-base Especificación INVIAS 320-07) con maquinaria en capas de 0.20 m de espesor, compactado con medios mecanicos al 95% proctor.	m3	486,432	364,82	75%
204	ACV	Acarreo en volqueta de material producto de las excavaciones fuera de la obra.	m3	1425,2	1225,67	86%



3		CIMENTACIÓN				
301	PCD	Pedestal de (1.00 x 1. 00 x 4.00) m en concreto ciclopeo de concreto F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa en relación 60 -30	m ³	134,4	119,62	89%
303	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	419,2	402,43	96%
304	ARCT4	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 3 (3/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3536	3465,28	98%
305	ARCT5	Acero de refuerzo transversal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1025,8	974,51	95%
306	ARCL8	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	4293,4	4121,66	96%
307	ARCL5	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	742,8	705,66	95%
308	ARCL4	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 4 (1/2") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1243,1	1205,81	97%
309	ARCL6	Acero de refuerzo longitudinal en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	83,3	74,14	89%
313	ARL5	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	264	258,72	98%
314	ARL6	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	1695	423,75	25%
315	ARL8	Acero de refuerzo longitudinal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5946	1664,88	28%
316	ARLS5	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 5 (5/8") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	984	354,24	36%
317	ARLS6	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	340	81,60	24%
318	ARLS8	Acero de refuerzo longitudinal superior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	3359	1007,70	30%
319	ARTI8	Acero de refuerzo transversal inferior en estructura de barra # 8 (1") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	8629	2416,12	28%
320	ARTS6	Acero de refuerzo transversal superior en estructura de barra # 6 (3/4") de Fy = 4.200 kg/cm2.	Kg	5695,2	1765,51	31%
321	CLC	Concreto para losa de cimentación clase "A" de F'c = 4.000 Psi = 28 Mpa. Incluye: Colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	436,59	0,00	0%

404	TS	Tanque subterráneo con medidas de almacenamiento de 3.55 x 5.30 x 2.70 m libres, con cuarto de maquinas de 1.40 x 1.38 x 2.00 m libres. Incluye: Mano de obra, materiales, equipo y herramienta.	Und	1	1,00	100%
-----	----	--	-----	---	------	------

Nota. Tabla de los avances acumulados durante la estadía de practicas, contrastando la cantidad alcanzada con la proyectada. Fuente: Propia (2025)

Conclusiones del avance mensual de obra

- El proyecto presenta un avance general positivo, ya que la mayoría de las actividades ejecutadas cumplieron con los cálculos proyectados desde el inicio del proyecto, Esto evidencia una adecuada planificación y un ritmo de trabajo acorde al cronograma establecido.
- Se observan diferencias entre las cantidades proyectadas y las cantidades realmente ejecutadas, lo cual refleja que algunas actividades requirieron mayor o menor cantidad de recursos respecto a lo inicialmente calculado. Estas variaciones son normales en obra y dependieron de factores como condiciones reales del terreno, ajustes en diseño, y procesos constructivos.
- En la etapa de movimiento de tierras, la mayoría de ítems son los más bajos respecto al 100% al cual se pretendía llegar, esto se supone que es debido al factor de expansión del terreno, el cual no fue como se esperaba, mostrando así un ahorro de viajes de movimientos de tierras, lo cual este costo libre, puede invertirse o ejecutarse en otras obras no contempladas en el proyecto.
- En el grupo de cimentación, se evidencia un comportamiento heterogéneo:
 - Las actividades relacionadas con acero de refuerzo transversal y longitudinal superior alcanzan un 95% y 98%, lo cual refleja una buena la optimización y el buen calculo proyectada para estas actividades.

- El acero longitudinal inferior presenta avances muy bajos (entre 24% y 36%), ya que durante el mes de septiembre, estos hasta ahora se estaba iniciando el armado de estos aceros superiores e inferiores de refuerzo.
- El ítem correspondiente al concreto para la losa de cimentación (CLC) registra un avance del 0%, indicando que esta actividad está programada para fases posteriores del cronograma y que para el periodo evaluado aún no era posible iniciar el colado, probablemente por estar pendiente la finalización del armado inferior.
- El ítem del tanque subterráneo se encuentra completamente finalizado (100%), lo cual permite liberar espacio del cronograma y facilita continuar con actividades relacionadas con cimentación y redes enterradas.

Se evidenció que en cada etapa constructiva se optimizaron los recursos frente a las cantidades proyectadas desde el inicio del proyecto. Esta eficiencia en el uso de materiales y mano de obra demuestra que se implementó un adecuado control técnico y administrativo durante la ejecución. Gracias a este seguimiento constante, fue posible ajustar oportunamente los consumos reales, evitando desperdicios, disminuyendo la probabilidad de sobre ejecuciones y, en consecuencia, reduciendo significativamente el riesgo de incurrir en sobrecostos.

Registro de materiales

Además de llevar el registro diario en la bitácora de obra, se realizó el cálculo de materiales mediante la herramienta Excel. En esta hoja de control se programó y automatizó el cálculo de los insumos requeridos para cada proceso constructivo, lo que permitió obtener una estimación precisa y rápida de los recursos necesarios.

Los principales materiales cuantificados fueron: arena, cemento, triturado, piedra, agua, alambre y acero de refuerzo, insumos indispensables para el desarrollo de las actividades de cimentación y estructura como se muestra a continuación.

Tabla 20. *Cálculo de materiales de estructuras en concreto.*



CÁLCULO DE MATERIALES DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO

CONSTRUCTORA PÉREZ Y ASOCIADOS

FECHA	1 Junio 2025								
PROYECTO	Edificio Multifamiliar Cappadocia								
RESPONSABLE	Freddy Gaitán Gáitan								
CARGO	Ingeniero Auxiliar Residente								
Grupo	Elemento	Cantidad Und	Volumen m3	Resistencia PSI	Cemento bultos 42,5	Arena Baldes	Triturado Baldes	Agua Baldes	Piedra m3
Cimentación	Pedestal A2 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal A2 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal A3 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal A4 (1.00 x 1.00 x 2.60)	1	2,6	2500	10,2	43,2	69,6	12,6	1,04
Cimentación	Pedestal A5 (1.00 x 1.00 x 2.60)	1	2,6	2500	10,2	43,2	69,6	12,6	1,04
Cimentación	Pedestal A6 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal A7 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal A8 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal B1 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal B2 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal B3 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1

	2.50)								
Cimentación	Pedestal B4 (1.00 x 1.00 x 2.60)	1	2,6	2500	10,2	43,2	69,6	12,6	1,04
Cimentación	Pedestal B5 (1.00 x 1.00 x 2.60)	1	2,6	2500	10,2	43,2	69,6	12,6	1,04
Cimentación	Pedestal B6 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal B7 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal B8 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal C1 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal C2 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal C3 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal C4 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal C5 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal C6 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal C7 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal C8 (1.00 x 1.00 x 2.50)	1	2,5	2500	9,6	41,4	66,6	12	1
Cimentación	Pedestal D1 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal D2 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal D3 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal D4 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal D5 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal D6 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal D6 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92

Cimentación	Pedestal D8 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	2,3	2500	9	37,8	61,2	10,8	0,92
Cimentación	Pedestal D8 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	8,8	2500	34,8	145,2	235,2	42	3,52
Cimentación	Pedestal D8 (1.00 x 1.00 x 2.30)	1	8,8	2500	34,8	145,2	235,2	42	3,52
Almacenamiento	Taque de Almacenamiento de Agua Potable	1	13,15	3000	108	362	552	112	0
Cimentación	Losa de cimentacion nevada o losa flotante	1							

Nota. Tabla de cálculo de materiales para la realización de concreto de la cimentación. Fuente: Propia (2025)

Tabla 21. *Resumen de materiales para concreto*

Total	Metros cúbicos	Viajes
Cemento	593 Bultos de 42,5 Kg	593 Bultos de 42,5 Kg
Arena	48,48 m3	10 Viajes
Triturado	77,56 m3	16 Viajes
Agua	14144 Lts	14144 Lts
Piedra	50 m3	10 Viajes

Nota. Tabla de resumen de materiales para la realización de concreto de la cimentación. Fuente: Propia (2025)

A continuación, se presenta la tabla con la cantidad real de materiales consumidos durante la ejecución de la obra. Este registro permitió contrastar los consumos estimados con los reales, facilitando el análisis de desviaciones, la verificación del rendimiento de los recursos y el control técnico–administrativo del proyecto.

