

Práctica empresarial en Urbamares S.A.S como auxiliar de ingeniería civil para la verificación de resistencias de concreto y supervisión de instalaciones hidrosanitarias en el proyecto Flora Club House integrando conocimientos teóricos y desarrollando competencias en obra

David Santiago Cañizares Contreras

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Directora

María Alejandra Oliveros Caicedo

M. Sc. Ingeniería civil

Tutor Empresarial

Luis Gabriel Bordeth Martinez

Ingeniero Civil

Universidad Industrial de Santander
Facultad de ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Este trabajo de grado lo dedico con todo mi corazón a mis padres, quienes han sido el motor más grande en mi vida. A ellos, que con su esfuerzo, sacrificio y amor incondicional me dieron la oportunidad de formarme y crecer tanto personal como profesionalmente. Gracias por enseñarme, a través de su ejemplo, que los sueños se alcanzan con disciplina, humildad y perseverancia. De ustedes aprendí a no rendirme frente a los problemas y a levantarme siempre con más fuerza después de cada caída, entendiendo que cada dificultad es una oportunidad para crecer. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, porque detrás de cada paso que doy siempre está su huella.

Quiero agradecer también de manera muy especial a mi familia, en particular a mi abuelo, con quien aprendí un valor muy importante que refleja la esencia de nuestra familia, la responsabilidad. Muchas gracias por todo, y sé que este logro también se lo debo a él. A mis tíos, mis tías y a toda mi familia en general, gracias por apoyarme desde el principio, por creer en mí y por brindarme la fortaleza necesaria para seguir adelante. Su apoyo ha sido fundamental para poder realizarme como persona y como profesional.

Dedico también este trabajo a mis amigos, compañeros de clase y de vida, que me acompañaron en largas jornadas de estudio, en trabajos compartidos y en aquellos momentos de desánimo en los que su compañía fue fundamental para seguir adelante. Gracias por las conversaciones, las risas y el apoyo sincero que hicieron más llevadero este proceso académico.

De igual manera, quiero expresar un agradecimiento especial a mi profesora directora de proyecto, quien con su guía, orientación y compromiso me acompañó durante todo este proceso académico. Su apoyo y sus observaciones fueron fundamentales para darle forma a este trabajo y para fortalecer mi formación profesional.

No puedo dejar de dedicar este esfuerzo igualmente a todas aquellas personas que, de una u otra manera, influyeron en mi camino: docentes, guías y personas que creyeron en mí incluso cuando yo mismo dudaba. A ustedes les agradezco la confianza, porque cada palabra de motivación me recordó que los límites solo existen en la mente y que siempre es posible alcanzar más de lo que creemos.

Finalmente, dedico este trabajo a mí mismo, porque este logro también es fruto de la constancia, la paciencia y el compromiso que puse en cada día de esfuerzo. A ese “yo” que alguna vez sintió miedo o duda, pero que aun así se levantó y siguió adelante con la convicción de que todo sacrificio tiene su recompensa.

2.5.2	ACI 228.2R-13: Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures	29
2.5.3	ASTM C39/C39M-24: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.....	29
3.	METODOLOGÍA	30
3.1	Participantes	30
3.1.1	Estudiante Practicante	30
3.1.2	Tutor empresarial (ingeniero residente de obra)	30
3.1.3	Equipo técnico de obra.....	31
3.1.4	Directora académica de la práctica	31
3.2	Instrumentos y Herramientas	31
3.3	Procedimientos.....	32
3.3.1	Reconocimiento inicial	32
3.3.2	Control de calidad del concreto:	33
3.3.3	Supervisión de instalaciones hidrosanitarias:	33
3.3.4	Supervisión de instalaciones hidrosanitarias:	34
4.	RESULTADOS.....	34
4.1	Ensayos de Muestras de Concreto	34
4.2	Formatos de Control y Seguimiento en Obra.	39
4.2.1	Plan de Aseguramiento de la Seguridad (PAS)	40
4.2.2	Formato de Avance Semanal	40
4.2.3	Estandarización y control de calidad en obra	42
4.3	Integración Académica y Práctica Profesional en Obra	44

CONCLUSIONES	45
APÉNDICES.....	48

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Cantidad de Muestras de Concreto según su Resistencia. Fuente: Autor</i>	35
Tabla 2 <i>Resistencias con su Resistencia de Diseño Alcanzado y su Edad. Fuente: Autor</i>	37

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Registro de control de resistencias de concreto en obra. Fuente: Autor</i>	36
Figura 2 <i>Resultado de Ensayo Ultrasonido del Elemento Estructural. Fuente: Portal de GeoLab</i>	38
Figura 3 <i>Resultado de Ensayo del Elemento Estructural. Fuente: Autor</i>	39
Figura 4 <i>PAS Semana entre el 1 al 6 de septiembre. Fuente: Autor</i>	40
Figura 5 <i>Formatos de Avance Semanal de Obra. Fuente: Autor</i>	41
Figura 6 <i>Avance Grafico de Prolongación de Redes. Fuente: Autor</i>	42
Figura 7 <i>Estándar de Accesorios hidráulico Agua Caliente por Piso. Fuente: Autor</i>	42
Figura 8 <i>Estándar de Accesorios Sanitario por Piso. Fuente: Autor</i>	43

Lista de Apéndices

Apéndice A 48

Apéndice B..... 48

Resumen

Título: Práctica empresarial en UrbaMares S.A.S. como auxiliar de ingeniería civil para la verificación de resistencias de concreto y supervisión de instalaciones hidrosanitarias en el proyecto Flora Club House, integrando conocimientos teóricos y desarrollando competencias en obra

Autor: David Santiago Cañizares Contreras

Palabras Clave: Concreto, postensado, instalaciones hidrosanitarias, control de calidad, NSR-10, NTC, RAS 2000.

Descripción: El presente documento expone el desarrollo de la práctica empresarial realizada en la empresa Urbamares S.A.S., en el marco del proyecto Flora Club House Torre 2 localizado en ciudad de Bucaramanga. La práctica se enfocó en dos frentes principales: el control de calidad del concreto en elementos estructurales y la supervisión de instalaciones hidrosanitarias, articulando la formación académica universitaria con la dinámica operativa de una obra de gran envergadura.

En relación con el concreto, se llevaron a cabo actividades de toma de muestras, ensayos a compresión en diferentes edades y análisis de resultados frente a lo establecido en planos estructurales, memorias de cálculo y normativa vigente (NSR-10, NTC 673 y NTC 550). Particularmente, se abordaron casos en los que la resistencia a los 28 días no alcanzó el 100 % de lo especificado, situación que exigió aplicar medidas complementarias como la utilización de testigos a 56 días y la implementación de ensayos no destructivos mediante ultrasonido, conforme a la ASTM C597 y la ACI 228.2R, logrando confirmar la viabilidad estructural de los elementos.

En cuanto a las instalaciones hidrosanitarias, se ejecutaron actividades de verificación en campo, auditorías técnicas y ajustes en diseño, aplicando criterios de la NTC 1500 y del RAS 2000. Asimismo, se estandarizaron pedidos de materiales por tipología de apartamento y se implementó el Plan de Actividades Semanales (PAS) como herramienta de trazabilidad y planificación, lo cual fortaleció la organización operativa y el control del proyecto. La experiencia permitió afianzar competencias profesionales en análisis normativo, toma de decisiones técnicas y documentación de procesos constructivos, consolidando la capacidad de integrar conocimientos teóricos con la práctica profesional.

Abstract

Title: Internship at Urbamares S.A.S. as a civil engineering assistant, verifying concrete strength and supervising plumbing installations in the Flora Club House project, integrating theoretical knowledge with practical on-site experience.

Author: David Santiago Cañizares Contreras

Key Words: Concrete, post-tensioning, plumbing installations, quality control, NSR-10, NTC, RAS 2000.

Description: This document describes the internship experience carried out at Urbamares S.A.S., within the context of the Flora Club House Tower 2 project located in the city of Bucaramanga. The internship focused on two main areas: quality control of concrete in structural elements and supervision of plumbing and sanitation systems, thus integrating academic knowledge from university studies with the operational dynamics of a large-scale construction project.

Regarding concrete, sampling, compression testing at different ages, and analysis of results were carried out against the provisions of structural plans, calculation reports, and current regulations (NSR-10, NTC 673, and NTC 550). Specifically, cases were addressed in which the 28-day strength did not reach 100% of the specified level. This situation required the application of complementary measures such as the use of 56-day core samples and the implementation of non-destructive ultrasound testing, in accordance with ASTM C597 and ACI 228.2R, confirming the structural viability of the elements.

Regarding plumbing installations, field verification activities, technical audits, and design adjustments were carried out, applying criteria from NTC 1500 and RAS 2000. Furthermore, material orders were standardized by apartment type, and the Weekly Activity Plan (PAS) was implemented as a traceability and planning tool, which strengthened the operational organization and control of the project.

The experience strengthened professional skills in regulatory analysis, technical decision-making, and documentation of construction processes, consolidating the ability to integrate theoretical knowledge with professional practice.

Auxiliary engineering Urbamares S.A.S – Flora Club House project

Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Civil Engineering.

Director: María Alejandra Oliveros Caicedo. M. Sc. Civil Engineering.

Tutor: Luis Gabriel Bordeth Martinez. Civil Engineer.