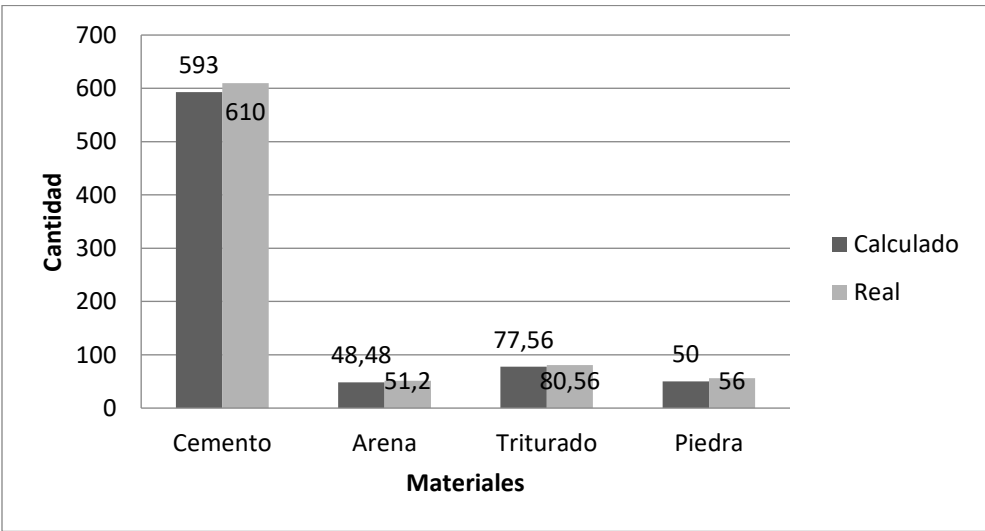
Tabla 22. *Tabla de materiales colocados*

Total	Metros cúbicos	Viajes
Cemento	610 Bultos de 42,5 Kg	610 Bultos de 42,5 Kg
Arena	51,2 m3	11 Viajes
Triturado	80,56 m3	17 Viajes
Agua	14144 Lts	14144 Lts
Piedra	56 m3	11 Viajes

Nota. Tabla de resumen de materiales para la realización de concreto de la cimentación. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente los datos de los materiales en Excel, diríjase a al **Apéndice J**.

Figura 27. *Comparación de Materiales Calculados vs colocados*



Nota. Gráfico de contraste entre los datos calculado vs datos reales. Fuente: Propia (2025)

Del análisis comparativo entre las cantidades de materiales calculadas y las realmente utilizadas en obra, se evidencia que en todos los casos el consumo real fue mayor al estimado inicialmente. Los materiales que presentaron la mayor diferencia fueron el cemento, con un incremento de 17 unidades respecto al cálculo, y la piedra, con un aumento de 6 unidades. Estas

variaciones se pueden asociar a pérdidas durante el proceso constructivo, ajustes en la dosificación en campo y condiciones imprevistas de la obra que requirieron un mayor volumen de materiales. Lo anterior resalta la importancia de considerar un margen de seguridad en la estimación de materiales, con el fin de evitar desabastecimientos y garantizar la continuidad de las actividades constructivas.

Registro de acero

A continuación, se presentan los cálculos desarrollados a partir de los planos estructurales, correspondientes al acero de refuerzo de las vigas de cimentación. Dichos cálculos permitieron cuantificar de manera precisa la cantidad de acero requerido, especificando diámetros, longitudes, estribos y ganchos necesarios para la correcta ejecución del refuerzo, garantizando así el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas vigentes.

Tabla 23. *Registro de materiales de acero*



CÁLCULO DE MATERIALES DE ESTRUCTURAS EN ACERO

CONSTRUCTORA PÉREZ Y ASOCIADOS S.A.S

FECHA	1 Junio 2025
PROYECTO	Edificio Multifamiliar Cappadocia
RESPONSABLE	Freddy Gaitán Gáitan
CARGO	Ingeniero Auxiliar Residente

Cálculo de Acero - PORTICO 1

Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0

3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	526,4	44	3/8"	294
1/2"	304,8	25	1/2"	303	1/2"	0	0	1/2"	0
5/8"	66	6	5/8"	103	5/8"	0	0	5/8"	0
3/4"	0	0	3/4"	0	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	143,6	12	1"	571	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 2

Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	832,32	69	3/8"	465
1/2"	199,4	17	1/2"	198	1/2"	53,01	4	1/2"	53
5/8"	54,85	5	5/8"	85	5/8"	155,74	13	5/8"	242
3/4"	37,25	3	3/4"	83	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	167,15	14	1"	665	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 3

Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	959,48	80	3/8"	536
1/2"	170,4	14	1/2"	169	1/2"	176,7	15	1/2"	176
5/8"	61,9	5	5/8"	96	5/8"	0	0	5/8"	0
3/4"	0	0	3/4"	0	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	143,6	12	1"	571	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 4

Ubicación									
Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	

Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	884,34	74	3/8"	494
1/2"	130,7	11	1/2"	130	1/2"	76,57	6	1/2"	76
5/8"	76,3	6	5/8"	119	5/8"	41,93	3	5/8"	65
3/4"	0	0	3/4"	0	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	161,75	13	1"	643	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 5

Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	884,34	74	3/8"	494
1/2"	170,7	14	1/2"	170	1/2"	0	0	1/2"	0
5/8"	61,9	5	5/8"	96	5/8"	95,84	8	5/8"	149
3/4"	0	0	3/4"	0	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	144,6	12	1"	575	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 6

Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	969,48	81	3/8"	542
1/2"	170,4	14	1/2"	169	1/2"	88,35	7	1/2"	88
5/8"	61,9	5	5/8"	96	5/8"	59,9	5	5/8"	93
3/4"	0	0	3/4"	0	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	143,6	12	1"	571	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 7

Acero Figurado**Acero Estribos**

Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	728,28	61	3/8"	407
1/2"	142,7	12	1/2"	142	1/2"	0	0	1/2"	0
5/8"	92,95	8	5/8"	144	5/8"	251,58	21	5/8"	391
3/4"	0	0	3/4"	0	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	214,4	18	1"	853	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 8

Acero Figurado			Acero Estribos						
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	959,48	80	3/8"	536
1/2"	180,4	15	1/2"	179	1/2"	235,6	20	1/2"	234
5/8"	49,2	4	5/8"	76	5/8"	0	0	5/8"	0
3/4"	99,7	8	3/4"	223	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	143,6	12	1"	571	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 9

Acero Figurado			Acero Estribos						
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	1132,1	94	3/8"	633
1/2"	223,5	19	1/2"	222	1/2"	0	0	1/2"	0
5/8"	0	0	5/8"	0	5/8"	322,52	27	5/8"	501
3/4"	125,1	10	3/4"	280	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	466,95	39	1"	1858	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 10

Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	1589,5	132	3/8"	889
1/2"	281,7	23	1/2"	280	1/2"	0	0	1/2"	0
5/8"	152,5	13	5/8"	237	5/8"	263,56	22	5/8"	410
3/4"	194	16	3/4"	434	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	135,4	11	1"	539	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 11

Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	1589,5	132	3/8"	889
1/2"	281,7	23	1/2"	280	1/2"	0	0	1/2"	0
5/8"	152,5	13	5/8"	237	5/8"	263,56	22	5/8"	410
3/4"	194	16	3/4"	434	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	135,4	11	1"	539	1"	0	0	1"	0

Cálculo de Acero - PORTICO 12

Acero Figurado					Acero Estribos				
Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg		Cantidad de Acero en Metros			Cantidad de Acero en Kg	
Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg	Acer o	Cantida d en metros	Cantida d en Varillas 12m	Acero	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	1/4"	0	1/4"	0	0	1/4"	0
3/8"	0	0	3/8"	0	3/8"	1132,1	94	3/8"	633
1/2"	223,5	19	1/2"	222	1/2"	0	0	1/2"	0
5/8"	0	0	5/8"	0	5/8"	322,52	27	5/8"	501
3/4"	125,1	10	3/4"	280	3/4"	0	0	3/4"	0
7/8"	0	0	7/8"	0	7/8"	0	0	7/8"	0
1"	466,95	39	1"	1858	1"	0	0	1"	0

Nota. Tabla de cálculo de acero de refuerzo longitudinal y transversal de las vigas de cimentación.
Fuente: Propia (2025)

Tabla 24. *Resume de acero de refuerzo*

ACERO FIGURADO				ACERO ESTRIBOS			
Acero	Cantidad en metros	Cantidad en Varillas 12m	Cantidad en Kg	Acero	Cantidad en metros	Cantidad en Varillas 12m	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	0	1/4"	0	0	0
3/8"	0	0	0	3/8"	12187	1016	6813
1/2"	2479,9	207	2465	1/2"	630,23	53	626
5/8"	830	69	1290	5/8"	1777,2	148	2762
3/4"	775,15	65	1734	3/4"	0	0	0
7/8"	0	0	0	7/8"	0	0	0
1"	2467	206	9814	1"	0	0	0

Nota. Tabla de resumen de acero de refuerzo longitudinal y transversal de las vigas de cimentación.
Fuente: Propia (2025)

A continuación, se presenta la tabla con la cantidad real de acero gastado durante la ejecución de la obra. Este registro permitió contrastar los consumos estimados con los reales, facilitando el análisis de desviaciones, la verificación del rendimiento de los recursos y el control técnico–administrativo del proyecto.

Tabla 25. *Resume de acero gastado real*

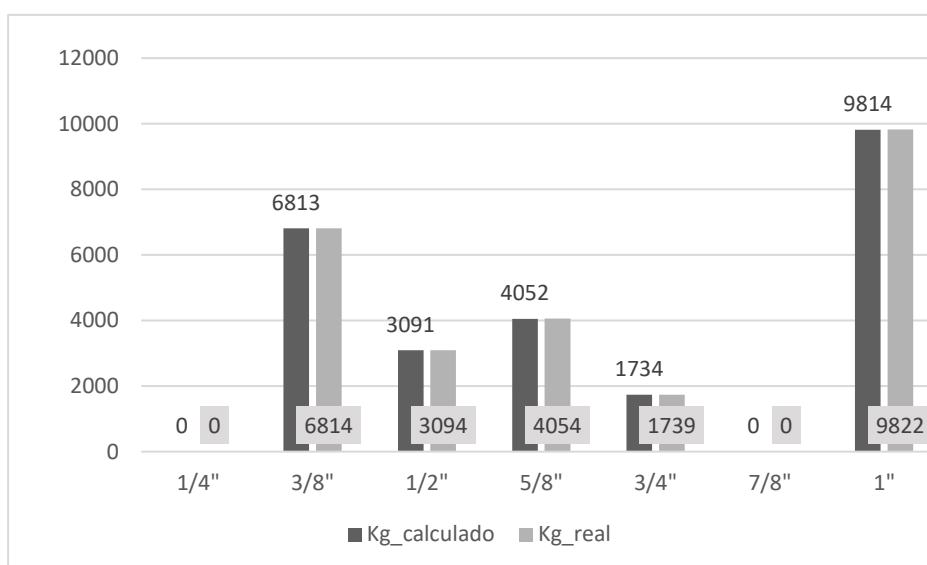
ACERO FIGURADO				ACERO ESTRIBOS			
Acero	Cantidad en metros	Cantidad en Varillas 12m	Cantidad en Kg	Acero	Cantidad en metros	Cantidad en Varillas 12m	Cantidad en Kg
1/4"	0	0	0	1/4"	0	0	0
3/8"	0	0	0	3/8"	12189	1016	6814
1/2"	2481,2	207	2466	1/2"	631,5	53	628
5/8"	831	69	1291	5/8"	1778,2	148	2763

3/4"	777,3	65	1739	3/4"	0	0	0
7/8"	0	0	0	7/8"	0	0	0
1"	2469	206	9822	1"	0	0	0

Nota. Tabla de resumen de acero gastado real de refuerzo longitudinal y trasversal de las vigas de cimentación. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente los datos de los materiales de acero en Excel, diríjase al **Apéndice K**.

Figura 28. *Comparación de Materiales Calculados vs colocados*



Nota. Gráfico de contraste entre los datos calculado vs datos reales. Fuente: Propia (2025)

El análisis comparativo entre el acero calculado y el acero real gastado en obra evidencia una correspondencia casi exacta entre ambos valores. En todos los diámetros las diferencias son mínimas, variando entre 1 y 8 kg, lo que representa un margen inferior al 0,1 %. Por ejemplo, en el acero de 3/8" se calculó un total de 6813 kg y en obra se registraron 6814 kg, con una variación de solo 1 kg. De manera similar, en 1/2" se obtuvo una diferencia de 3 kg, en 5/8" de 2 kg, en 3/4"

de 5 kg y en 1" de 8 kg, mientras que en los diámetros de 1/4" y 7/8" no se presentó consumo ni en el cálculo ni en la ejecución.

Estas pequeñas diferencias son consideradas normales y se atribuyen a cortes, traslapes y desperdicios propios del proceso constructivo. En términos prácticos, los resultados reflejan que la planificación estructural fue precisa, la programación de materiales adecuada y el control en la ejecución altamente eficiente. En conclusión, el acero realmente consumido coincide con lo previsto en los cálculos iniciales, demostrando un uso óptimo de los recursos y la ausencia de desperdicios significativos.

Informes quincenales de obra

Para completar la tercera fase, se elaboraron informes quincenales en los cuales se consignó un reporte detallado del avance de la obra. En dichos documentos se incluyeron las actividades ejecutadas durante cada quincena, las actividades programadas para la siguiente semana, el porcentaje de avance general de la obra, el registro fotográfico correspondiente y las observaciones pertinentes. Estos informes constituyeron una herramienta fundamental para mantener un control periódico del proyecto y garantizar la toma de decisiones oportunas por parte de la supervisión y la empresa contratante.