Declaración de apoyo tecnológico mediante inteligencia artificial

Durante el desarrollo del trabajo de grado se empleó la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT, desarrollada por OpenAI, como apoyo en el proceso de redacción, análisis técnico, estructuración del documento y proponer ideas complementarias para el proyecto. Su uso se destinó a optimizar la redacción y presentación de los apartados normativos y técnicos, garantizando una exposición más clara y estructurada.

Introducción

La construcción de infraestructura especialmente de vivienda de gran densidad es un reto tanto para la calidad como para la gestión del proyecto. El edificio en construcción Flora Club House llevado a cabo por UrbaMares S.A.S ubicado en la calle 66 #33-116, Bucaramanga, Santander, tiene una cantidad total de 35 pisos con 8 apartamentos en cada uno de estos diseñado con un enfoque en la eficiencia estructural, la comodidad y la sostenibilidad.

Debido a su envergadura, este proyecto demanda una coordinación técnica rigurosa entre los distintos frentes de obra, especialmente en lo que respecta al control de calidad del concreto y la correcta instalación de las redes hidrosanitarias, que son componentes esenciales para asegurar el rendimiento estructural y funcional del edificio.

Durante la práctica empresarial en Urbamares S.A.S., bajo la supervisión del Ingeniero Luis Gabriel Bordeth Martínez, quien fue tutor empresarial y residente de obra, se participó activamente en los procesos de control de calidad del concreto y en la supervisión de las instalaciones hidrosanitarias. En el área estructural, las actividades se centraron en la toma, etiquetado y envío de muestras de concreto al laboratorio, garantizando que se cumplieran los procedimientos establecidos en la NTC 550 y la NTC 673. Además, se realizó un seguimiento a los resultados de resistencia proporcionados por el laboratorio y se verificaron las acciones correctivas necesarias cuando las resistencias no cumplían con los valores especificados en los planos y memorias de cálculo.

En cuanto al frente hidrosanitario, las actividades se enfocaron en la supervisión de la instalación de redes, la verificación de pendientes, diámetros y uniones, y la revisión de la correcta disposición de accesorios y materiales conforme a las normas NTC 1500, RAS 2000 y los títulos J y K de la NSR-10. También se brindó apoyo durante la ejecución de pruebas de hermeticidad, asegurando que cada sistema cumpliera con los parámetros técnicos y constructivos exigidos por la normativa. Estas acciones

contribuyeron al fortalecimiento del control de calidad en campo y al cumplimiento del cronograma general del proyecto.

El propósito de este trabajo es documentar y analizar la experiencia adquirida durante el desarrollo de la práctica empresarial, resaltando la manera en que la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos en la Universidad Industrial de Santander se integró eficazmente a los procesos reales de construcción. Asimismo, se busca evidenciar cómo la práctica permitió afianzar competencias profesionales, fortalecer el criterio técnico y comprender con mayor profundidad la dinámica del trabajo en obra, especialmente en lo relacionado con el control de materiales y la supervisión de instalaciones.

De esta forma, la práctica empresarial realizada en Urbamares S.A.S. se consolidó como una oportunidad valiosa para articular la teoría universitaria con la práctica profesional, potenciando la formación integral del futuro ingeniero civil. Bajo la guía del Ingeniero Luis Gabriel Bordeth Martínez, fue posible desarrollar habilidades técnicas, analíticas y de gestión que contribuyeron directamente al avance del proyecto Flora Club House, al mismo tiempo que permitieron fortalecer la confianza, la autonomía y la capacidad de toma de decisiones en un entorno real de construcción.

1. Marco Conceptual

La ingeniería civil es una disciplina fundamental para el desarrollo y la sostenibilidad de las ciudades, ya que abarca el diseño, la planificación, la ejecución y el control de obras de infraestructura que garantizan la seguridad, funcionalidad y bienestar de la población. En este contexto, la calidad en los procesos constructivos se convierte en un factor decisivo para el éxito de un proyecto. Cada etapa, desde la preparación de materiales hasta la instalación de los sistemas técnicos, debe regirse por normas y

procedimientos que aseguren la durabilidad y el cumplimiento de los requisitos estructurales y funcionales.

1.1 Ingeniería civil y control de calidad en la construcción

El control de calidad en obras civiles se define como el conjunto de actividades destinadas a verificar que los materiales, procedimientos y resultados cumplan con las especificaciones técnicas y normativas establecidas. Este proceso no solo permite garantizar la seguridad estructural de las edificaciones, sino también optimizar los recursos, prevenir fallas y mejorar la eficiencia constructiva.

En proyectos de gran envergadura, como el Flora Club House, este control adquiere mayor relevancia debido a la magnitud de la estructura y a la interacción entre múltiples sistemas constructivos. Asegurar la calidad en elementos como el concreto y las redes hidrosanitarias implica coordinar procesos de muestreo, verificación y supervisión técnica constante.

1.2 Control de calidad del concreto estructural

El concreto es el material estructural más empleado en la construcción moderna, gracias a su resistencia, durabilidad y adaptabilidad. Sin embargo, sus propiedades dependen de factores como la dosificación, la manipulación, el curado y las condiciones ambientales durante su colocación.

El control de calidad del concreto incluye la toma y registro de muestras, el seguimiento de los resultados de resistencia a la compresión y la validación del cumplimiento de las especificaciones de diseño estructural. La NTC 550:2020 regula la toma y curado de muestras en obra, mientras que la NTC 673:2021 establece los procedimientos de ensayo en laboratorio. En este sentido, la práctica desarrollada en Urbamares S.A.S. incluyó la supervisión de la toma y envío de muestras de concreto al laboratorio, garantizando la correcta aplicación de estas normas y la trazabilidad de los resultados.

Adicionalmente, el análisis de los informes de laboratorio permitió verificar el cumplimiento de las resistencias de diseño y, en los casos donde fue necesario, apoyar la gestión de medidas complementarias de control. Este proceso constituye una parte esencial del aseguramiento de la calidad estructural y refleja la responsabilidad técnica del ingeniero civil en formación.

1.3 Supervisión de instalaciones hidrosanitarias

Las instalaciones hidrosanitarias son los sistemas encargados de la distribución del agua potable y la evacuación de aguas residuales dentro de una edificación. Su correcto diseño y ejecución son determinantes para la funcionalidad y la seguridad sanitaria de las viviendas.

La **NTC 1500:2023** establece los criterios para la instalación de redes hidráulicas y sanitarias, mientras que el **RAS 2000** complementa los lineamientos técnicos para el diseño, construcción y operación de estos sistemas. Por su parte, la **NSR-10**, en su **Título J**, exige la compatibilidad de las instalaciones con los elementos estructurales, evitando interferencias que comprometan la integridad de la edificación.

Durante la práctica en Urbamares S.A.S., las labores de supervisión se centraron en la verificación de pendientes, diámetros, uniones y disposición de accesorios, así como en la revisión de los planos constructivos y la ejecución de pruebas de hermeticidad. Estas actividades permitieron asegurar que las redes hidrosanitarias cumplieran con los criterios de diseño y las normas técnicas aplicables, fortaleciendo el control técnico y la calidad en obra.

1.3.1 NTC 1500:2023 – Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias

La Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023, emitida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), establece los requisitos técnicos y de diseño para la construcción,

instalación y mantenimiento de redes hidráulicas y sanitarias en edificaciones. Su objetivo principal es garantizar que los sistemas de suministro de agua potable y evacuación de aguas residuales sean seguros, funcionales, eficientes y duraderos, contribuyendo así a la salubridad y sostenibilidad de las construcciones.

Esta norma especifica los criterios mínimos para la selección de materiales, el dimensionamiento de tuberías, la presión y caudal de suministro, la pendiente mínima de desagües, la ventilación de los sistemas, la disposición de aparatos sanitarios y la realización de pruebas de hermeticidad. Además, establece los procedimientos de inspección, mantenimiento y control de calidad necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de las redes.

La NTC 1500 también exige que todas las instalaciones sean sometidas a pruebas de hermeticidad antes de su puesta en servicio, empleando agua o aire para comprobar la estanqueidad del sistema. Este proceso, que se aplicó en la obra, permitió detectar y corregir posibles fugas o filtraciones antes del recubrimiento de las tuberías, asegurando así la calidad y durabilidad del sistema hidrosanitario.

Asimismo, la norma promueve el uso de materiales compatibles con las condiciones del proyecto y con los requerimientos ambientales del país, recomendando productos como tuberías de PVC sanitario y CPVC hidráulico con juntas soldadas o roscadas, que ofrecen resistencia a la presión y a la corrosión, prolongando la vida útil del sistema.

1.4 Verificación técnica y trazabilidad en obra.

La verificación técnica en obra es el proceso mediante el cual se inspecciona y documenta la correcta ejecución de los trabajos, asegurando que cada actividad cumpla con las especificaciones de planos, memorias de cálculo y normativas (ICONTEC, 2018). En la práctica, esta labor implica la elaboración de

informes, registros fotográficos, controles de avance y la comunicación constante con el equipo técnico y el residente de obra.

En el proyecto Flora Club House, la verificación técnica se apoyó en herramientas como el Plan de Actividades Semanales (PAS), los reportes de avance y los formatos de control de materiales, que permitieron mantener la trazabilidad de los procesos y garantizar la coherencia entre la planificación y la ejecución. Estas herramientas también facilitaron la toma de decisiones en tiempo real y fortalecieron la gestión de la calidad dentro del proyecto.

1.5 Importancia del control y la supervisión en la formación profesional

El desarrollo de la práctica empresarial permitió integrar la teoría con la realidad del entorno constructivo, evidenciando la importancia del control técnico como un componente esencial del ejercicio profesional. La experiencia adquirida en la supervisión de redes hidrosanitarias y el control de calidad del concreto contribuyó al fortalecimiento de competencias en interpretación normativa, toma de decisiones, documentación técnica y trabajo en equipo.

De esta forma, el marco conceptual que sustentó esta práctica se enmarca en la aplicación directa de los principios de la ingeniería civil a los procesos de control y aseguramiento de la calidad en obra. La participación bajo la orientación del Ingeniero Luis Gabriel Bordeth Martínez permitió comprender con mayor profundidad la responsabilidad técnica que implica garantizar la calidad y seguridad de una estructura, reafirmando el papel del ingeniero civil como garante del cumplimiento normativo y la excelencia constructiva.

1.6 Objetivo General

Desarrollar competencias prácticas integrando conocimientos teóricos en la verificación de resistencias de concreto y supervisión de instalaciones hidrosanitarias.

1.7 Objetivos Específicos

- Interpretar los resultados de resistencia del concreto para definir la viabilidad del postensado en elementos estructurales, conforme a normativas y literatura especializada.
- Documentar memorias e informes técnicos que respalden la planificación y ejecución de las instalaciones hidrosanitarias, de acuerdo con planos de obra y las alturas definidas en las fichas técnicas, integrando criterios normativos y constructivos vigentes.
- Determinar conocimientos académicos clave para realizar una adecuada aplicación normativa en el proyecto.

2. Marco Normativo

2.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10

La Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 es el principal reglamento técnico que establece los requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión de edificaciones en el país, con el fin de garantizar su seguridad estructural y funcional frente a eventos sísmicos y otras cargas. Esta norma busca asegurar que las construcciones mantengan un adecuado desempeño estructural, así como la integridad de sus sistemas complementarios, protegiendo la vida de los ocupantes y la inversión en infraestructura. Dentro de sus títulos y capítulos más relevantes para este trabajo son los relacionados con el concreto estructural y las instalaciones técnicas.

2.1.1 Capítulo C.4 Requisitos de Durabilidad

El Capítulo C.4 de la NSR-10 establece los criterios necesarios para garantizar la durabilidad del concreto estructural frente a las condiciones ambientales y químicas a las que pueda estar expuesto durante la vida útil de la edificación. La norma enfatiza que el concreto no solo debe cumplir con los requisitos de resistencia estructural, sino también con aquellos que

aseguren su integridad y protección frente a la corrosión del acero de refuerzo y la degradación por agentes externos.

El Artículo C.4.1 introduce las disposiciones generales sobre durabilidad. Señala que, al diseñar una mezcla de concreto, deben considerarse los factores ambientales y de exposición que puedan afectar la estructura, tales como la humedad, los ciclos térmicos, la presencia de sales o sustancias químicas agresivas. Establece que la resistencia a la compresión especificada ($f'c$) utilizada en el diseño debe ser el valor más alto entre el requerido por razones estructurales y el necesario por condiciones de durabilidad. Además, define límites máximos de la relación agua/material cementante (a/mc), pues un exceso de agua aumenta la porosidad del concreto y reduce su resistencia frente a la penetración de agentes agresivos.

El Artículo C.4.2 clasifica las estructuras en categorías y clases de exposición, dependiendo del ambiente en el cual se encuentren. Estas categorías incluyen, entre otras, exposición al suelo, a la intemperie, a ciclos de congelamiento y deshielo, o a soluciones con sulfatos. Cada clase de exposición exige distintas condiciones de diseño, tales como valores máximos de a/mc , tipos de cemento, recubrimiento del acero y contenido mínimo de aire incorporado. Esta clasificación permite seleccionar las propiedades del concreto que mejor se adapten a las condiciones específicas del entorno.

En el Artículo C.4.3, la norma establece los requisitos específicos para el concreto según la clase de exposición. Aquí se determinan los valores mínimos de resistencia a compresión, los límites máximos de relación a/mc y las condiciones de uso de aditivos o adiciones minerales. Por ejemplo, en ambientes agresivos se exige el uso de cementos con resistencia a sulfatos o la incorporación de materiales puzolánicos que reduzcan la permeabilidad del concreto. Estos parámetros garantizan que la

mezcla sea adecuada para resistir la acción del medio sin perder su desempeño estructural.

El Artículo C.4.4 aborda los requisitos especiales para estructuras sometidas a ciclos de congelamiento y deshielo, un fenómeno que puede generar fisuras internas por expansión del agua congelada. Para estos casos, la norma requiere la utilización de concreto con aire incorporado, estableciendo porcentajes mínimos de contenido de aire según el tamaño máximo del agregado y la severidad del ambiente (clases F1, F2 y F3). Además, limita el uso de ciertas adiciones, como cenizas volantes o humos de sílice, en mezclas sometidas a esas condiciones extremas, ya que podrían afectar la estabilidad del sistema de poros del concreto.

Finalmente, los artículos C.4.5 en adelante tratan sobre situaciones particulares de exposición, como la acción de agentes químicos (sulfatos, ácidos o aguas residuales), la protección adicional en ambientes industriales o costeros, y las consideraciones para concretos livianos o de alta densidad. En general, se exige la selección cuidadosa de los materiales, el control del contenido de cloruros y el uso de cementos especiales o recubrimientos adecuados para evitar la corrosión del acero de refuerzo.

En conjunto, el Capítulo C.4 busca que el diseño del concreto estructural incorpore criterios de durabilidad y vida útil, de modo que las edificaciones mantengan su funcionalidad, seguridad y desempeño a largo plazo sin requerir mantenimientos excesivos ni reparaciones prematuras.

2.1.2 C.5 – Requisitos de resistencia, control y aceptación del concreto estructural

El Capítulo C.5 de la NSR-10 regula todos los aspectos relacionados con la calidad del concreto, desde la dosificación y el

mezclado hasta el transporte, colocación y control de resistencia mediante ensayos. Su objetivo es garantizar que el concreto colocado en la estructura cumpla las propiedades mecánicas y de durabilidad previstas en el diseño.

El Artículo C.5.1 establece las disposiciones generales sobre calidad. Indica que el concreto debe ser diseñado para alcanzar una resistencia promedio (f_{cr}) mayor que la resistencia especificada ($f_{c'}$), con el fin de que la probabilidad de obtener resultados inferiores sea mínima. La norma adopta un enfoque estadístico basado en el control de variabilidad, de manera que la mezcla cumpla con los requisitos tanto de resistencia como de durabilidad del Capítulo C.4. Además, señala que el concreto reforzado con fibras de acero debe cumplir con la norma NTC 5541 (ASTM C1116), y que las pruebas de aceptación deben realizarse sobre cilindros moldeados y curados conforme a los procedimientos estandarizados.

El Artículo C.5.2 regula la dosificación del concreto, definiendo las proporciones adecuadas de cemento, agua, agregados y aditivos para alcanzar la resistencia y trabajabilidad deseadas. La norma exige que la mezcla proporcione una adecuada consistencia, que sea durable frente al ambiente de exposición y que cumpla con los valores de resistencia de diseño. Se permite la utilización de experiencia previa en obras similares o la elaboración de mezclas de prueba para verificar el comportamiento del concreto antes de su producción masiva.

El Artículo C.5.3 se refiere a la dosificación basada en experiencia o mezclas de prueba, que es el método preferido por la NSR-10. Este procedimiento requiere contar con registros históricos de resistencia del concreto o realizar mezclas piloto para determinar la desviación estándar del proceso. Con base en esta información se calcula

la resistencia promedio requerida (f_{cr}), de manera que las variaciones naturales en los ensayos no comprometan el cumplimiento del valor especificado. Este enfoque permite ajustar la mezcla según los materiales locales y las condiciones específicas de la obra, optimizando el desempeño y la economía del concreto.

En el Artículo C.5.4, se establece una alternativa de dosificación cuando no existe experiencia previa. En estos casos, la norma requiere que la resistencia promedio sea superior a la especificada en al menos 8,3 MPa, como margen de seguridad adicional. Sin embargo, este método no se recomienda cuando $f_{c'}$ supera los 35 MPa, debido a la mayor sensibilidad del concreto de alta resistencia frente a variaciones en la mezcla o en las condiciones de curado.

El Artículo C.5.5 permite la reducción gradual de la resistencia promedio requerida conforme avanza la obra, siempre que se cuente con un número suficiente de resultados de ensayos que demuestren la estabilidad del proceso. Es decir, a medida que se confirma que el concreto cumple consistentemente con las exigencias, se puede disminuir la diferencia entre f_{cr} , optimizando así el consumo de cemento y los costos de producción.