A continuación, se presenta el quinto informe quincenal elaborado, el cual se expone como ejemplo representativo de los demás reportes entregados a la empresa. Este documento evidencia la estructura empleada para el control del proyecto.

Informe Quincenal De Obra Del Proyecto De Vivienda Multifamiliar Cappadocia.

Semana Número:	Desde	01	07	2025
	Hasta	15	07	2025

Fecha del informe

16	07	2025
----	----	------

% de Avance

4,2%

Actividades Realizadas En Las Semanas

Descripción general de actividades

Durante esta quincena se avanzó en las excavaciones y encofrados de los muros de confinamiento perimetrales, así como en el formaleteado y aseguramiento de las paredes internas del tanque de almacenamiento subterráneo. Paralelamente, se ejecutaron las labores de instalación del filtro francés, incluyendo colocación de tubería de drenaje, relleno y compactación. También se realizaron ensayos de control de calidad al concreto para verificar sus propiedades y asegurar el cumplimiento de las especificaciones del proyecto.

Avances realizados en la quincena

- Se iniciaron las excavaciones para la construcción del muro perimetral de confinamiento, alcanzando profundidades de 1.20 m desde el nivel de los dados existentes para garantizar el adecuado soporte de la subbase. Posteriormente se avanzó con el encofrado en los laterales izquierdo, derecho y posterior del lote, asegurando cotas y alineamientos conforme a los planos estructurales.
- Se ejecutó el vaciado de concreto en tramos ya encofrados, llevando el colado hasta la altura de los pedestales. El proceso incluyó el atrancamiento y aseguramiento de formaletas con tranquetes de madera para garantizar verticalidad, nivelación y estabilidad durante el vaciado.
- Se continuó con el formaleteado de las paredes internas del tanque subterráneo, realizando de manera paralela apuntalamientos y atranques para brindar estabilidad. Posterior al fraguado del

concreto, se efectuó el retiro controlado de las formaletas, verificando la correcta terminación de los elementos.

- Se dio inicio a la excavación mecánica con apoyo de retroexcavadora y excavación manual en zonas puntuales, habilitando la franja destinada al sistema de drenaje (profundidad de -4.00 m desde el nivel 0). Se instaló un tubo perforado de 6" recubierto con material granular, diseñado para conducir el agua hacia la caja de recolección.
- Una vez instalada la tubería, se realizó el relleno de la zanja con material seleccionado y compactado en capas sucesivas, verificando su nivelación y estabilidad. El proceso fue apoyado con equipo mecánico para garantizar homogeneidad y rapidez en la compactación.
- Se llevaron a cabo ensayos de asentamiento de concreto mediante el cono de Abrams, con el fin de verificar la consistencia y calidad del material antes de su colocación.

Actividades en curso

- Continuación de las excavaciones y encofrados del muro de confinamiento en los laterales derecho y posterior del lote.
- Avance en el formateado de las paredes internas del tanque de almacenamiento subterráneo, incluyendo el apuntalamiento y atrancamiento de las formaletas.
- Proceso de relleno y compactación de la zanja del filtro francés, verificando capas y nivelación.

Actividades programadas para la siguiente quincena

- Fundición de los tramos restantes del muro de confinamiento.
- Culminación del formateado de las paredes internas del tanque de almacenamiento subterráneo.

- Ejecución del vaciado de concreto en las paredes del tanque, garantizando continuidad en la fundición.
- Finalización del relleno y compactación del sistema de drenaje del filtro francés.
- Ensayos de compactación del relleno.

Observaciones y recomendaciones

- Reforzar el control en la verticalidad y apuntalamiento de las formaletas para evitar desplazamientos durante el vaciado.
- Mantener continuidad en la programación de pedidos de concreto, acero de refuerzo y madera, ajustándose al ritmo de ejecución.
- Supervisar constantemente la compactación del relleno del filtro francés para asegurar su durabilidad y funcionalidad.

Tabla 26. *Registro fotográfico informes*

Registro Fotográfico



Foto n°1. Nivelación del terreno

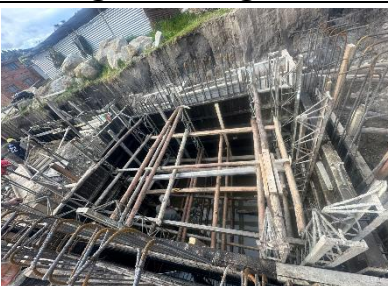


Foto n°2. Trazado de ejes



Foto n°3. Inicio de excavaciones



Foto n°4. Excavaciones de pedestales



Foto n°5. Fundación de pedestales



Foto n°6. Pedestales fundidos



Foto n°7. Encofrado pedestales



Foto n°8. Fundación de pedestales



Foto n°8. Ensayo de slump

Nota. Tabla de registros fotográficos de actividades en obra. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente los datos de los materiales de acero en Excel, diríjase al **Apéndice I**.

En conclusión, el uso sistemático de la bitácora de obra, los formatos de control mensual y los informes quincenales no solo permitió ordenar la información del proyecto, sino que sirvió de base para tomar decisiones concretas en la ejecución.

En primer lugar, al comparar mensualmente el avance programado con el avance ejecutado, se identificó un desfase acumulado en la etapa de cimentación, asociado a lluvias y a tiempos muertos en el armado de acero. Este retraso, evidenciado en la curva de avance y en los reportes de la bitácora, llevó al residente a reorganizar frentes de trabajo y redistribuir la cuadrilla, priorizando el cierre de vigas de cimentación y dados de concreto. En los meses siguientes se observó una reducción del desfase, lo que indica que la decisión tuvo efecto directo sobre el ritmo de ejecución.

En segundo lugar, los registros de cantidades de acero y concreto consumidos permitieron detectar un sobreconsumo de acero en algunas vigas de cimentación frente a las cuantías de diseño. Al documentar esta diferencia en los cuadros de control se revisó, junto con el residente, la causa del aumento (traslapes mayores y refuerzos adicionales) y se ajustó el criterio de corte y armado para los elementos siguientes. Con ello se contuvo el incremento de consumo y se evitó que el sobrecosto se ampliara al resto de la estructura.

Adicionalmente, en la bitácora se consignó un caso en el que un carro de concreto llegó con asentamiento inferior al rango especificado. Gracias al control de ensayos de slump y a su registro inmediato, el lote fue reportado, se evitaron vaciados en elementos estructurales con mezcla fuera de especificación y se procedió a coordinar un nuevo suministro. Esta decisión, soportada en la evidencia de ensayo y en la anotación formal en la bitácora, evitó un reproceso posterior o la necesidad de reforzar un elemento ejecutado con concreto inadecuado.