Por último, el Artículo C.5.6 detalla los procedimientos de muestreo, ensayo y aceptación del concreto. Establece la frecuencia mínima de ensayos, que debe ser al menos una muestra por cada 40 m³ de concreto o por cada 200 m² de losas o muros colocados en un mismo día. Cada muestra debe constar de dos cilindros moldeados y ensayados a los 28 días de edad, salvo que se indique una edad diferente. El concreto se considera aceptable si el promedio de los ensayos cumple o supera la resistencia especificada, y si ningún resultado individual está por debajo de un valor límite definido por la norma. Además, se detallan las

condiciones para el transporte, colocación, compactación y curado del concreto, las cuales deben realizarse de manera que se evite la segregación, la pérdida de humedad y las fisuras por contracción.

En síntesis, el Capítulo C.5 garantiza que el concreto utilizado en obra posea la calidad, resistencia y uniformidad necesarias para satisfacer las exigencias del diseño estructural y de durabilidad. Su cumplimiento asegura que el material final, después de mezclado y colocado, mantenga un comportamiento confiable y acorde con los objetivos de seguridad establecidos en la NSR-10.

2.2 NTC 673:2021 – Concretos. Método de ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

La Norma Técnica Colombiana NTC 673:2021 define el método estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto —ya sean cilindros moldeados en obra o núcleos extraídos del concreto endurecido— bajo condiciones controladas de ensayo. Esta norma es una adopción modificada de la norma ASTM C39/C39M-21, ajustada al contexto colombiano para garantizar precisión, confiabilidad y equivalencia técnica entre laboratorios. El ámbito de aplicación de la NTC 673 se limita a concretos con densidad mayor que 800 kg/m^3 , y sus disposiciones abarcan desde la preparación y curado de los especímenes hasta la carga axial aplicada hasta la falla, incluyendo criterios de corrección, equipos, procedimientos de medición y tolerancias permitidas. En el contexto del control de calidad estructural, esta norma es imprescindible para validar que el concreto empleado en obra cumple con las exigencias de diseño en términos de resistencia estructural.

2.3 Norma Técnica Colombiana NTC 550:2020

La Norma Técnica Colombiana NTC 550:2020, emitida por el ICONTEC, establece los procedimientos y requisitos para la elaboración, manejo, curado y

transporte de especímenes de concretos moldeados en el sitio de trabajo con el propósito de determinar sus propiedades mediante ensayos de laboratorio, especialmente la resistencia a la compresión.

La norma específica que se deben emplear moldes cilíndricos o cúbicos de materiales no absorbentes y rígidos, generalmente metálicos o plásticos. Se deben utilizar varillas de compactación, mesas vibratoras o vibradores internos para garantizar una adecuada consolidación del concreto dentro del molde. Asimismo, los moldes deben ser limpiados, lubricados y colocados sobre una superficie firme y nivelada antes del llenado.

La elaboración de las muestras es el proceso más crítico, pues de él depende la representatividad del concreto que se enviará al laboratorio.

Según la NTC 550:2020, el procedimiento general es el siguiente:

Toma de la muestra de concreto fresco:

La muestra debe ser obtenida de la mezcla recién producida, siguiendo las indicaciones de la NTC 396, asegurando que represente fielmente el concreto colocado en la estructura.

Preparación del molde:

Se debe verificar que el molde esté limpio, seco, engrasado y debidamente identificado con la información necesaria (fecha, lugar, elemento estructural, número de muestra, y responsable).

Llenado del molde:

El molde se llena en dos o tres capas de volumen aproximadamente igual. Cada capa se compacta adecuadamente: si se usa varilla de acero (aproximadamente 16 mm de diámetro y 600 mm de largo con punta redondeada), se deben aplicar de 25 golpes por capa en cilindros de 150x300 mm. Cuando se use vibrador, se deben

aplicar entre 5 y 15 segundos de vibración, evitando la segregación o pérdida de material. Es fundamental no añadir agua ni modificar la mezcla.

Nivelación y acabado:

Tras el llenado, la superficie del espécimen se enrasa cuidadosamente con una espátula o llana, eliminando el exceso de concreto para obtener una superficie lisa y nivelada.

Identificación de la muestra:

Cada espécimen debe ser marcado o rotulado de manera permanente, indicando todos los datos relevantes que permitan su trazabilidad.

La NTC 550:2020 establece los procedimientos para el curado y manejo de especímenes de concreto, asegurando que las muestras representen fielmente el material utilizado en obra. Durante el curado inicial, los especímenes deben mantenerse en el sitio de trabajo durante 24 ± 8 horas, protegidos de vibraciones, pérdida de humedad y cambios bruscos de temperatura, con el fin de garantizar una adecuada hidratación del cemento.

Posteriormente, se realiza el transporte al laboratorio, proceso que debe efectuarse con precaución dentro de las 24 horas siguientes al desmoldeo. Las muestras deben trasladarse en posición vertical, protegidas de impactos y conservando una temperatura entre 20 ± 5 °C, para evitar alteraciones en su estructura y asegurar la continuidad del proceso de fraguado.

En el laboratorio, los especímenes son sometidos al curado final, que consiste en su inmersión en tanques de agua saturada con hidróxido de calcio a 23 ± 2 °C, lo que permite un desarrollo uniforme de la resistencia y la evaluación confiable de sus propiedades mecánicas a los 7, 14 o 28 días de ensayo.

Finalmente, la norma enfatiza la importancia de evitar el manejo brusco de los cilindros y de mantener un registro completo de trazabilidad, incluyendo fecha de vaciado, número de lote y resistencia de diseño, para garantizar resultados representativos y confiables en los ensayos (ICONTEC, 2020). El cumplimiento estricto de estos lineamientos asegura que las pruebas reflejen con precisión la calidad del concreto empleado, contribuyendo al control de calidad y a la durabilidad de las estructuras de ingeniería civil.

2.4 Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023

La Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023, emitida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, establece los requisitos mínimos para el diseño, instalación, modificación, reparación, mantenimiento y operación de las instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones. Su propósito principal es garantizar que estos sistemas se construyan bajo condiciones seguras, higiénicas y eficientes, asegurando el suministro adecuado de agua potable y la evacuación efectiva de aguas residuales y pluviales. De esta forma, la norma busca proteger la salud pública y la integridad estructural de las construcciones en todo el territorio nacional.

La NTC 1500:2023 aplica a edificaciones de uso residencial, comercial, institucional e industrial, siendo de cumplimiento obligatorio para todos los proyectos que incluyan redes hidrosanitarias. Esta norma adapta los lineamientos del International Plumbing Code (IPC) 2021 del International Code Council (ICC), ajustándolos a las condiciones técnicas y normativas propias de Colombia. Su adopción garantiza que las instalaciones cumplan con estándares internacionales de seguridad, desempeño y sostenibilidad, incorporando especificaciones locales en cuanto a materiales, presiones, caudales, temperaturas y calidad del agua. (Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023)

En cuanto al suministro y distribución de agua, la NTC 1500:2023 establece que los sistemas deben diseñarse para proporcionar un abastecimiento continuo,

seguro y confiable, teniendo en cuenta la demanda de la edificación y la prevención de contraflujos que puedan generar contaminación. Los materiales empleados en tuberías, válvulas y accesorios deben ser impermeables, resistentes a la corrosión y certificados por entidades competentes. Además, el diseño debe incluir dispositivos de control de presión y mecanismos de protección contra contaminación cruzada que aseguren un funcionamiento eficiente y sin fugas.

Respecto a los sistemas de desagüe y ventilación, la NTC 1500:2023 determina los parámetros técnicos para la evacuación de aguas residuales, aguas lluvias y ventilación sanitaria. Dichos parámetros buscan evitar obstrucciones, retornos o emisiones de gases dentro de las edificaciones, garantizando así un funcionamiento adecuado y seguro. La norma fija los diámetros mínimos, las pendientes y los materiales de instalación, así como la correcta disposición de sifones, ventilaciones y sumideros. Además, exige la instalación de trampas hidráulicas que impidan el paso de gases y olores desde la red sanitaria hacia el interior de las edificaciones.

También establece los requisitos para la instalación de aparatos y accesorios hidrosanitarios, como inodoros, lavamanos, duchas, lavaderos, orinales, tanques de almacenamiento y sistemas de agua caliente. Cada uno de estos dispositivos debe cumplir con las especificaciones de caudal máximo, presión y volumen de descarga, promoviendo el uso racional y sostenible del recurso hídrico. Asimismo, la norma define los criterios para la ubicación, conexión y soporte de los equipos, garantizando instalaciones seguras, accesibles y de fácil mantenimiento.

En cuanto a las pruebas e inspecciones, la NTC 1500:2023 indica que todas las redes hidráulicas y sanitarias deben someterse a pruebas de estanqueidad, presurización y funcionamiento antes de su puesta en servicio. Estas pruebas permiten identificar fugas, pérdidas de presión o defectos en las conexiones, garantizando la integridad del sistema. Además, la norma dispone que el mantenimiento posterior debe realizarse de acuerdo con las condiciones del diseño original, conservando los

dispositivos de seguridad y asegurando un desempeño adecuado durante toda la vida útil de la instalación.

De manera general, la NTC 1500:2023 enfatiza que las instalaciones hidráulicas y sanitarias deben mantenerse en condiciones seguras, funcionales y sanitarias. Su correcta aplicación garantiza la eficiencia de los sistemas, protege el medio ambiente y promueve la sostenibilidad de las edificaciones. Por esta razón, esta norma constituye un elemento esencial dentro del marco normativo colombiano en materia de construcción, siendo fundamental para asegurar la calidad, durabilidad y confiabilidad de las obras civiles, en especial aquellas relacionadas con infraestructura hidráulica y sanitaria.

2.5 Normas y estándares internacionales

2.5.1 ASTM C597-22: Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete

La norma ASTM C597-22 (2022) establece un método de ensayo no destructivo mediante ultrasonido de pulso para evaluar la calidad del concreto. En este ensayo se mide la velocidad de propagación de ondas ultrasónicas longitudinales a través del elemento de hormigón, una variable que se relaciona con sus propiedades elásticas (módulo de elasticidad dinámico) y su densidad. La norma indica que este ensayo es aplicable para evaluar la uniformidad y calidad relativa del concreto, además de detectar vacíos o grietas internas y verificar la efectividad de reparaciones en fisuras. También se puede emplear para estimar cambios en las propiedades del concreto o el grado de deterioro en estructuras existentes. En la práctica, C597-22 se utiliza para obtener indicios de la resistencia real de elementos estructurales en obra sin dañarlos, complementando así los ensayos destructivos tradicionales. (ASTM C597-22 2022)

2.5.2 ACI 228.2R-13: Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures

El informe ACI 228.2R-13 (2013) del American Concrete Institute recopila y describe detalladamente diversos métodos de ensayo no destructivo (NDT) aplicables a estructuras de concreto. En este documento se incluyen técnicas como inspección visual, métodos de ondas de tensión (por ejemplo, ultrasonidos o martillo de rebote), ensayos nucleares (radiometría para medir densidad o humedad), medición de propiedades de transporte de fluidos (permeabilidad, resistividad eléctrica, penetrabilidad de cloruros), métodos eléctricos y magnéticos (detectores de armadura, corrientes inducidas), termografía infrarroja y radar de penetración terrestre. Cada técnica se explica con su principio de funcionamiento, los equipos típicos empleados, los procedimientos de ensayo y sus ventajas e inconvenientes. El informe destaca estas herramientas como complementarias al control de calidad convencional y concluye con recomendaciones para planificar programas integrales de ensayo NDT en estructuras, brindando orientación general a los profesionales encargados de evaluar la condición del concreto.

2.5.3 ASTM C39/C39M-24: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

La norma ASTM C39/C39M-24 (2024) es la referencia internacional para determinar la resistencia a la compresión del concreto usando probetas cilíndricas. Cubre especímenes moldeados (cilindros fabricados en laboratorio) o núcleos perforados de hormigón en obra, siguiendo criterios precisos de curado y acondicionamiento. Los resultados de este ensayo se emplean rutinariamente como base para el control de calidad del concreto, la verificación del cumplimiento de especificaciones de diseño y la evaluación de la efectividad de aditivos y mezclas en la resistencia final del concreto. Por su importancia, ASTM C39/C39M-24 equivale a la NTC 673 colombiana para el ensayo de

compresión de concreto y sirve de guía obligatoria en los laboratorios de control de calidad de obras.

3. Metodología

La metodología empleada para el desarrollo de la práctica empresarial en Urbamares S.A.S., dentro del proyecto Flora Club House, se orientó al fortalecimiento de las competencias técnicas y profesionales del estudiante, integrando conocimientos teóricos y prácticos en los procesos de verificación de resistencias del concreto y supervisión de instalaciones hidrosanitarias.

El enfoque metodológico fue aplicado, observacional y técnico-normativo, sustentado en la implementación de las Normas Técnicas Colombianas (NTC 550, NTC 673 y NTC 1500), el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000). Estas normativas guiaron los procedimientos de control de calidad, la interpretación de resultados y la ejecución de actividades en campo, garantizando la conformidad con los estándares exigidos por la empresa y la legislación vigente.

3.1 Participantes

3.1.1 Estudiante Practicante

Encargado de apoyar los procesos de control de calidad del concreto, el seguimiento de redes hidrosanitarias y de aire acondicionado, la elaboración de cortes de obra y la verificación de la aplicación de normas técnicas. También tuvo la responsabilidad de coordinar la toma de muestras y el envío de especímenes al laboratorio externo contratado para los ensayos de resistencia, así como de analizar los resultados obtenidos.

3.1.2 Tutor empresarial (ingeniero residente de obra)

Ingeniero residente de Urbamares S.A.S., responsable de la supervisión técnica y de garantizar que las actividades del practicante se ejecutaran conforme a las normas y políticas de la empresa. Orientó las

labores de campo y apoyó la toma de decisiones frente a los resultados de laboratorio y las situaciones constructivas presentadas.

3.1.3 Equipo técnico de obra

Integrado por ingenieros, maestros y oficiales encargados de la ejecución directa de las actividades constructivas. Su participación fue esencial en la programación de vaciados de concreto, disposición de formaletas, curado de elementos y levantamiento de información en campo.

3.1.4 Directora académica de la práctica

Profesional designada por la Universidad Industrial de Santander (UIS), encargada de orientar la práctica en su componente académico, garantizando la pertinencia del proceso formativo y el cumplimiento de los objetivos establecidos. Supervisó la aplicación metodológica, la coherencia técnica de los procedimientos y la calidad de los informes parciales y finales.

3.2 Instrumentos y Herramientas

Para el desarrollo de las actividades se emplearon instrumentos técnicos y normativos que facilitaron la recolección, verificación y análisis de la información obtenida en campo y laboratorio:

- **Instrumentos de campo:** Incluyeron flexómetros, niveles, manómetros y equipos de medición empleados para verificar dimensiones, pendientes, presiones y distancias en las redes hidrosanitarias. Estos instrumentos permitieron constatar la correcta ejecución de las instalaciones de acuerdo con los planos constructivos y las fichas técnicas correspondientes.
- **Resultados de Laboratorio de resistencias de concreto:** Se utilizaron registros suministrados por un laboratorio externo certificado,

encargado de realizar los ensayos de compresión de probetas conforme a la **NTC 550** y la **NTC 673**. En un caso particular, ante una muestra que no alcanzó la resistencia especificada, se contrató un ensayo ultrasónico bajo el estándar **ASTM C597-22**, con el fin de verificar la homogeneidad y calidad interna del concreto. Los resultados fueron analizados por el practicante y revisados por el tutor empresarial para determinar la aceptación del lote.

- **Herramientas normativas y documentales:** Comprendieron reglamentos y normas técnicas aplicables (**NSR-10, NTC 550, NTC 673, NTC 1500 y RAS 2000**), así como planos estructurales e hidrosanitarios, memorias de cálculo, fichas técnicas y bitácoras de obra. Estos documentos fueron fundamentales para verificar la conformidad normativa de los procesos y la correspondencia entre diseño y ejecución.
- **Plan de Actividades Semanales – PAS:** Herramienta de seguimiento utilizada para programar y documentar las actividades, registrar avances, identificar restricciones y controlar el cumplimiento de los compromisos técnicos y administrativos del proyecto.

3.3 Procedimientos

El desarrollo metodológico de la práctica se estructuró en tres fases, diseñadas para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

3.3.1 Reconocimiento inicial

Durante esta fase se efectuó un recorrido general por el proyecto **Flora Club House** con el propósito de identificar los frentes de trabajo activos (estructurales e hidrosanitarios), las zonas de vaciado de concreto y los puntos críticos de instalación. Se revisaron los planos de diseño, las memorias de cálculo y la programación de actividades, con el fin de

contextualizar el proceso constructivo y su relación con los requerimientos normativos.

Esta etapa permitió consolidar una comprensión integral del proyecto, proporcionando la base para la aplicación técnica de los conocimientos adquiridos y para el cumplimiento del objetivo general de integrar teoría y práctica.

3.3.2 Control de calidad del concreto:

En esta fase se desarrollaron las actividades relacionadas con el muestreo, control y análisis de resistencias del concreto, fundamentales para la verificación estructural del proyecto:

- Supervisión de la toma de muestras de concreto fresco de acuerdo con la NTC 550, verificando temperatura, asentamiento y uniformidad del material
- Elaboración y marcado de probetas cilíndricas para ensayos a 7, 14, 28 y 56 días, conforme a la NTC 673 y ASTM C39.
- Recepción e interpretación de resultados de laboratorio, contrastándolos con los valores de diseño indicados en planos y memorias estructurales.
- En casos donde la resistencia no cumplía con lo especificado, se gestionó un ensayo ultrasónico (ASTM C597-22) para determinar la integridad del concreto y decidir sobre su aceptación o reforzamiento.

3.3.3 Supervisión de instalaciones hidrosanitarias:

Se verificó la instalación de redes de agua potable, desagüe y ventilación sanitaria, contrastando su ejecución con los planos aprobados y las exigencias del RAS 2000. Las actividades incluyeron:

- Control de pendientes y diámetros en tuberías principales y secundarias.
- Supervisión del montaje de accesorios, uniones y elementos de cierre.
- Pruebas de hermeticidad y presión en redes internas.
- Elaboración de informes técnicos y memorias documentales de avance, conforme a los parámetros establecidos por la empresa y los lineamientos de calidad.

Esta fase cumple con el segundo objetivo específico, al documentar y verificar la correcta ejecución de las instalaciones, asegurando que cumplieran con los criterios constructivos y normativos vigentes.