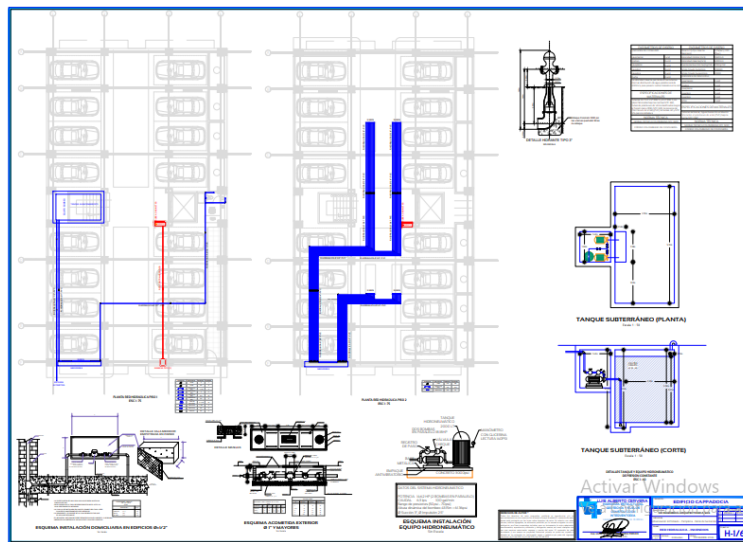
En síntesis, los resultados de la Fase 3 muestran que la documentación no se limitó a archivar datos, sino que permitió corregir un retraso identificado en el cronograma, ajustar el uso de materiales y tomar decisiones frente a la calidad del concreto, contribuyendo de manera directa al control técnico y económico del proyecto.

Fase 4. Modelado red hidrosanitaria

Planos hidrosanitarios

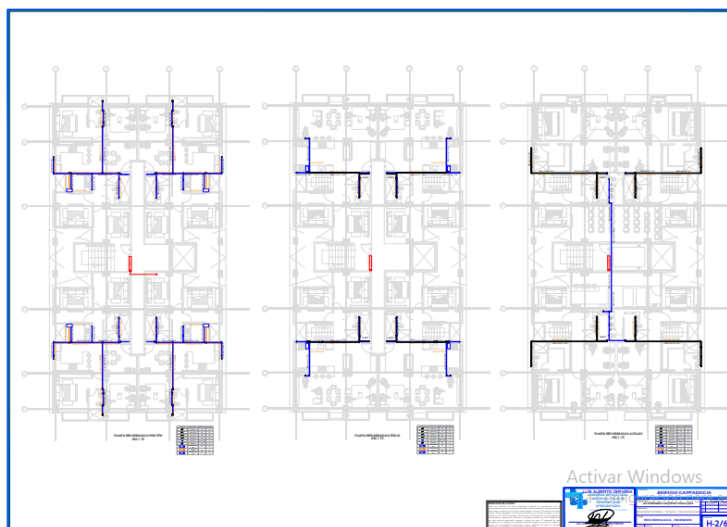
Para dar cumplimiento a la última fase, antes de proceder con el modelado en Revit fue necesario realizar una revisión exhaustiva de los planos hidrosanitarios del proyecto. En esta etapa se verificó la correcta disposición de las tuberías, los diámetros especificados, el cumplimiento de la normativa vigente y la identificación de aspectos críticos que podían influir en la ejecución del sistema. Como resultado de este análisis preliminar, se recopiló la siguiente información:

Figura 29. *Planos hidráulicos niveles 1 y 2*



Nota. Planos hidráulicos de los niveles 1 y 2 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 30. Planos contraincendios



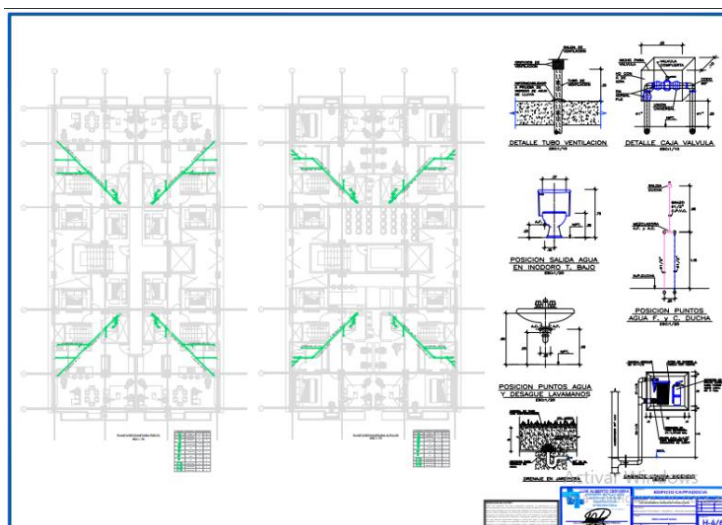
Nota. Planos hidráulicos de la red contra incendios del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 31. Planos sanitarios niveles 1 a 9



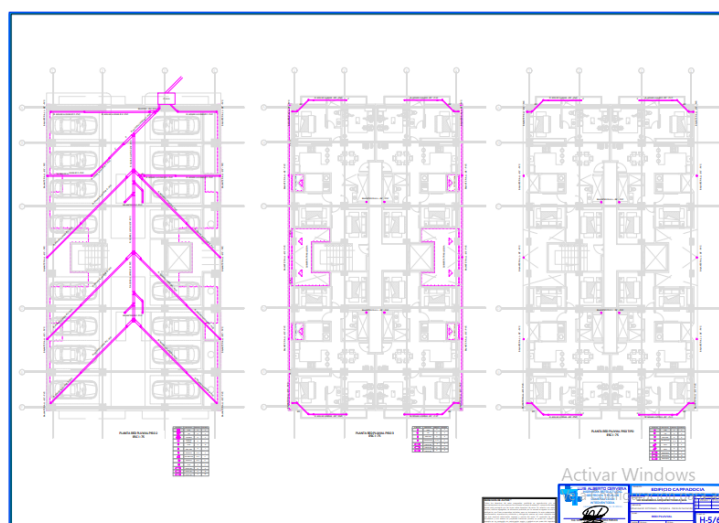
Nota. Planos sanitarios de niveles 1, 2 y de 3 a 9 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 32. Planos sanitarios niveles 10 y 11



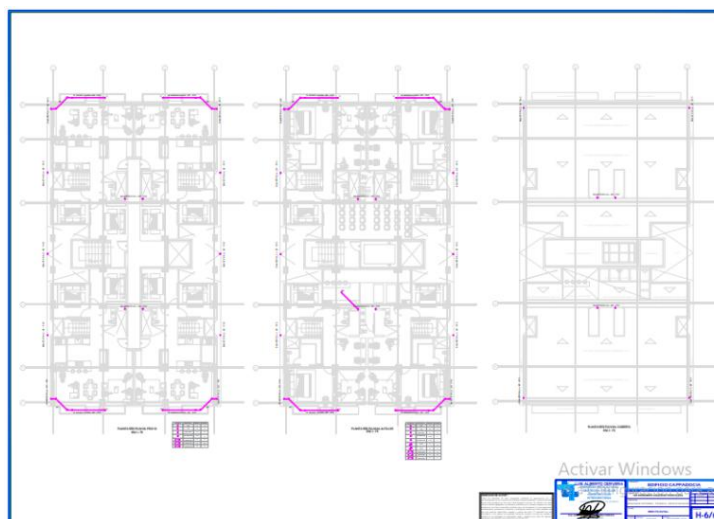
Nota. Planos sanitarios de niveles 10 y 11 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 33. Planos pluviales niveles 1 al 3



Nota. Planos pluviales nivel 1, 2 y 3 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Figura 34. Planos pluviales niveles 10 y 11



Nota. Planos pluviales de los niveles 10 y 11 del edificio Cappadocia. Adaptado de Empresa Pérez Constructora y Asociados S.A.S (2025)

Para visualizar completamente los planos hidrosanitarios, diríjase al **Apéndice M**.

Se establecieron los parámetros de diseño tanto para unidades de consumo como de descarga. Se definió un total de 1 lavamanos, 3 inodoros, 3 lavaplatos, 1 lavadero, 1 lavadora y 1 ducha, con caudales y velocidades de diseño ajustados a la normativa, contemplando límites de velocidad mínima y máxima, así como el cumplimiento del número de Froude en régimen subcrítico y supercrítico.