3.3.4 Supervisión de instalaciones hidrosanitarias:

Finalmente, se implementó el Plan de Actividades Semanales (PAS) como herramienta de seguimiento continuo para registrar avances, restricciones y acciones correctivas. Además, se realizaron reuniones periódicas con el tutor empresarial y el equipo técnico de obra para validar decisiones, coordinar procesos y garantizar la coherencia entre planificación y ejecución.

Esta fase permitió reforzar la aplicación de conocimientos académicos y la toma de decisiones técnicas fundamentadas, cumpliendo con el tercer objetivo específico del proyecto.

4. Resultados

4.1 Ensayos de Muestras de Concreto

Durante el desarrollo de la práctica se llevó a cabo la toma y supervisión de muestras de concreto para ensayos de resistencia a la compresión, abarcando

concretos de 4000 psi a 7000 psi. Estas resistencias correspondieron a diferentes elementos estructurales presentes en la obra, tales como columnas, pantallas, vigas y losas de entrepiso, con el fin de garantizar que cada uno cumpliera con los parámetros especificados. A continuación, en la Tabla 1 se presenta el consolidado de la cantidad de muestras recolectadas y ensayadas hasta el momento, clasificadas según el tipo de elemento estructural y la resistencia requerida conforme a lo estipulado en el capítulo C.5 de la NSR-10.

Tabla

1

Cantidad de Muestras de Concreto según su Resistencia. Fuente: Autor

RESISTENCIA	CANTIDAD
4000	25
5000	52
6000	60
7000	3
TOTAL	140

Durante el desarrollo de la práctica se llevó a cabo la toma y supervisión de muestras de concreto para ensayos de resistencia a la compresión, abarcando concretos de 4000 psi a 7000 psi. Estas resistencias correspondieron a diferentes elementos estructurales presentes en la obra, tales como columnas, pantallas, vigas y losas de entrepiso, con el fin de garantizar que cada uno cumpliera con los parámetros especificados. A continuación, en la Tabla 1 se presenta el consolidado de la cantidad de muestras recolectadas y ensayadas hasta el momento, clasificadas según el tipo de elemento estructural y la resistencia requerida conforme a lo estipulado en el capítulo C.5 de la NSR-10.

Posterior a la toma de muestras de concreto fresco en obra, los especímenes fueron enviados a un laboratorio externo certificado para la realización de los ensayos de resistencia a la compresión, conforme a los procedimientos establecidos por la NTC 673. Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, estos se registraban y

organizaban en una hoja de cálculo digital en Google Drive, específicamente en el formato de control de concretos del proyecto Flora Club House. Este documento permitía mantener la trazabilidad de cada muestra, asociando su ubicación, fecha de vaciado y resistencia alcanzada, lo que facilitaba el seguimiento y la identificación oportuna de posibles incumplimientos de resistencia. En caso de detectar valores inferiores a los especificados, el registro servía como base para coordinar acciones correctivas y definir, junto con el equipo técnico, las medidas de verificación o refuerzo necesarias.

Figura 1

Registro de control de resistencias de concreto en obra. Fuente: Autor

Muestra No.	ELEMENTO FUNDIDO		TOMA DE CILINDROS			RESISTENCIA ESPERADA (Psi)	Fecha del Ensayo					Resistencia					56 Prom 28	Observaciones					
	Elemento	Ubicación y Nivel	No. Cilindros	Fecha de Toma	Asentam (Stump)		3	7	14	28	56	51%	3 Día	69%	7 Día	83%			14 Dias	100%	28 Dias	%	
976	MUESTRA 476	PANTALLA TORRE 2 FOSO ESCALERA EJE 9 PISO 7	8	15-mar	X	6000	28	18-mar	22-mar	29-mar	12-abr	10-may	55%	3299	67%	3991	82%	4.918	89%	5.183	111%	6.638	OK, ENSAYADO A LOS 56 DIAS
977													50%	3322	69%	4164	74%	4.468	85%	5.170	107%	6.424	
978	MUESTRA 477	COLUMNAS TORRE 2 COLUMNAS EJE 10 PISO 7	8	17-mar	X	6000	28	20-mar	24-mar	31-mar	14-abr	12-may	63%	3790	79%	4754	94%	5.830	100%	5.999			OK
979													67%	3991	81%	4838	95%	5.688	101%	6.041			
980	MUESTRA 478	ENTREPISOS NODOS SOTANO 1 TORRE 2 EJE (10-11)	8	18-mar	X	7000	28	21-mar	25-mar	1-abr	15-abr	13-may	51%	3581	70%	5321	91%	6.371	100%	7.018			OK
981													43%	3007	81%	5641	96%	6.717	102%	7.124			
982	MUESTRA 479	ENTREPISOS TORRE 2 PLACA SOTANO 1 EJES (10-11)	8	18-mar	X	4000	28	21-mar	25-mar	1-abr	15-abr	13-may	77%	3081	95%	3796	159%	6.371	118%	4.711			OK
983													60%	3197	90%	3608	109%	6.717	123%	4.917			
984	MUESTRA 480	COLUMNAS TORRE 2 COLUMNAS Y PANTALLAS PISO 8 EJES (1-3) Y (C-D)	8	18-mar	X	6000	28	21-mar	25-mar	1-abr	15-abr	13-may	64%	3811	80%	4809	67%	4.934	105%	6.315			OK
985													53%	3159	83%	4985	69%	4.133	103%	6.196			
986	MUESTRA 481	PANTALLAS TORRE 2 PANTALLA (A-B) EJE 1 AL 3) COLUMNAS 4C Y 4D	8	19-mar	X	6000	28	22-mar	26-mar	2-abr	16-abr	14-may	55%	3278	78%	4662	91%	5.468	100%	6.021	198%	6.452	OK, ENSAYADO A LOS 56 DIAS

Hasta la fecha se han realizado 140 ensayos de compresión, aunque el total de especímenes preparados fue de 280, puesto que conforme a prácticas estándar de control de calidad se enviaban dos probetas por muestra para cada edad de ensayo, con el propósito de obtener un valor promedio representativo.

A continuación, se presenta una tabla la cual su distribución total muestra los 280 especímenes de concreto ensayados en distintos intervalos de tiempo (3, 7, 14, 28

y 56 días), conforme a los procedimientos de control de calidad establecidos en la obra. Cada intervalo representa una etapa de evaluación de la ganancia progresiva de resistencia del material, permitiendo comparar los resultados obtenidos con la resistencia esperada a 28 días, valor de referencia en los diseños estructurales.

Como se observa, la mayor proporción de ensayos se concentra en los 14 días (41 % del total), seguida de los 7 días (28 %), lo que evidencia un control intermedio frecuente para verificar el comportamiento del concreto antes del plazo estándar. Los ensayos a los 28 y 56 días complementan el proceso de validación final de la resistencia, garantizando la conformidad del material con las especificaciones del proyecto y las normas técnicas aplicables, como la NTC 673.

Tabla 2

Resistencias con su Resistencia de Diseño Alcanzado y su Edad. Fuente: Autor

EDAD AL 100% DE RESISTENCIA	CANTIDAD DE MUESTRAS	%PORCENTAJE
3 DIAS	22	8%
7 DIAS	77	28%
14 DIAS	116	41%
28 DIAS	48	17%
56 DIAS	17	6%
TOTAL	280	100%

Es importante señalar que dentro del conjunto de muestras evaluadas se presentó un caso particular correspondiente a la pantalla 9D del piso 10, la cual no alcanzó el 100% de la resistencia de diseño incluso a los 56 días de ensayo. Ante esta situación, y con el propósito de verificar la calidad del concreto en sitio, se ejecutó un sondeo de ultrasonido estructural directamente sobre el elemento, de acuerdo con la

norma ACI 228.2R – Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures.

El sondeo por ultrasonido estructural es un método no destructivo que permite evaluar la calidad y homogeneidad del concreto mediante la medición de la velocidad de propagación de ondas ultrasónicas a través del material. Este procedimiento facilita la detección de posibles defectos internos, como fisuras, vacíos o zonas con baja densidad, sin necesidad de extraer muestras o dañar los elementos estructurales. En este caso, se contrató a la empresa GEOLAB, encargada habitualmente de la ejecución de los ensayos de resistencia a compresión de las probetas, para la realización del ensayo de ultrasonido sobre el elemento estructural que presentaba una resistencia inferior a la esperada. El procedimiento fue ejecutado por el personal técnico de la empresa y supervisado directamente por el ingeniero director del proyecto, garantizando la correcta aplicación del método y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, en la muestra de 56 días se registraron resistencias de 5531 psi (38.1 MPa) y 5609 psi (38.7 MPa), con un promedio de 38.4 MPa, equivalente al 91% de la resistencia de diseño. Por su parte, el ensayo de ultrasonido realizado en sitio sobre el elemento arrojó un valor de 7699 psi (53.1 psi), demostrando que el material se encontraba dentro de los rangos óptimos establecidos, lo que permitió confirmar la idoneidad del concreto colocado.