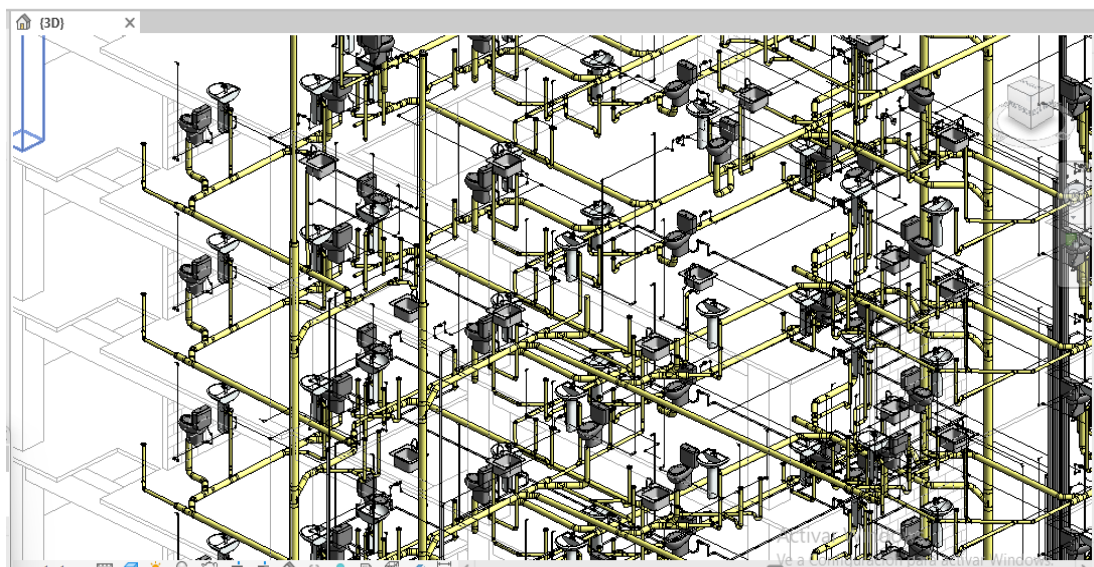
En cuanto a las especificaciones de materiales, se determinó el uso de tuberías en PVC de diferentes diámetros ($\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y 1"), fabricadas bajo las normas NTC 382 y NTC 576, accesorios de PVC Schedule 40 y tuberías de presión clase 13. Se estableció además la utilización de sifones, tuberías sanitarias y aguas lluvias en PVC de baja presión, conforme a la NTC 1087.

Finalmente, como referencia normativa, se adoptó la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 y el Código Colombiano de Fontanería, garantizando así que el diseño cumpla con los lineamientos técnicos y de seguridad establecidos a nivel nacional.

Modelado en Revit

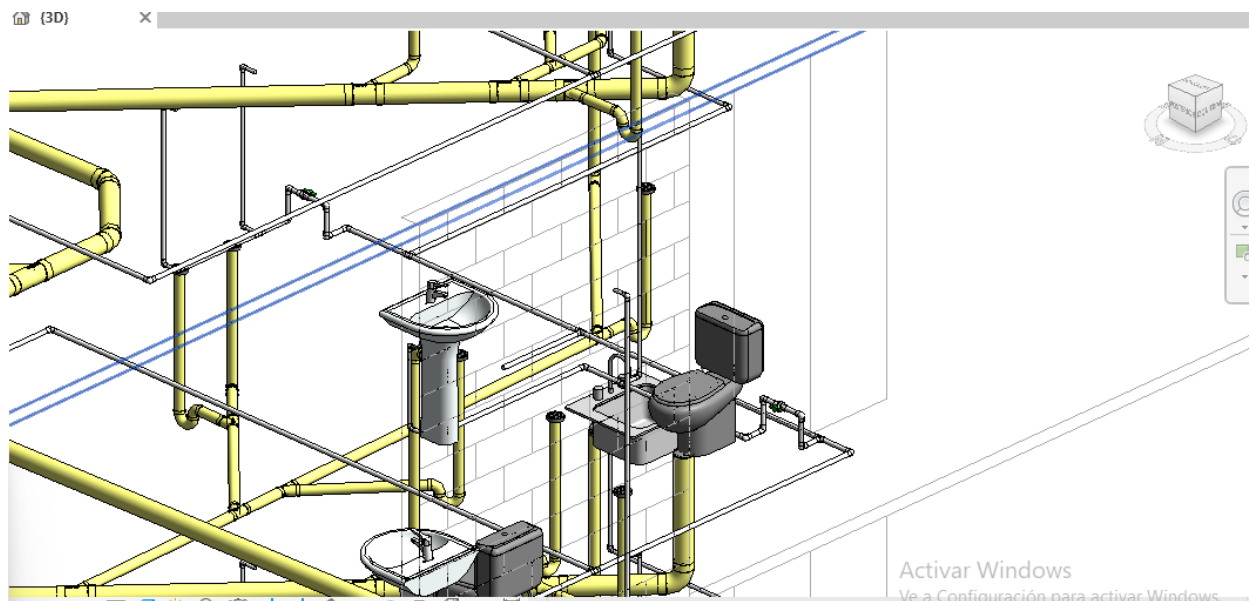
Con la identificación de los detalles de la red hidrosanitaria y las especificaciones técnicas establecidas por el diseñador, se procedió a desarrollar el modelado en Revit de las redes hidrosanitarias. Este proceso permitió integrar de manera precisa la disposición de las tuberías, los diámetros, conexiones y demás elementos definidos en los planos, asegurando la coherencia del diseño con la normativa vigente y facilitando su visualización en un entorno tridimensional.

Figura 35. *Modelado hidrosanitario en Revit*



Nota. Modelado hidrosanitario utilizando el programa Revit del edificio Cappadocia. Fuente: Propia (2025)

Figura 36. *Detalles Modelado Hidrosanitario*



Nota. Detalles del modelado hidrosanitario del edificio Cappadocia. Fuente: Propia (2025)

Para visualizar completamente los planos hidrosanitarios, diríjase al **Apéndice N**.

Como se puede observar en las imágenes anteriores, al realizar el diseño en tres dimensiones mediante la herramienta Revit, fue posible obtener un modelo aproximado de la distribución de todas las conexiones hidrosanitarias. Gracias a este modelado se logró rectificar el diseño, confirmando que no se presentaban interferencias ni obstrucciones con la estructura del edificio Cappadocia. De esta manera, el modelo se convierte en una herramienta fundamental para corroborar y guiar los procesos constructivos durante la ejecución de las instalaciones sanitarias, garantizando precisión y eficiencia en su desarrollo.