Figura 2

Resultado de Ensayo Ultrasonido del Elemento Estructural. Fuente: Portal de GeoLab

ELEMENTO:	EDAD ELEMENTO	LONGITUD	LECTURAS DE TIEMPO		PROMEDIO	VELOCIDAD	RESISTENCIA APROXIMADA		DIAGRAMA
COLUMNAS EJE 8 8C PISO 6	DIAS	(cm)	(µs)		(µs)	PROPAGACIÓN m/s	Mpa	kg/cm2	
	91	38,5	79,8	80,2	79,5	4843	41,4	422,1	
	CURADO		77,6	80,8					
TEMPERATURA °C.	22,0	NO	75,0	81,1					

ELEMENTO:	EDAD ELEMENTO	LONGITUD	LECTURAS DE TIEMPO		PROMEDIO	VELOCIDAD	RESISTENCIA APROXIMADA		DIAGRAMA
PISO 10 PANTALLA 9D, EJE 2	DIAS	(cm)	(µs)		(µs)	PROPAGACIÓN m/s	Mpa	kg/cm2	
	91	41,0	71,4	68,4	66,0	6217	53,1	541,9	
	CURADO		68,6	51,3					
TEMPERATURA °C.	24,1	NO	66,3	69,7					

Figura 3

Resultado de Ensayo del Elemento Estructural. Fuente: Autor

TOMA DE CILINDROS		Resistencia													Observaciones		
Muestra No.	Elemento	Ubicación y Nivel	No. Cilindros	Fecha de Toma	Tipo C V	Asentam (Slump)	51%	3 Dia	69%	7 Dia	83%	14 Dias	100%	28 Dias	%	56 Prom 28	Observaciones
MUESTRA 521	ENTREPISO	TORRE 2 PLACA EJE 1-6 PISO 11 NORTE CLINKER	8	25-abr	X		65%	2586	81%	3246	93%	3,725	102%	4,085			OK
MUESTRA 522	PANTALLA	TORRE 2 PISO 10 PANTALLA 9D, EJE 2	8	28-abr	X		56%	3335	62%	3715	70%	4,213	81%	4,833	92%	5,531	PELIGRO
MUESTRA 523	PANTALLA Y COLUMNAS	TORRE 2 PISO 10 PANTALLA 9D, EJE 2 COLUMNA 3C,3D PISO 11	8	29-abr	X		70%	4188	90%	5396	96%	5,734	108%	6,488			OK

4.2 Formatos de Control y Seguimiento en Obra.

Durante el desarrollo de la práctica se implementaron y operaron diversos formatos de control y seguimiento que sirvieron como herramientas fundamentales para la gestión diaria del proyecto. Estos documentos permitieron registrar de forma sistemática las actividades ejecutadas en cada frente, consolidar evidencia comprobable del avance, y verificar el cumplimiento de requisitos técnicos y de seguridad. La utilización coordinada de bitácoras, planillas de control de concretos, listas de verificación, y el Plan de Actividades Semanales (PAS) aseguró la trazabilidad de las decisiones y facilitó la comunicación entre el equipo de obra, el laboratorio externo y la dirección del proyecto.

4.2.1 Plan de Aseguramiento de la Seguridad (PAS)

El PAS permitió programar tareas por frentes, asignar recursos y responsables, y registrar los avances diarios. Su manejo sistemático posibilitó evaluar la productividad de las cuadrillas, comparar el rendimiento real frente a lo planificado y detectar desvíos a tiempo. Asimismo, el PAS fue el documento de referencia en las reuniones de coordinación semanal, donde se priorizaron acciones correctivas, se reprogramaron actividades críticas y se validaron requerimientos adicionales para cumplir cronogramas y estándares de calidad.

Figura 4

PAS Semana entre el 1 al 6 de septiembre. Fuente: Autor

OBRA:	Flora Club House			NOMENCLATURA DE LA LISTA DE RESTRICCIONES																			
DIRO:	INGYERLY GARCIA			1	Suministro de Personal			5	Trámites Contractuales			CONTRATISTA: Plomería											
Semana No.	1			2	Materiales y equipos			6	Dependencia de actividades														
Fecha de Inicio	1/09/2025			3	Defin. Especificaciones			7	Clima			Profesional:											
Fecha de Fin	6/09/2025			4	Logística de obra			8	Otros														
				PLAN DE ACTIVIDADES SEMANALES EN CONTROL DIARIO																			
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD PLANEADA	Es RC?	cantidad acordada por obra	cant.req. xa igualar program.	Req Plan Niv?	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			P A S
					Plan	Eje	Rest	Plan	Eje	Rest	Plan	Eje	Rest	Plan	Eje	Rest	Plan	Eje	Rest	Plan	Eje	Rest	
Instalación Hidraulica Piso 13		8			1	1		1	1		1	1		2	1	1	2	2		1	2		1
Resane de Regatas Piso 13		8			2	2		2	2		2	2		1	1		1	1					1
Modificacion Pases sanitarios Piso 6		4			1	1		1	1		1	1		1	1								1
Regatas Piso 14		4			1	1		1	1		1	1		1	1								1
																							100%

4.2.2 Formato de Avance Semanal

Este documento permitió realizar un seguimiento detallado del progreso general de la obra, comparando el avance real con la programación establecida. A través de su aplicación fue posible identificar desviaciones en el cronograma, planear ajustes oportunos y tomar decisiones orientadas a optimizar los tiempos de ejecución. Durante el desarrollo del proyecto, el practicante participó principalmente en el seguimiento de las redes hidrosanitarias, registrando semanalmente las actividades ejecutadas y su porcentaje de cumplimiento. Posteriormente, esta información se integró con los reportes de los demás frentes constructivos, consolidándose en un informe único que reflejaba el avance global del proyecto.

La participación del practicante en el seguimiento semanal se justifica en términos pedagógicos y operativos. Pedagógicamente, la actividad constituyó una oportunidad directa para el cumplimiento del objetivo general del trabajo y de los objetivos específicos relacionados con la documentación técnica y la verificación normativa. Operativamente, la asignación respondió a la necesidad de mantener trazabilidad y respuesta ágil ante desviaciones detectadas en obra (por ejemplo, lotes con resistencia inferior), permitiendo coordinar ensayos complementarios y medidas correctivas en tiempo real. Todas las acciones se ejecutaron bajo la supervisión del tutor empresarial y con el respaldo documental del Plan de Actividades Semanales (PAS), asegurando control, seguridad y consistencia normativa.

A continuación, se presentan algunos resultados semanales obtenidos a partir del seguimiento:

Figura 5

Formatos de Avance Semanal de Obra. Fuente: Autor

		MAMPOSTERIA	FRISOS	ENCHAPES APTOS	BAJANTES Y PANAÑAS	PROLONGACION REDES	ESTUCO Y PRIMERA MANO	RESANES ESTRUCTURA	MORTEROS
100%	28-03 ago	11	3		14	20	3	6	5
100%	4-10 ago	5	1		5	8	7	7	5
100%	11-17 ago	4	4		5	8	6	8	7
100%	18-24 ago	8	1		5	6	8	11	8
100%	25-31 ago	5	4	5	8	8	3	8	9
100%	01-07 sept	6	6	5	6	5	7	8	4

Durante la semana evaluada se alcanzó un cumplimiento global aproximado del 90% respecto a lo programado, lo que refleja un buen desempeño general de la cuadrilla. No obstante, se presentaron algunas limitaciones en pisos específicos como el 14 y 15, donde el avance fue menor debido a condiciones de acceso restringido, coordinación con otras actividades y tiempos de espera por disponibilidad de materiales. Estos factores redujeron el rendimiento esperado, aunque se mantuvo una tendencia positiva que permite prever la recuperación de los porcentajes restantes en las semanas siguientes.

Figura 6

Avance Grafico de Prolongación de Redes. Fuente: Autor



4.2.3 Estandarización y control de calidad en obra

El formato de estandarización y control de calidad en obra tuvo como objetivo asegurar que los procesos constructivos se ejecutaran bajo los criterios técnicos y normativos establecidos, garantizando la uniformidad en los procedimientos y la calidad en los resultados.

Su aplicación permitió verificar que los materiales utilizados coincidieran con las especificaciones de los planos, asegurando la correcta interpretación y ejecución de las actividades. De igual manera, este control facilitó la planificación anticipada de pedido de materiales, evitando desabastecimientos que pudieran generar retrasos a la obra y asegurando la continuidad de los frentes de trabajo.

Como resultado de esta labor, se consolidó información clave para la integración en los informes mensuales, demostrando la coherencia entre la planeación académica, la normativa vigente y la práctica constructiva en obra.