Conclusiones

- Respecto al objetivo específico 1, orientado a la planificación y revisión técnica del proyecto, se concluye que la práctica permitió pasar de una comprensión general de los planos a un análisis técnico detallado que impactó directamente la ejecución. La revisión sistemática de la arquitectura y de la estructura, con apoyo en NSR-10 y en las memorias de cálculo, permitió identificar inconsistencias puntuales de cotas, nomenclatura de elementos y detalles incompletos, que se documentaron en matrices de control y se aclararon con el residente antes de ejecutar. Como resultado, se ajustó el cronograma de obra con una secuencia más realista y se construyó un programa de supervisión que prioriza los frentes estructurales críticos, lo que se evidenció en la reducción del desfase detectado inicialmente en la etapa de cimentación.
- En relación con el objetivo específico 2, asociado a la supervisión y control de la cimentación y de la estructura, la práctica no se limitó a acompañar las actividades, sino que produjo correcciones concretas en obra. Durante el periodo de intervención se supervisó el vaciado de un volumen significativo de concreto y el armado de vigas de cimentación con aproximadamente 25,5 toneladas de acero, documentando casos de recubrimiento insuficiente en vigas de cimentación, traslapes de columnas menores a lo especificado y ubicación inadecuada de huecos para instalaciones, que fueron corregidos antes del vaciado. Los ensayos de asentamiento y de resistencia a la compresión evidenciaron que las resistencias reales superaron el f'_c de diseño en las edades de 7, 21 y 28 días, confirmando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y evitando el uso de concretos fuera de rango. Estas acciones demuestran un aporte real al control técnico del proyecto y no solo una observación pasiva del proceso constructivo.

- En cuanto al objetivo específico 3, relativo al registro, documentación y seguimiento de la obra, la implementación de la bitácora automatizada en Excel, de los formatos de avance mensual y de los informes quincenales permitió transformar la información dispersa de la obra en un sistema de control útil para la toma de decisiones. A partir de estos registros se detectó un retraso acumulado en la cimentación, lo que motivó la redistribución de la cuadrilla y la priorización de ciertos frentes, contribuyendo a recuperar parcialmente el ritmo del cronograma. Del mismo modo, el seguimiento a las cantidades de acero y concreto permitió identificar sobreconsumos localizados y ajustar criterios de armado para evitar que el sobrecosto se extendiera al resto de la estructura. Estas herramientas quedaron disponibles para la empresa como formatos reutilizables en proyectos posteriores, constituyendo un aporte metodológico y no solo académico.
- Respecto al objetivo específico 4, centrado en el modelado de la red hidrosanitaria mediante BIM, se logró desarrollar un modelo en Revit con un nivel de desarrollo equivalente a LOD 300 para las redes de agua potable, aguas residuales, aguas lluvias y contra incendios, coordinado con la arquitectura y la estructura del edificio. La validación del modelo permitió detectar interferencias puntuales entre tuberías y elementos estructurales, ajustar recorridos y niveles de instalación y verificar el cumplimiento de pendientes y diámetros mínimos exigidos por el RAS 2017 y la normativa de fontanería. Además, se generaron planos y detalles que la constructora puede utilizar como soporte en la fase de instalaciones y como base para la actualización del presupuesto de redes, evidenciando un aporte concreto en términos de coordinación y documentación técnica.
- En síntesis, la práctica empresarial en el proyecto Edificio Cappadocia cumplió los objetivos planteados al inicio del trabajo: mejoró la planificación y el control de la obra,

aportó correcciones verificables en cimentación y estructura, generó herramientas de seguimiento adoptables por la empresa (cronograma ajustado, bitácora, formatos de avance) y produjo un modelo BIM hidrosanitario que reduce incertidumbre en la etapa de instalaciones. Más allá del aprendizaje individual, los resultados muestran que la participación tuvo un impacto técnico medible sobre el proyecto, tanto en la calidad de la construcción como en la organización de la información y la toma de decisiones dentro de la Constructora Pérez y Asociados S.A.S.

Recomendaciones

En primer lugar, es fundamental realizar una revisión exhaustiva y anticipada de los diseños estructurales, arquitectónicos e hidrosanitarios antes de iniciar la ejecución de la obra. Este proceso permite detectar a tiempo posibles inconsistencias en planos o especificaciones técnicas, evitando improvisaciones durante la construcción que podrían generar sobrecostos, retrasos en el cronograma o incluso riesgos en la calidad estructural del proyecto.

De igual manera, se recomienda la implementación y el uso constante de herramientas digitales como Microsoft Project, Excel y Revit, las cuales demostraron ser de gran utilidad durante las prácticas. Project facilita la elaboración de cronogramas realistas y el seguimiento de la ruta crítica, Excel es una herramienta indispensable para el cálculo de presupuestos y control de materiales, y Revit permite anticipar interferencias entre elementos constructivos y verificar la correcta disposición de instalaciones. Integrar estos programas en todas las etapas de planeación y control contribuirá significativamente a mejorar la eficiencia y precisión en futuros proyectos.

Otro aspecto de gran importancia es llevar un registro sistemático y riguroso de los avances de obra, por medio de bitácoras diarias e informes periódicos. Estos documentos no solo sirven como evidencia del progreso del proyecto, sino que también facilitan la identificación de problemas recurrentes, la toma de decisiones oportunas y la transparencia en la gestión de recursos.

Asimismo, resulta imprescindible garantizar la verificación continua de la calidad tanto de los materiales como de los procesos constructivos. La recepción de insumos debe estar acompañada de inspecciones que aseguren el cumplimiento de las normas técnicas colombianas y de las especificaciones de diseño, ya que cualquier irregularidad en este aspecto podría comprometer la seguridad, durabilidad y funcionalidad del edificio.

Por último, se recomienda fomentar la capacitación constante en metodologías innovadoras, normativas vigentes y en el manejo de nuevas tecnologías aplicadas a la construcción. El sector de la ingeniería civil se encuentra en permanente evolución, y la actualización profesional es clave para mantener la competitividad, garantizar la calidad de los proyectos y responder a las demandas de un mercado cada vez más exigente.

Referencias

- AIS. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Autodesk. (2022). Revit 2022: User's Guide [Computer software]. Autodesk Inc.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors (2nd ed.). Wiley.
- Gómez, L., & Rodríguez, P. (2019). Gestión de la construcción y control de obra. Editorial académica (o la que tú uses; aquí puedes cambiar por una fuente real que tengas).
- ICONTEC. (2017). Normas Técnicas Colombianas para construcción de edificaciones (NTC 2017). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Kerzner, H. (2013). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (11th ed.). Wiley.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017.
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2011). Design of Concrete Structures (14th ed.). McGraw-Hill.
- PMI. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.). Project Management Institute.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375.

- Beltrán, L. (2022). Acompañamiento como auxiliar de ingeniería en la construcción de apartamentos de interés social realizada por inversiones llano hermoso s.a.s en el municipio de Villavicencio.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3ba1ac1e-cfc2-4158-ae99-06ee1b4b5c54/content>
- Sáenz, M. (2023). Informe Final de Práctica Empresarial Realizada como Auxiliar de Residente de Obra en la Empresa Construcciones y Acabados Alarcón.
<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/6e202bd1-3e0e-4fb9-ae33-4812416a681>
- Peña, J. (2020). Informe final de práctica empresarial realizada en inico (ingeniería interventoría y construcciones) S.A.S. (s/f). Gov.Co. Recuperado el 25 de marzo de 2025, de
https://redcol.minciencias.gov.co/Record/COOPER2_4b7a14f2731f57227fc7f54be4036da7
- Parada Jaime, J. (2020). Práctica profesional como auxiliar de ingeniero residente en la construcción de torres Prestige, en el municipio Pamplona Norte de Santander [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulago Universidad de Pamplona.
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8565>
- Sánchez Rodríguez, J. (2020). 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 [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulago Universidad de Pamplona.
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8561>
- Pérez Flórez, Y. F. (2020). Práctica empresarial como auxiliar del ingeniero residente del proyecto “Plaza de los Andes” de la Constructora Pérez y Asociados S.A.S., en Pamplona Norte de Santander

[Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hualgo Universidad de Pamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5751>

AIS. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Alcaldía de Pamplona. (2001/2014). Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Pamplona [Documento de diagnóstico y formulación].

Congreso de la República. (2003). Ley 842 de 2003 por la cual se reglamenta el ejercicio de la ingeniería y pfesiones afines y se dictan otras disposiciones.

Consejo Superior Universidad de Pamplona. (2005). Acuerdo 186 de 2005. Por el cual se compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. Universidad de Pamplona.

Ministerio de Minas y Energía. (2024). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE (Resolución 40117 de 2024).

Ministerio de Trabajo. (2012). Resolución 1409 de 2012 por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas.

Ministerio de Trabajo. (2015). Decreto 1072 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). Resolución 0330 de 2017 por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Anchique Ardila, E. (2018). Práctica Empresarial como Auxiliar de Ingeniería Civil en la Alcaldía Municipal de Molagavita- Santander. <https://catalogo.udes.edu.co/bib/42830>

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 [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hualago Universidad de Pamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8582>

Barrios Bastidas, L. (2015). Estructuras: Consiste en el diseño y análisis de los elementos que forman parte del sistema resistente y soportante del edificio, tales como vigas, columnas, losas, muros y sistemas de refuerzo. Este proceso es esencial para garantizar la estabilidad y seguridad estructural. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10314/3/CD-6143.pdf>

Tejeiro Roa y Velásquez Gutiérrez. (2024). Evaluación de rendimientos de obras por comparación directa entre análisis precios unitarios de referencia con respecto a lo ejecutado en la construcción de un proyecto. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/22ff3ebc-9d04-4208-b322-15da798c9b7b/content>

Ferrovial. (s.f). Materiales de construcción. Recuperado de: <https://www.ferrovial.com/es/recursos/materiales-construccion/>

Argos. (2021). ¿Qué pasa con las normas de construcción de edificaciones en Colombia?. Recuperado de: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/normas-construccion-edificaciones-encolombia/>

Terrapilar. (2020). ¿Qué implica el control de calidad en una obra?. Recuperado de: <https://www.terrapilar.com/blog/que-implica-el-control-de-calidad-de-una-obra/>

AIS. (2010). Reglamento Colombiano Sismorresistente (NSR-10). 530–827.

Ministerio de Vivienda. (n.d.). Minvivienda. Plan de Ordenamiento Territorial.
<https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/espacio-urbanoyterritorial/plan-ordenamiento-territorial/pot>

Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, M. (2017). Resolución 0330 de 2017: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS- y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. En Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. República de Colombia. (p. 182). <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330-2017.pdf>

Acuerdo No.186 de 2005. Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. 02 de diciembre de 2005. 186, 1–50, 28)

Alcaldía Municipal de Pamplona, Norte de Santander. (s/f). Gov.co. Recuperado el 9 de agosto de 2023, de <https://pamplona-nortedesantander.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-deImagenes.aspx>

Chipayo Gamarra, C. A. (2020). Asistente técnico de residencia en el mejoramiento de vivienda rural de los centros poblados Rompocacca y Ayaviri - distrito de Ccatca - provincia de Quispicanchis - departamento de Cusco 2019-2020. Repositorio universidad Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12349>

Chung Rojas, C. E., Piña Guevara, F. A., & Urquiaga Mori, M. A. (2020). Propuesta de implementar la metodología BIM para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de edificación de la ciudad de Yurimaguas. DSpace Cris. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/3820>

Congreso de la República. (2003). Ley 842 de 2003. Bogotá: COPNIA. Obtenido de <https://www.copnia.gov.co/nuestra-entidad/normatividad/ley-842-de-2003>

- COPNIA. (2003). Código de Ética Profesional para Ingenieros. Bogotá. Obtenido de https://www.copnia.gov.co/sites/default/files/node/page/field_insert_file/codigo_etica.pdf
- DURMAN. (2024). DURMAN. Obtenido de <https://durman.com.co/productos/sistema-deventilacion-activa-studor/>
- El Ministerio de Vivienda, C. y. (2021). Resolución 0799 de 2021. Bogotá. Obtenido de <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2021/12/Resolucion-799-de-2021.pdf>
- Herrera Lopez, J. E. (2019). Edificio Santorini auxiliar de residente de obra en proyecto urbanístico. Medellín.
- HQTS. (2023, marzo 13). HQTS. Obtenido de <https://www.hqts.com/es/control-calidadconstruccion/>
- ICONTEC. (2004). Norma Técnica Colombiana NTC-1500. Obtenido de https://www.academia.edu/28670459/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_1500_C%C3%93DIGO_COLOMBIANO_DE_FONTANER%C3%8DA
- ICONTEC. (2023). NTC 1500:2023. Bogotá: ICONTEC. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-instalaciones-hidraulicas-y-sanitarias-ntc1500-2023.html>
- IGAC. (2018). Gobernación de Norte de Santander. Obtenido de <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/norte-desantander/index.html>
- Kana Maccapa, C. A. (2022). Informe de Suficiencia Profesional como asistente técnico de residencia en la obra de saneamiento básico del distrito de Coporaque – Provincia de Espinar. Repositorio Universidad Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12373>
- Lizcano Garcia, E. A. (2021). Práctica empresarial como auxiliar residente de obra en la edificación multifamiliar “casa san clemente” a cargo de la constructora Dinamic S.A.S., ubicada en el

Municipio de Pamplona, Norte de Santander. Pamplona: Universidad de Pamplona. Obtenido de <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8532>

Apéndices

[Apéndice A.](#) Planos arquitectónicos

[Apéndice B.](#) Planos estructurales

[Apéndice C.](#) Especificaciones técnicas

[Apéndice D.](#) Cronograma Microsoft Project

[Apéndice E.](#) Presupuesto General del Proyecto

[Apéndice F.](#) Ensayo de asentamiento del concreto (slump)

[Apéndice G.](#) Resultados de ensayo de cilindros a compresión

[Apéndice H.](#) Registro actividades de obra.

[Apéndice J.](#) Cálculo de materiales para concreto

[Apéndice K.](#) Cálculo de materiales para acero

[Apéndice L.](#) Informes quincenales de obra.

[Apéndice M.](#) Planos de instalaciones hidrosanitarias

[Apéndice N.](#) Modelado hidrosanitario en Revit

[Apéndice O.](#) Modificación de planos.

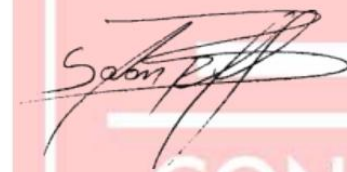
CONSTRUCTORA PEREZ Y ASOCIADOS S.A.S
NIT 901.013.679

Pamplona, Septiembre de 2025

CERTIFICACION TERMINACION PRACTICAS

Yo **SALOMÓN PEREZ PORTILLA** identificado con cedula de ciudadanía número 13.352.158, como representante legal de la constructora perez y asociados s.a.s identificado con Nit. 901013679-5, certifico y avalo las prácticas como auxiliar de Ingeniero Residente que realizo el alumno **FREDDY GAITÁN GAITÁN** identificado con cedula de ciudadanía número 1.006.966.122, con fecha de inicio el 01 de Mayo de 2025 y terminación el 15 de Septiembre de 2025, en la empresa y completado sus horas trabajadas con satisfacción.

Atentamente,



SALOMÓN PEREZ PORTILLA
c/c 13.352.158
Representante Legal

CONSTRUCTORA
PÉREZ S.A.S