Figura 7

Estándar de Accesorios hidráulico Agua Caliente por Piso. Fuente: Autor

RESUMEN TOTAL

Agua Caliente	Unidad	Cantidad
Adaptador macho CPVC 1/2"	und	64

Adaptador macho CPVC 3/4" x 1/2"	und	6
Buje 3/4" x 1/2" CPVC	und	30
Codo 45° CPVC 1/2"	und	4
Codo 90° CPVC 1/2"	und	178
Codo 90° CPVC 3/4"	und	14
Codo hg 1/2"	und	16
Codo hg 3/4" x 1/2"	und	12
Niple hg 1/2" 10cm	und	22
Tapon Roscado 1/2"	und	26
Tapon Soldado 1/2" CPVC	und	32
Tee 1/2" CPVC	und	8
Tee 3/4" CPVC	und	32
Tuberia 1/2" CPVC	m	160
Tuberia 3/4" CPVC	m	60
Union 1/2" CPVC	und	20
Union 3/4" CPVC	und	20

Figura 8 Estándar de Accesorios Sanitario por Piso. **Fuente:** Autor

ACCESORIOS SANITARIOS POR PISO		
Buje 2" x 1 1/2"	24	und
Buje 2" x 3/4"	16	und
Codo PVC sanitario 3" x 45 CXC	24	und
Codo 45° CxC 2"	58	und
Codo 45° CxC 4"	14	und
Codo 45° CxE 2"	60	und
Codo 45° CxE 4"	6	und
Codo 90° 1 1/2"	8	und
Codo 90° CxC 2"	92	und
Codo 90° CxE 2"	48	und
Codo 90° Reventilado 4" x 2"	16	und
Sifon 2"	50	und
Tapon Soldado 1 1/2"	16	und
PRUEBA		
Tapon Soldado 2"	44	und
Tapon Soldado 4"	16	und
Tee 4" x 2"	16	und
Union 2"	8	und
Yee 2"	28	und
Yee 3" x 2"	10	und

Yee 4" x 2"	34	und
Yee 4"	16	und

4.3 Integración Académica y Práctica Profesional en Obra

La práctica profesional permitió evidenciar de manera directa la relación entre la formación académica recibida en la universidad y su aplicación en el entorno real de la construcción. A lo largo del proceso, se evidenció que la universidad brinda múltiples oportunidades y recursos para el aprendizaje; sin embargo, el aprovechamiento de estos depende del compromiso y la disposición del estudiante para aplicarlos en contextos reales.

Aunque con frecuencia se afirma que existe una amplia brecha entre lo académico y lo práctico, dicha distancia depende en gran medida del esfuerzo individual por interiorizar los conocimientos teóricos y proyectarlos hacia la realidad profesional.

Durante la práctica, se constató que gran parte de los conocimientos adquiridos en la universidad resultaron fundamentales para el desempeño en obra. Por ejemplo, los conceptos obtenidos en la asignatura Caracterización de Materiales facilitaron la comprensión y supervisión de los ensayos de resistencia del concreto, el análisis de resultados y la toma de decisiones técnicas fundamentadas. De igual manera, los conocimientos sobre instalaciones hidrosanitarias fueron esenciales para realizar el seguimiento a las redes, verificando diámetros, uniones y pendientes conforme a las especificaciones del diseño.

Más allá de los aspectos técnicos, la práctica profesional también permitió reconocer la importancia de las competencias transversales desarrolladas en el ámbito académico. La capacidad para resolver problemas en tiempo real, incluso bajo presión, se apoyó en el razonamiento crítico fortalecido durante la formación universitaria. Asimismo, la comunicación efectiva fue determinante para transmitir información en obra, coordinar actividades y elaborar informes técnicos claros,

competencias fortalecidas a través de exposiciones, trabajos en grupo y presentaciones académicas.

Otro aspecto relevante fue la aplicación directa de diversas habilidades adquiridas en la universidad dentro de las actividades de obra. La interpretación de planos y especificaciones técnicas resultó esencial para revisar de manera constante los planos estructurales e hidrosanitarios, garantizando la correcta ubicación de los elementos y asegurando que cada proceso constructivo se ejecutara conforme al diseño.

Finalmente, el control de calidad se fortaleció con los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Construcción y Caracterización de Materiales, aplicados en la verificación de estándares, control de ensayos y seguimiento de procesos en obra.

Conclusiones

El desarrollo de la práctica profesional permitió evidenciar el fortalecimiento de competencias técnicas, analíticas y administrativas aplicadas a la supervisión, control y evaluación de procesos constructivos. Los objetivos planteados fueron alcanzados satisfactoriamente, consolidando una comprensión integral del funcionamiento y la gestión de obra.

El análisis de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto reflejó un comportamiento estructural eficiente, donde más del 70 % de las probetas alcanzaron la resistencia de diseño antes de los 28 días. Este resultado demuestra la adecuada dosificación de las mezclas y la correcta ejecución de los procesos de producción. La validación mediante ensayo ultrasónico en los casos con resultados atípicos reafirmó la importancia de complementar los métodos tradicionales con técnicas no destructivas, fortaleciendo la confiabilidad del control de calidad y promoviendo una visión técnica más completa para futuras aplicaciones.

La implementación de herramientas de control como los formatos PAS, reportes semanales y registros de materiales permitió garantizar la trazabilidad de las actividades, optimizar recursos y mejorar la planificación del proyecto. Dichos mecanismos contribuyeron a la detección temprana de desviaciones, al fortalecimiento del seguimiento técnico y a una mayor eficiencia en la ejecución de la obra.

Asimismo, la práctica profesional confirmó la pertinencia del componente académico dentro del ejercicio profesional. La capacidad de interpretar planos, analizar resultados, elaborar informes técnicos y tomar decisiones fundamentadas evidenció la estrecha relación entre la teoría universitaria y su aplicación práctica. Este proceso reafirma que la formación académica constituye la base del criterio técnico y la toma de decisiones responsables en campo.

En conclusión, la experiencia en Urbamares S.A.S. permitió consolidar no solo conocimientos técnicos, sino también habilidades transversales como la comunicación efectiva, el análisis crítico y la gestión eficiente de recursos. Estas competencias fortalecen la proyección del practicante como futuro profesional, preparado para responder a los desafíos del sector de la construcción con criterio, responsabilidad y compromiso hacia la calidad y la sostenibilidad de los proyectos.

Referencias Bibliográficas

- American Concrete Institute. (2013). ACI 228.2R-13: Nondestructive test methods for evaluation of concrete in structures. Farmington Hills, MI: ACI.
- American Society for Testing and Materials. (2016). ASTM C597-16: Standard test method for pulse velocity through concrete. West Conshohocken, PA: ASTM International.
<https://doi.org/10.1520/C0597-16>
- American Society for Testing and Materials. (2020). ASTM C39/C39M-20: Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. West Conshohocken, PA: ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0039_C0039M-20
- ICONTEC. (2004). NTC 1500: Código colombiano de fontanería. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- ICONTEC. (2014). NTC 550: Concretos. Toma de muestras de concreto fresco. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- ICONTEC. (2021a). NTC 673: Concretos. Ensayos de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS 2000. Bogotá: MAVDT.
- República de Colombia. (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente – NSR-10. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Apéndices

Apéndice A

Documentos de Soporte

1. [Resultados de Muestra de Concreto](#)
2. [Cantidades Sanitarias por Piso](#)
3. [Cantidades Hidráulicas por Piso](#)
4. [Formato para el PAS](#)
5. [Avance Semanal de la Obra](#)

Apéndice B

Fotos de Obra



Ilustración 1
Marcado de Muestras



Ilustración 2
Toma de Muestras



Ilustración 3
Tanque para fase de Curado de Muestras



Ilustración 5
Manómetro para Pruebas Hidráulicas

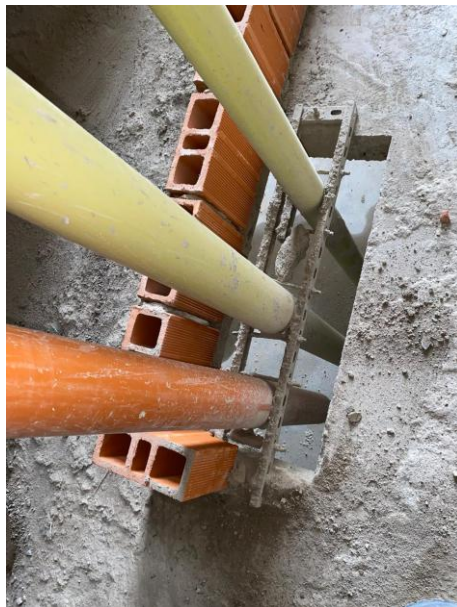


Ilustración 4
Anclaje de Bajantes Sanitario



Ilustración 6
Arañas Sanitarias de Cocina Apto 302



Ilustración 7
Instalación Hidráulica en conjunto con Mampostería Apto 14-01

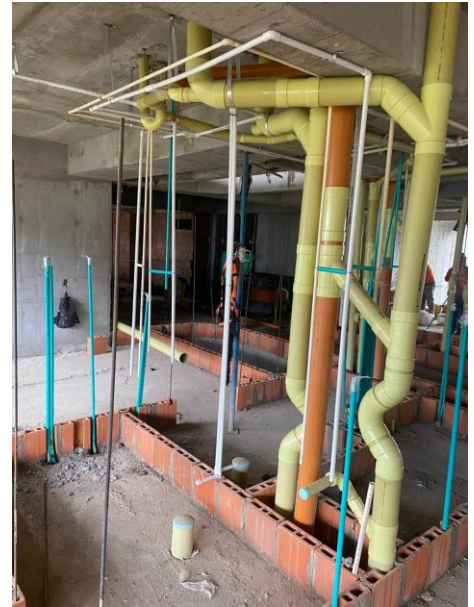


Ilustración 9
Instalación Sanitaria en conjunto con Mampostería Apto 14-05



Ilustración 8
Instalación Sanitaria en conjunto con Mampostería Apto 14-03



Ilustración 10
Armado de Elementos Estructurales Piso 16



Ilustración 11
Armado de Elementos Estructurales Piso 16



Ilustración 12
Armado de Elementos Estructurales Piso 17



Ilustración 13
Fachada frontal Torre 2 Flora Club House



Ilustración 14
Fachada Lateral Torre 2 Flora Club House